

URBAN FOOD SECURITY: INSTALASI BOTTLE AQUAPONICS UNTUK MEWUJUDKAN KETAHANAN PANGAN BERKELANJUTAN

Anang Kistyanto*

Febrika Yogie Hermanto

Amirusholihin

Muhammad Fajar Wahyudi Rahman

Restu Eri Adinata

¹Universitas Negeri Surabaya,

Abstract | *Urban food security in rapidly urbanizing contexts remains constrained by limited land availability and weak community-level adoption of sustainable food practices. Although urban farming is widely promoted, existing approaches are predominantly technocentric and insufficiently integrate experiential learning, community empowerment, and scalable dissemination mechanisms. This study is among the first to propose and empirically demonstrate an integrative model that combines low-cost bottle aquaponics, experiential learning, and educational tourism (eduwisata) as a community-based diffusion platform. Using an Asset-Based Community Development (ABCD) approach, the intervention was implemented through field assessment, participatory training, and experiential dissemination. The findings reveal that simple, highly replicable systems significantly enhance food literacy, technical capability, and adoption intention, while eduwisata accelerates diffusion beyond initial participants. This study advances urban food security literature by bridging technological and social dimensions and offers a scalable pathway linking education, local food production, and community empowerment in resource-constrained urban environments.*

Key word | *Bottle Aquaponics, Urban Food Security, Experiential Learning, Circular Economy, Sustainable Waste Management*

Abstak | *Urban food security dalam konteks urbanisasi yang pesat masih menghadapi keterbatasan lahan dan rendahnya adopsi praktik produksi pangan berkelanjutan di tingkat masyarakat. Meskipun *urban farming* telah banyak dikembangkan, pendekatan yang ada cenderung bersifat teknosentris dan belum mengintegrasikan pembelajaran berbasis pengalaman, pemberdayaan komunitas, serta mekanisme diseminasi yang skalabel. PKM ini merupakan salah satu yang pertama yang mengusulkan dan menguji secara empiris model integratif yang menggabungkan teknologi sederhana *bottle aquaponics*, *experiential learning*, dan eduwisata sebagai platform difusi berbasis komunitas. Dengan menggunakan pendekatan *Asset-Based Community Development* (ABCD), intervensi dilakukan melalui survei, pelatihan partisipatif, dan diseminasi berbasis pengalaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang sederhana dan mudah direplikasi secara signifikan meningkatkan literasi pangan, keterampilan teknis, dan intensi adopsi, sementara eduwisata mempercepat*

* Corresponding author: Anang Kistyanto
email: anangkistyanto@unesa.ac.id

<http://doi.org/10.38156/sjpm.v5i01.507>

Received April 28, 2026; Received in revised form April 29, 2026; Accepted April 30, 2026; Available online May 1, 2026

penyebarluasan inovasi. Studi ini menjembatani aspek teknis dan sosial dalam ketahanan pangan serta menawarkan model yang adaptif, replikatif, dan berkelanjutan di wilayah perkotaan.

Kata kunci | *Bottle Aquaponics, Urban Food Security, Experiential Learning*, Ekonomi Sirkular, Pengelolaan Limbah Berkelanjutan

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan merupakan isu strategis yang menjadi prioritas bagi setiap negara dalam menjamin ketersediaan pangan yang aman, berkualitas, dan berkelanjutan, sekaligus meningkatkan kesejahteraan pelaku usaha di sektor pangan (Hendriadi, 2017). Dalam konteks ini, ketahanan pangan tidak lagi dipahami semata-mata sebagai hasil dari produksi pangan skala besar berbasis lahan luas, tetapi juga sebagai kemampuan masyarakat dalam memenuhi kebutuhan pangan secara mandiri dan berkelanjutan. Oleh karena itu, pendekatan alternatif seperti *urban farming* menjadi semakin relevan, khususnya di wilayah perkotaan yang memiliki keterbatasan lahan namun menghadapi tekanan kebutuhan pangan yang tinggi.

Implementasi *urban farming* berbasis komunitas telah mulai diadopsi oleh berbagai inisiatif lokal, salah satunya oleh BUMDES Sejahtera Ponokawan melalui kegiatan budidaya ikan dan tanaman hidroponik dengan memanfaatkan lahan terbatas (Baskoro et al., 2021). Inisiatif ini dikembangkan di wilayah perkotaan (Mariska, 2022) melalui kolaborasi dengan kelompok tani di Desa Ponokawan (Ng & Mahkeswaran, 2021). Lebih lanjut, praktik budidaya tersebut tidak hanya berfungsi sebagai aktivitas produksi, tetapi juga sebagai sarana edukasi masyarakat dalam membangun kesadaran terhadap potensi krisis pangan di masa depan (Elfida, 2023; Sihgiyanti, 2016; Yusoff et al., 2017). Dalam konteks ini, Eduwisata Dewi Kenangan yang dikelola oleh BUMDES Sejahtera Ponokawan berperan sebagai media pembelajaran berbasis pengalaman (*experiential learning*) yang mendukung pemberdayaan masyarakat (Krisnawati & Ma'ruf, 2016).

Eduwisata Dewi Kenangan mengintegrasikan empat aktivitas utama yang dirancang untuk meningkatkan literasi masyarakat terkait budidaya pangan, yaitu budidaya tanaman hidroponik, budidaya ikan kolam bundar, budidaya ikan kolam tanah, serta kegiatan *outbound* berbasis edukasi (Kistyanto et al., 2024). Melalui pendekatan ini, pengunjung, khususnya anak-anak dan keluarga, tidak hanya memperoleh pengetahuan teoritis tetapi juga pengalaman praktis yang diharapkan dapat diimplementasikan dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, eduwisata ini berfungsi sebagai katalis dalam membangun kapasitas masyarakat untuk mengadopsi praktik ketahanan pangan berbasis rumah tangga.

Namun demikian, untuk memperkuat peran Eduwisata Dewi Kenangan dalam mendukung ketahanan pangan berkelanjutan, diperlukan inovasi media pembelajaran yang adaptif terhadap kondisi perkotaan. Keterbatasan lahan pertanian menjadi tantangan utama dalam pengembangan *urban food security*, sehingga diperlukan solusi inovatif yang dapat

mengoptimalkan ruang terbatas (Syaifullah, 2013). Selain itu, permasalahan lingkungan berupa tingginya limbah botol plastik rumah tangga di Desa Ponokawan, khususnya dari konsumsi air minum kemasan sekali pakai, menunjukkan adanya potensi sumber daya yang belum dimanfaatkan secara optimal.

Menanggapi tantangan tersebut, program pengabdian kepada masyarakat (PKM) ini mengusulkan pengembangan instalasi *bottle aquaponics* sebagai solusi integratif yang menggabungkan aspek ketahanan pangan dan keberlanjutan lingkungan. Inovasi ini memanfaatkan limbah botol plastik sebagai media tanam dalam sistem akuaponik sederhana yang efisien dalam penggunaan air, mendukung daur ulang limbah, serta berkontribusi dalam mengurangi degradasi lingkungan. Pendekatan ini sejalan dengan upaya pengembangan sistem pangan berkelanjutan yang tidak hanya berorientasi pada produksi, tetapi juga pada efisiensi sumber daya dan pengelolaan lingkungan (Badami & Ramankutty, 2015).

Secara spesifik, permasalahan mitra yang diidentifikasi dalam studi ini meliputi beberapa aspek utama, yaitu optimalisasi fungsi Eduwisata Dewi Kenangan sebagai sumber pendapatan BUMDES, penguatan strategi pemasaran berbasis konsep *urban food security*, peningkatan kapasitas edukasi masyarakat melalui praktik hidroponik dan akuaponik, serta pemberdayaan ekonomi masyarakat melalui pemanfaatan teknologi sederhana berbasis komunitas. Oleh karena itu, pengelolaan eduwisata berbasis instalasi *bottle aquaponics* diarahkan pada empat fokus utama, yaitu: (1) penguatan edukasi melalui instalasi hidroponik berbasis akuaponik sebagai media pembelajaran dan promosi ketahanan pangan; (2) pengembangan strategi pemasaran eduwisata berbasis konsep *urban food security* untuk meningkatkan jumlah pengunjung; (3) peningkatan pendapatan BUMDES melalui pengembangan produk dan layanan eduwisata; serta (4) pemberdayaan masyarakat dalam meningkatkan kesejahteraan melalui adopsi teknologi *bottle aquaponics*.

Meskipun berbagai studi telah menyoroti pentingnya *urban farming* dalam mendukung ketahanan pangan di wilayah perkotaan, sebagian besar penelitian masih berfokus pada aspek produksi atau efisiensi sistem budidaya secara teknis, tanpa mengintegrasikan dimensi edukasi, pemberdayaan masyarakat, dan pengelolaan lingkungan secara simultan (Mariska, 2022; Syaifullah, 2013). Selain itu, kajian yang mengaitkan konsep *urban food security* dengan model eduwisata berbasis komunitas masih terbatas, khususnya dalam konteks pemanfaatan limbah rumah tangga sebagai bagian dari sistem produksi pangan berkelanjutan (Badami & Ramankutty, 2015). Lebih lanjut, penelitian terdahulu cenderung belum mengeksplorasi bagaimana pendekatan *Asset-Based Community Development* (ABCD) dapat dioperasionalkan secara konkret melalui inovasi teknologi sederhana yang mudah direplikasi oleh masyarakat (Baskoro et al., 2021; Ng & Mahkeswaran, 2021). Oleh karena itu, PKM ini menawarkan kebaruan dengan mengembangkan model integratif *urban food security* berbasis instalasi *bottle aquaponics* yang tidak hanya berfungsi sebagai sistem produksi pangan skala rumah tangga, tetapi juga sebagai media edukasi dalam konteks eduwisata, sarana pemberdayaan komunitas, serta

solusi pengelolaan limbah plastik secara berkelanjutan. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi dalam menjembatani kesenjangan antara pendekatan teknis dan sosial dalam pengembangan ketahanan pangan perkotaan yang adaptif dan berkelanjutan.

LITERATUR REVIEW

Kegiatan PKM ini dibangun atas integrasi empat pilar utama, yaitu *urban food security*, *urban farming* berbasis akuaponik, pendekatan *Asset-Based Community Development* (ABCD), serta eduwisata sebagai media pembelajaran. Keempat elemen ini saling berinteraksi dalam membentuk model ketahanan pangan berbasis komunitas yang tidak hanya berorientasi pada produksi, tetapi juga pada pemberdayaan, edukasi, dan keberlanjutan lingkungan. Dengan demikian, penelitian ini mengusulkan suatu kerangka konseptual yang menempatkan masyarakat sebagai aktor utama dalam pengembangan sistem pangan yang adaptif, inklusif, dan berkelanjutan.

***Urban Food Security* dalam Konteks Perkotaan**

Ketahanan pangan dalam konteks modern tidak lagi terbatas pada ketersediaan pangan secara nasional, tetapi juga mencakup aksesibilitas, kualitas, dan keberlanjutan sistem pangan di tingkat lokal (Hendriadi, 2017). Dalam wilayah perkotaan, tantangan ketahanan pangan menjadi semakin kompleks akibat keterbatasan lahan, pertumbuhan populasi, dan ketergantungan terhadap pasokan eksternal. Oleh karena itu, konsep *urban food security* berkembang sebagai pendekatan yang menekankan pada kemampuan masyarakat urban dalam memproduksi dan mengakses pangan secara mandiri dan berkelanjutan (Mariska, 2022). Pendekatan ini juga menyoroti pentingnya optimalisasi sumber daya terbatas melalui inovasi lokal, termasuk pemanfaatan ruang sempit dan teknologi sederhana (Syaifullah, 2013). Dengan demikian, ketahanan pangan perkotaan tidak hanya bersifat struktural, tetapi juga berbasis pada kapasitas adaptif komunitas.

***Urban Farming* dan Sistem Akuaponik sebagai Solusi Produksi Pangan**

Urban farming merupakan salah satu strategi utama dalam mendukung *urban food security*, yang memungkinkan masyarakat memanfaatkan ruang terbatas untuk kegiatan produksi pangan. Praktik ini tidak hanya berkontribusi pada penyediaan pangan, tetapi juga berperan dalam meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap isu krisis pangan global (Elfida, 2023; Sihgiyanti, 2016; Yusoff et al., 2017). Dalam implementasinya, integrasi antara budidaya tanaman dan ikan melalui sistem akuaponik menawarkan efisiensi penggunaan air dan lahan yang lebih tinggi dibandingkan metode konvensional. Sistem ini memungkinkan siklus tertutup

antara tanaman dan ikan, sehingga mendukung prinsip keberlanjutan dalam produksi pangan (Badami & Ramankutty, 2015). Oleh karena itu, pengembangan akuaponik skala rumah tangga, termasuk dalam bentuk inovasi sederhana seperti *bottle aquaponics*, menjadi alternatif yang potensial dalam memperkuat ketahanan pangan berbasis keluarga.

Asset-Based Community Development (ABCD) dalam Pemberdayaan Masyarakat

Keberhasilan implementasi inovasi dalam ketahanan pangan tidak hanya ditentukan oleh aspek teknologi, tetapi juga oleh pendekatan sosial yang digunakan. Dalam hal ini, *Asset-Based Community Development (ABCD)* menjadi pendekatan yang relevan karena menekankan pada pemanfaatan aset lokal, partisipasi aktif masyarakat, serta penguatan kapasitas komunitas sebagai agen perubahan (Baskoro et al., 2021; Ng & Mahkeswaran, 2021). Berbeda dengan pendekatan berbasis masalah (*deficit-based approach*), ABCD berfokus pada potensi yang dimiliki masyarakat untuk menciptakan solusi yang kontekstual dan berkelanjutan. Dalam konteks ketahanan pangan, pendekatan ini memungkinkan masyarakat tidak hanya menjadi penerima manfaat, tetapi juga pelaku utama dalam proses produksi dan inovasi pangan.

Eduwisata sebagai Media Pembelajaran dan Diseminasi Inovasi

Konsep eduwisata (*educational tourism*) berkembang sebagai pendekatan pembelajaran berbasis pengalaman yang efektif dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan masyarakat (Krisnawati & Ma'ruf, 2016). Melalui keterlibatan langsung dalam aktivitas pembelajaran, individu cenderung lebih mudah menginternalisasi pengetahuan dan mengadopsi praktik baru dalam kehidupan sehari-hari. Dalam konteks ini, Eduwisata Dewi Kenangan menjadi contoh implementasi eduwisata yang mengintegrasikan kegiatan budidaya tanaman dan ikan sebagai sarana edukasi masyarakat. Studi menunjukkan bahwa pendekatan berbasis pengalaman memiliki dampak signifikan terhadap perubahan perilaku dan peningkatan kapasitas individu (Kistyanto et al., 2024). Oleh karena itu, eduwisata dapat berfungsi sebagai platform strategis dalam menyebarluaskan praktik urban farming kepada masyarakat luas.

Keberlanjutan Lingkungan dan Pemanfaatan Limbah dalam Sistem Pangan

Dimensi keberlanjutan lingkungan menjadi aspek penting dalam pengembangan sistem ketahanan pangan modern. Salah satu tantangan utama adalah meningkatnya volume limbah plastik rumah tangga yang belum dikelola secara optimal. Dalam perspektif keberlanjutan, pemanfaatan kembali limbah sebagai bagian dari sistem produksi pangan merupakan pendekatan yang tidak

hanya mengurangi dampak lingkungan, tetapi juga menciptakan nilai tambah ekonomi (Badami & Ramankutty, 2015). Integrasi limbah plastik dalam sistem akuaponik, seperti dalam konsep *bottle aquaponics*, mencerminkan penerapan prinsip ekonomi sirkular dalam skala komunitas. Dengan demikian, inovasi ini tidak hanya berkontribusi pada ketahanan pangan, tetapi juga pada pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

METODE

Metode pelaksanaan PKM ini didasarkan pada *Asset Based Community Development* (ABCD) (Mathie & Cunningham, 2003), di mana tim PKM akan melihat aset dan potensi yang dimiliki oleh Desa yang dapat dimanfaatkan oleh BUMDES dalam meningkatkan pendapatan BUMDES maupun masyarakat yang terlibat di dalamnya (Ennis & West, 2010; Mathie & Cunningham, 2005). Model pengembangan ini sangat cocok digunakan dalam mengembangkan produk atau gagasan tertulis sehingga dapat dimanfaatkan oleh masyarakat. Lebih lanjut, hasil akhir dari PKM ini adalah terdistribusikannya instalasi *bootle aquaponics* dengan branding Eduwisata Dewi Kenangan, dan tereduksinya masyarakat dalam mewujudkan *urban food security* dengan menghasilkan tanaman pangan di lahan yang sempit.

Tahapan kegiatan PKM ini dimulai dengan mengedukasi masyarakat sekitar dan pengelola Eduwisata Dewi Kenangan terkait dengan *urban food security* dalam membuat instalasi *bootle aquaponics*. Dalam kegiatan ini, tim PKM melakukan pelatihan dengan peserta masyarakat dan pengelola Eduwisata Dewi Kenangan, dengan mempertimbangkan indikator keberhasilan yang dimodifikasi dari model (Hermanto et al., 2024; Sari & Yarza, 2021). Tahap ini mengadopsi *experimental research with a quasi-experiment model, one group pretest-posttest* (Cook & Campbell, 1979; Hermanto et al., 2024; Sholikah et al., 2020) di mana tingkat keberhasilan program dapat dilihat dari peningkatan kemampuan peserta pelatihan yang ditunjukkan dalam hasil perhitungan N-Gain Test melalui pretest dan posttest masing-masing peserta (Hermanto et al., 2021, 2024).

Kedua, mendampingi dan pengelola Eduwisata Dewi Kenangan dalam melakukan branding instalasi *bootle aquaponics* dengan merk Dewi Kenangan yang digunakan sebagai buah tangan setiap pengunjung. Kegiatan ini menekankan pada strategi branding Eduwisata Dewi Kenangan dengan memanfaatkan instalasi tersebut yang dikemas sebagai buah tangan pengunjung. Selain itu, penyebaran hasil edukasi di Dewi Kenangan dapat dilanjutkan sebagai kampanye ketahanan

pangan keluarga dengan metode *urban farming* untuk mewujudkan ketahanan pangan berkelanjutan dengan memanfaatkan bahan bekas.

Ketiga, mendampingi pengurus BUMDES dan pengelola Eduwisata Dewi Kenangan dalam memberikan edukasi kepada pengunjung dalam bertani aquaponik dengan instalasi *bottle aquaponics*. Kegiatan ini merupakan kegiatan di mana tim PKM dapat menilai keberhasilan edukasi dan pendampingan yang telah diberikan kepada masyarakat sasaran dan pengelola Eduwisata Dewi Kenangan dalam 1) meningkatkan nilai ekonomi dari botol plastik bekas dengan membuat instalasi aquaponik, 2) melakukan branding Eduwisata Dewi Kenangan, dan 3) melakukan kampanye ketahanan pangan berkelanjutan.

Dengan demikian, program PKM dapat dilihat dan dinilai keberhasilannya dan mengajak partisipasi masyarakat sebagai upaya pemberdayaan masyarakat sesuai dengan Undang-undang Desa di mana kerjasama atau intervensi dari Kampus sebagai penghasil inovasi, ilmu pengetahuan, serta teknologi untuk memajukan potensi yang dimiliki oleh daerah atau wilayah tertentu. Selain itu, eduwisata Dewi Kenangan dapat meningkatkan kemampuan serta kapasitasnya dalam memberdayakan masyarakat dengan peran yang telah diberikan, dan dapat meningkatkan pendapatan masyarakat di sana dengan membuat instalasi *bottle aquaponics* untuk kebutuhan paket wisata di Dewi Kenangan.

TEMUAN

Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) Desa Binaan Unesa ini telah melaksanakan tahap survei lapangan, sosialisasi pentingnya penyebarluasan program *food security*, pelatihan pembuatan instalasi *bottle aquaponics*, dan penyebarluasan instalasi melalui program eduwisata Dewi Kenangan. Pelaksanaan PKM ini membuat pengelola eduwisata Dewi Kenangan memahami pentingnya penyebarluasan program *food security* dengan alat dan bahan sederhana untuk memunculkan kepedulian masyarakat di tengah isu krisis pangan dunia. Selain itu, instalasi *bottle aquaponics* ini dijadikan sebagai *brand* dan buah tangan yang dapat dibawa pulang oleh pengunjung di eduwisata Dewi Kenangan

Sosialisasi Program Food Security melalui Instalasi Bottle Aquaponics

Hasil pemaparan materi pada sosialisasi program menunjukkan bahwa peningkatan pengetahuan dan pemahaman peserta secara signifikan mengenai konsep ketahanan pangan (*food security*) serta penerapan sistem *bottle aquaponics* sebagai alternatif teknologi berkelanjutan di lingkungan eduwisata Dewi Kenangan. Peningkatan skor postes dibandingkan pretes menunjukkan bahwa metode sosialisasi berbasis praktik langsung (*experiential learning*) efektif dalam mentransfer

pengetahuan teknis sekaligus menumbuhkan kesadaran terhadap isu pangan berkelanjutan. Pada kegiatan PKM ini selain hasil postes dilihat juga perhitungan N-Gain dengan rumus $N - Gain = \frac{\text{posttest value} - \text{pretest value}}{\text{Ideal maximum value} - \text{pretest value}}$ dengan kriteria sebagai berikut: 1) N-Gain > 0,7 (*High*), 2) 0,3 < N-Gain < 0,7 (*Middle*), dan 3) N-Gain < 0,3 (*Low*) (Arlinwibowo & Retnawati, 2015; Hermanto et al., 2024). Hasil skor pretes, postes, dan N-Gain tes pada masing-masing peserta dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 4. Skor Pretes, Postes, dan N-Gain

No	Responden	Pretes	Postes	N-Gain	Kriteria
1	Responden 1	60	90	0,75	<i>High</i>
2	Responden 2	50	80	0,60	<i>Middle</i>
3	Responden 3	40	70	0,50	<i>Middle</i>
4	Responden 4	40	80	0,66	<i>Middle</i>
5	Responden 5	50	90	0,80	<i>High</i>
6	Responden 6	60	80	0,50	<i>Middle</i>
7	Responden 7	40	80	0,66	<i>Middle</i>
8	Responden 8	40	70	0,50	<i>Middle</i>
9	Responden 9	40	80	0,66	<i>Middle</i>
10	Responden 10	50	90	0,80	<i>High</i>
11	Responden 11	50	70	0,40	<i>Middle</i>
12	Responden 12	50	80	0,60	<i>Middle</i>
13	Responden 13	50	80	0,60	<i>Middle</i>
14	Responden 14	40	80	0,66	<i>Middle</i>
15	Responden 15	70	80	0,33	<i>Middle</i>
16	Responden 16	50	70	0,40	<i>Middle</i>
17	Responden 17	40	90	0,83	<i>High</i>
Rata-rata		48,23	80	0,60	<i>Middle</i>

Lebih lanjut, kegiatan sosialisasi program *food security* melalui instalasi *bottle aquaponics* dilaksanakan pada tanggal 28 Agustus 2025 (lihat gambar 1).



Gambar 1. Sosialisasi Program *Food Security* melalui Instalasi *Bottle Aquaponics*

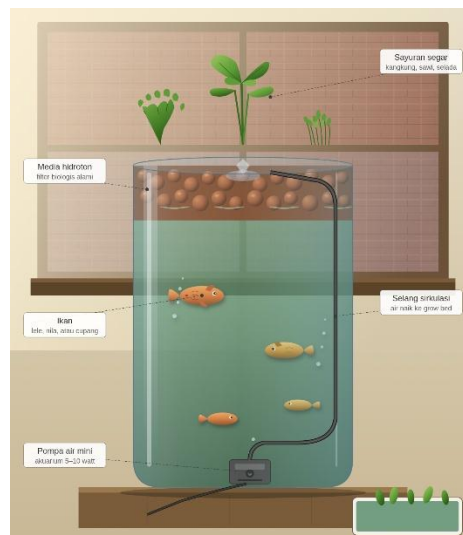
Temuan ini sejalan dengan (Chavan, 2009; Sanders et al., 2018; Tüysüz, 2010) yang menegaskan bahwa program pelatihan berbasis pengalaman langsung (*hands-on training*) dalam sistem *aquaponics* berkontribusi nyata terhadap peningkatan literasi pangan masyarakat dan memperkuat kapabilitas komunitas dalam menjaga ketahanan pangan lokal. Pendekatan berbasis pengalaman juga terbukti meningkatkan niat adopsi teknologi karena peserta dapat memahami prinsip integrasi antara perikanan dan hidroponik secara praktis (Crowe et al., 2025). Dengan demikian, efektivitas kegiatan sosialisasi ini tidak hanya diukur dari peningkatan pengetahuan kognitif, tetapi juga dari munculnya intensi perilaku adopsi yang dapat memperkuat sistem pangan berbasis komunitas di kawasan eduwisata Dewi Kenangan.

Dari sisi keberlanjutan ekonomi dan ekologis, hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar peserta menilai *bottle aquaponics* memiliki potensi ekonomi kecil-menengah melalui penjualan hasil panen seperti *leafy greens* (pokchoy, kangkung, selada) serta nilai edukatifnya bagi pengunjung eduwisata Dewi Kenangan. Hal ini selaras dengan (Sunny et al., 2019; Sunny, Sazzad, et al., 2021) di Bangladesh yang menunjukkan bahwa sistem *aquaponics* skala kecil dapat berfungsi ganda sebagai sumber pendapatan tambahan dan sarana pembelajaran lingkungan, dengan efisiensi penggunaan air mencapai 80–90% dibandingkan sistem pertanian konvensional. (Ibrahim et al., 2023; Sunny et al., 2019) juga menekankan bahwa model *cost-effective aquaponics* dapat diterapkan menggunakan bahan daur ulang, termasuk botol plastik, untuk menekan biaya awal instalasi

sekaligus meningkatkan kesadaran lingkungan masyarakat. Oleh karena itu, model *bottle aquaponics* yang dikembangkan dalam penelitian ini relevan dengan prinsip keberlanjutan (*sustainability*) karena berbiaya rendah, mudah direplikasi, dan mendukung pengelolaan limbah plastik.

Pelatihan untuk Instalasi *Bottle Aquaponics*

Pelatihan pembuatan instalasi *bottle aquaponics* di Eduwisata Dewi Kenangan menghasilkan produk langsung yang memiliki nilai 1) fungsi produksi pangan skala mikro sebagai kontribusi praktis terhadap agenda *urban food security*, dan 2) nilai edukasi yang kuat untuk kegiatan pemasaran eduwisata. Sistem berbasis botol plastik (galon bekas) memungkinkan demonstrasi sirkulasi nutrisi antara ikan dan tanaman pada skala yang aman, murah, dan mudah direplikasi, sehingga cocok sebagai alat peragaan bagi pengunjung dan komunitas lokal. Secara operasional, instalasi tersebut berfungsi dengan prinsip sederhana: bagian bawah botol berperan sebagai *reservoir* atau tank ikan kecil, sedangkan bagian atas (bagian leher atau potongan botol) menjadi *grow-bed* berisi media tanam, sehingga aliran air yang dipompa atau digerakkan dengan gravitasi membawa limbah nutrisi dari ikan ke akar tanaman dan memurnikannya kembali ke tangki ikan dengan sirkulasi nutrisi yang mudah dipahami oleh pengelola dan (Somerville et al., 2014) (lihat gambar 2).



Gambar 2. Instalasi *Bottle Aquaponics*

Dari perspektif kontribusi terhadap ketahanan pangan urban, instalasi skala mikro ini berfungsi sebagai sumber sayuran daun segar untuk konsumsi lokal dan sebagai demonstrator teknologi produksi pangan di ruang-ruang padat penduduk – sesuatu yang didukung oleh bukti bahwa *aquaponics* skala kecil dapat memperbaiki akses pangan dan memberikan pendapatan tambahan bila dirancang *cost-effective* dan memanfaatkan input lokal (Jena & Philipson, 2008; Sunny et al., 2019). Studi kasus *cost-effective aquaponics* menunjukkan bahwa dengan desain sederhana dan bahan terjangkau, unit kecil mampu menghasilkan hasil yang bermakna bagi rumah tangga

atau proyek komunitas (Sunny et al., 2019). Oleh karena itu, model *bottle aquaponics* sangat relevan sebagai alat replikasi cepat di lingkungan perkotaan dan sebagai komponen program penyebarluasan melalui eduwisata.

Dari sudut pembelajaran, pendekatan *hands-on* yang diterapkan dalam pelatihan mempercepat akuisisi keterampilan teknis dan meningkatkan intensi adopsi (Tüysüz, 2010), dan peserta yang terlibat langsung dalam perakitan dan pemeliharaan menunjukkan pemahaman yang lebih baik tentang prinsip siklus nitrogen, penanganan parameter air, dan *troubleshooting* sistem sederhana – temuan yang konsisten dengan studi *experiential learning* pada aquaponics. Sebagai alat edukatif di eduwisata, instalasi *bottle aquaponics* berfungsi sebagai media interaktif yang menyampaikan pesan keberlanjutan, hemat air, dan *circular economy* (pemanfaatan limbah plastik) secara visual dan praktis kepada pengunjung.

Penyebarluasan Instalasi *Bottle Aquaponics* untuk Program *Food Security*

Secara strategis, eduwisata Dewi Kenangan berfungsi sebagai saluran penyebarluasan inovasi *bottle aquaponics* yang efektif untuk mendukung agenda *urban food security*. Eduwisata memiliki keunggulan karena mampu menggabungkan fungsi edukatif, rekreatif, dan sosial sehingga menjangkau audiens luas sekaligus menurunkan hambatan adopsi teknologi. Dengan menempatkan instalasi *bottle aquaponics* sebagai atraksi interaktif di jalur kunjungan, pengunjung tidak hanya menjadi penonton, tetapi turut mengalami proses pembelajaran langsung tentang siklus nutrisi dan pemanfaatan limbah plastik sebagai media tanam berkelanjutan. Pendekatan berbasis pengalaman (*experiential learning*) ini terbukti efektif meningkatkan literasi pangan dan niat adopsi teknologi pertanian berkelanjutan, sebagaimana ditunjukkan oleh penelitian (Crowe et al., 2025) yang menemukan peningkatan signifikan pada pengetahuan dan perilaku keberlanjutan setelah intervensi pelatihan berbasis sistem *aquaponics*.

Lebih jauh, strategi penyebarluasan melalui eduwisata dapat diperkuat dengan segmentasi audiens dan adaptasi pesan yang spesifik. Untuk wisatawan umum, daya tarik visual dan pesan *circular economy* dari limbah galon bekas menjadi kunci komunikasi; sementara bagi pelajar dan komunitas lokal, fokusnya diarahkan pada aspek keterampilan teknis dan replikasi di rumah. Studi (Sunny, Sazzad, et al., 2021) menegaskan bahwa keberhasilan program aquaponics skala kecil untuk ketahanan pangan lokal sangat bergantung pada kesederhanaan desain dan penggunaan input lokal yang murah, dua karakteristik yang melekat pada model *bottle aquaponics*. Dari sisi keberlanjutan, penelitian (David et al., 2022) menyoroti pentingnya keseimbangan antara efisiensi energi, bahan lokal, dan dukungan teknis jangka panjang agar instalasi tetap berfungsi optimal.

Untuk memastikan dampak jangka panjang, strategi implementasi di Eduwisata Dewi Kenangan perlu mencakup pelatihan berkelanjutan bagi pemandu (*training of trainers*), penyusunan SOP perawatan sederhana, serta integrasi hasil

panen atau pengalaman edukatif dalam model bisnis wisata. Indikator keberhasilan program dapat diukur melalui jumlah instalasi fungsional lebih dari tiga bulan, frekuensi panen sayuran, keterlibatan pengunjung dalam kegiatan hands-on, serta tingkat replikasi instalasi oleh rumah tangga. Dengan kombinasi antara pendekatan edukatif, demonstratif, dan ekonomis, penyebarluasan *bottle aquaponics* di Eduwisata Dewi Kenangan bukan hanya menjadi sarana promosi wisata hijau, tetapi juga model replikasi teknologi pangan berkelanjutan yang memperkuat ketahanan pangan perkotaan. Temuan ini sejalan dengan rekomendasi FAO (Somerville et al., 2014) bahwa sistem aquaponics berskala mikro dapat menjadi instrumen strategis untuk pendidikan pangan dan diversifikasi produksi lokal di tengah isu krisis pangan global.

DISKUSI

Implementasi instalasi *bottle aquaponics* di eduwisata Dewi Kenangan membawa dua ranah implikasi utama. Dari sisi teoritis, intervensi ini memperkuat kerangka *experiential learning* dalam konteks produksi pangan urban. Dengan memberikan pengalaman langsung – merakit instalasi, mengamati siklus nutrisi ikan-tanaman, dan berinteraksi dengan sistem di lapangan – peserta tidak hanya menyerap pengetahuan teknis tetapi juga mentransformasi sikap dan niat adopsi teknologi pangan berkelanjutan untuk agenda *food security* pada intensi perilaku menuju produksi pangan *local food* (Crowe et al., 2025). Instalasi yang sederhana, visibel, dan dapat ditiru lebih cepat diadopsi oleh komunitas loka dengan sistem aquaponics kecil yang memanfaatkan bahan lokal dan desain *cost-effective* cenderung lebih berhasil dan berkelanjutan (Lobillo-Eguibar et al., 2020). Kajian literatur lain menunjukkan bahwa pendekatan berbasis aktivitas langsung pada sistem *aquaponics* meningkatkan literasi pangan (Sunny, Mithun, et al., 2021) dan intensi adopsi lebih tinggi dibandingkan hanya penyuluhan teoritis sehingga hal ini dapat digunakan pada proses edukasi masyarakat melalui eduwisata Dewi Kenangan.

Secara praktik, strategi ini memiliki implikasi bagi desain program penyebarluasan teknologi *food-security* urban melalui eduwisata. Pertama, eduwisata sebagai saluran harus memosisikan instalasi tidak sekadar sebagai objek pasif, tetapi sebagai pusat aktivitas edukatif – demo interaktif, workshop pengunjung, dan modul pelatihan komunitas. Kedua, teknologi harus dirancang dengan karakteristik *low-tech and high-replicability* (misalnya bahan limbah botol plastik, pompa sederhana, media tanam murah) agar hambatan adopsi minimal dan rumah tangga atau komunitas dapat mereplikasi dengan cepat (Salisu et al., 2024). Literatur menunjukkan bahwa skema *aquaponics* skala kecil berhasil ketika desain sederhana dan input lokal digunakan. Ketiga, monitoring dan model bisnis mikro perlu

disiapkan sejak awal mencakup pemeliharaan rutin, catatan panen, peluang pemasaran hasil atau paket edukasi, agar keberlanjutan teknis dan ekonomi dapat tercapai dan berkontribusi nyata pada ketahanan pangan urban (Manan et al., 2025). Studi review menetapkan bahwa tanpa komponen ekonomi dan dukungan teknis lanjut, banyak sistem *aquaponics urban* berhenti pada fase demonstrasi saja.

Dengan demikian, model *bottle aquaponics* di eduwisata Dewi Kenangan bukan hanya inovasi teknologi mikro, tetapi representasi strategi yang mengintegrasikan teori pembelajaran pengalaman dengan praktik produksi pangan lokal dan edukasi publik – memberi kontribusi ganda pada agenda *urban food security* dan pembangunan kapasitas komunitas (Garnida, 2023). Lebih lanjut, model penyebarluasan yang diusulkan tidak hanya berfungsi sebagai alat pemasaran eduwisata tetapi juga sebagai katalisator perubahan produksi pangan lokal, peningkatan literasi pangan, dan pemberdayaan komunitas dengan menghubungkan teori pembelajaran, adopsi inovasi, dan praktik *food security* di lingkungan urban. Implikasinya, institusi eduwisata dan pengelola program harus memperhitungkan desain pengalaman pengguna, keterjangkauan teknologi, kapasitas pelatihan berkelanjutan, dan saluran pemasaran pada pengguna akhir sebagai bagian integral dari strategi penyebarluasan yang efektif.

KESIMPULAN

Implementasi *bottle aquaponics* di Eduwisata Dewi Kenangan menunjukkan bahwa pendekatan berbasis komunitas dan *experiential learning* efektif dalam meningkatkan literasi pangan, keterampilan teknis, serta intensi adopsi praktik produksi pangan berkelanjutan. Instalasi yang sederhana, berbiaya rendah, dan mudah direplikasi tidak hanya mempercepat difusi inovasi di tingkat rumah tangga, tetapi juga memperluas dampak program melalui integrasi dengan eduwisata sebagai platform edukasi publik.

Secara teoretis, studi ini menegaskan bahwa kombinasi pembelajaran berbasis pengalaman dan desain teknologi yang mudah direplikasi merupakan mekanisme kunci dalam mendorong perubahan perilaku menuju *urban food security*. Secara praktis, model ini berfungsi sebagai intervensi yang skalabel dengan menghubungkan edukasi, produksi pangan lokal, dan peluang ekonomi komunitas dalam satu ekosistem terintegrasi.

Temuan ini mengimplikasikan bahwa keberhasilan program *urban food security* tidak hanya bergantung pada inovasi teknologi, tetapi juga pada desain pengalaman pengguna, keterjangkauan sistem, dan strategi diseminasi berbasis

komunitas. Dengan demikian, *bottle aquaponics* menawarkan model adaptif dan replikatif yang berpotensi diarusutamakan dalam kebijakan dan praktik pengembangan *urban food security* di wilayah perkotaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Negeri Surabaya atas bantuan dan pembiayaan pada kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) yang dilaksanakan di BUMDES Sejahtera Ponokawan, Krian, Sidoarjo. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada BUMDES Sejahtera Ponokawan atas kerja sama dan masukan mereka sehingga kegiatan ini dapat berjalan dengan baik.

PERNYATAAN BEBAS KONFLIK KEPENTINGAN

Seluruh penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan pada artikel PKM ini, di mana artikel ini ditulis sesuai dengan kegiatan kerjasama antara Fakultas Ekonomika dan Bisnis Unesa dengan BUMDES Sejahtera Ponokawan.

REFERENSI

- Arlinwibowo, J., & Retnawati, H. (2015). Developing Audio Tactile for Visually Impaired Students. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 6(4), 18–30.
- Badami, M. G., & Ramankutty, N. (2015). Urban agriculture and food security: A critique based on an assessment of urban land constraints. *Global Food Security*, 4, 8–15. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2014.10.003>
- Baskoro, A. G., Putri, V. A., & Putri, H. A. (2021). Sosialisasi Microgreen sebagai Pengenalan Bentuk Budidaya Sayuran Urban Farming di Desa Sarirogo Sidoarjo. *Jati Emas (Jurnal Aplikasi Teknik Dan Pengabdian Masyarakat)*, 5(3), 7–12.
- Chavan, M. (2009). The efficacy of web-based teaching in experiential learning. *Ubiquitous Learning: An International Journal*, 1(1), 45–56. <https://doi.org/10.18848/1835-9795/cgp/v01i01/40285>
- Cook, T. D., & Campbell, D. T. (1979). *Quasi-experimentation: Design & Analysis Issues in Field Settings*. MA: Houghton Mifflin.
- Crowe, I., Charlton, K. E., McMahon, A.-T., Rhind, I., & Kent, K. (2025). The Impact of Experiential Learning Using an Indoor Aquaponic System on Nutrition Students' Sustainable Food Knowledge and Behaviour. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 38(4), 1–10. <https://doi.org/doi.org/10.1111/jhn.70103>

- David, L. H., Pinho, S. M., Agostinho, F., Costa, J. I., Portella, M. C., Keesman, K. J., & Garcia, F. (2022). Sustainability of urban aquaponics farms: An emergy point of view. *Journal of Cleaner Production*, 331(129896). <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129896>
- Elfida. (2023). *Urban Farming: Solusi Ketahanan Pangan Rumah Tangga Perkotaan*. https://babelprov.go.id/artikel_detil/urban-farming-solusi-ketahanan-pangan-rumah-tangga-perkotaan
- Ennis, G., & West, D. (2010). Exploring the potential of social network analysis in asset-based community development practice and research. *Australian Social Work*, 63(4), 404–417. <https://doi.org/10.1080/0312407X.2010.508167>
- Garnida, Y. (2023). Aquaponics As a Solution for Family Food Security in Urban Areas. *Jurnal Multidisiplin Sahombu*, 3(01), 146–152. <https://doi.org/doi.org/10.58471/jms.v3i01.2428>
- Hendriadi, A. (2017). *Laporan Tahunan Badan Ketahanan Pangan 2019*.
- Hermanto, F. Y., Ranu, M. E., Pahlevi, T., Nugraha, J., Hidayati, B., Nnamdi, A. O., & Sholikah, M. (2024). Digitalization for family documents: Improving awareness of digital archives using Google Drive for facing industry 4.0. *Journal of Community Service and Empowerment*, 5(2), 364–375. <https://doi.org/10.22219/jcse.v5i2.30323>
- Hermanto, F. Y., Sutirman, Mar'atus, S., & Ranu, M. E. (2021). The effectiveness of distance practice learning for facing covid-19 pandemic in Indonesia. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 99(12), 2925–2936.
- Ibrahim, L. A., Shaghaleh, H., El-Kassar, G. M., Abu-Hashim, M., Elsadek, E. A., & Alhaj Hamoud, Y. (2023). Aquaponics: A Sustainable Path to Food Sovereignty and Enhanced Water Use Efficiency. *Water*, 15(24). <https://doi.org/doi.org/10.3390/w15244310>
- Jena, A. B., & Philipson, T. J. (2008). Cost-effectiveness analysis and innovation. *Journal of Health Economics*, 27(5), 1224–1236. <https://doi.org/10.1016/j.jhealeco.2008.05.010>
- Kistyanto, A., Hermanto, F. Y., Amirusholihin, & Nnamdi, A. O. (2024). Pendampingan Masyarakat Desa Ponokawan dalam Upaya Membangun Desa Eduwisata berbasis Urban Farming dengan konsep Pemberdayaan. *CARADDE: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(3), 481–489. <https://doi.org/doi.org/10.31960/caradde.v6i3.2182>
- Krisnawati, A., & Ma'ruf, M. F. (2016). Model Pemberdayaan Masyarakat Melalui Konsep Pertanian Perkotaan (Urban Farming) (Studi Pada Kelompok Tani Elok Mekar Sari Kelurahan Semolowaru Kota Surabaya). *Publika*, 4(4), 1–11.
- Lobillo-Eguibar, J., Fernández-Cabanás, V. M., Bermejo, L. A., & Pérez-Urrestarazu, L. (2020). Economic sustainability of small-scale aquaponic systems for food self-production. *Agronomy*, 10(10), 1–19. <https://doi.org/doi.org/10.3390/agronomy10101468>
- Manan, H., Jalilah, M., Kamaruzzan, A. S., Razman, M. M. A., Kasan, N. A., & Ikhwanuddin, M. (2025). Aquaponics: A Sustainable Technology for

- Aquaculture and Agriculture Food. *Planetary Sustainability*, 3(1), 33–44. <https://doi.org/doi.org/10.46754/ps.2025.01.004>
- Mariska, I. (2022). *Urban Farming: Solusi Bertani untuk Masyarakat Perkotaan*. <https://digitani.ipb.ac.id/urban-farming-solusi-bertani-untuk-masyarakat-perkotaan/>
- Mathie, A., & Cunningham, G. (2003). From clients to citizens: Asset-based Community Development as a strategy for community-driven development. *Development in Practice*, 13(5), 474–486. <https://doi.org/10.1080/0961452032000125857>
- Mathie, A., & Cunningham, G. (2005). Who is driving development? Reflections on the transformative potential of asset-based community development. *Canadian Journal of Development Studies*, 26(1), 175–186. <https://doi.org/10.1080/02255189.2005.9669031>
- Ng, A. K., & Mahkeswaran, R. (2021). Emerging and Disruptive Technologies for Urban Farming: A Review and Assessment. *Journal of Physics: Conference Series*, 2003(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2003/1/012008>
- Salisu, M. A., Oyebamiji, Y. O., Ahmed, O. K., Shamsudin, N. A., Fairuz, Y. S., Yusuff, O., Yusop, M. R., Sulaiman, Z., & Arolu, F. (2024). A systematic review of emerging trends in crop cultivation using soilless techniques for sustainable agriculture and food security in post-pandemic. *AIMS Agriculture and Food*, 9(2), 666–692. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2024036>
- Sanders, W., Parent, J., & Forehand, R. (2018). Parenting to Reduce Child Screen Time: A Feasibility Pilot Study. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 39(1), 46–54. <https://doi.org/10.1097/DBP.0000000000000501>
- Sari, P. M., & Yarza, H. N. (2021). Pelatihan Penggunaan Aplikasi Quizizz dan Wordwall pada Pembelajaran IPA bagi Guru-Guru SDIT Al-Kahfi. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(2), 195–199. <https://doi.org/doi.org/10.31764/jpmb.v4i2.4112>
- Sholikah, M., Sutirman, S., & Hermanto, F. Y. (2020). Can The Social Mission Model Improve the Students' Interest? *Jurnal Pendidikan Ekonomi Dan Bisnis (JPEB)*, 8(1), 54–65. <https://doi.org/10.21009/jpeb.008.1.6>
- Sihgiyanti, V. J. (2016). Evaluasi Implementasi Program Urban Farming Oleh Dinas Pertanian Di Kota Surabaya. *Kebijakan Dan Manajemen Publik*, 4(2), 264–272. <http://journal.unair.ac.id/download-fullpapers-kmpda2908f5e4full.pdf>
- Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A., & Lovatelli, A. (2014). Small-Scale Aquaponic Food Production: Integrated Fish and Plant Farming. In *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. <https://www.fao.org/3/i4021e/i4021e.pdf>
- Sunny, A. R., Islam, M. M., Rahman, M., Miah, M. Y., Mostafiz, M., Islam, N., Hossain, M. Z., Chowdhury, M. A., Islam, M. A., & Keus, H. J. (2019). Cost effective aquaponics for food security and income of farming households in coastal Bangladesh. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 45, 89–97. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.ejar.2019.01.003>

- Sunny, A. R., Mithun, M. H., Prodhan, S. H., Ashrafuzzaman, M., Rahman, S. M. A., Billah, M. M., Hussain, M., Ahmed, K. J., Sazzad, S. A., Alam, M. T., Rashid, A., & Hossain, M. M. (2021). Fisheries in the context of attaining sustainable development goals (Sdgs) in bangladesh: Covid-19 impacts and future prospects. *Sustainability*, 13(17).
<https://doi.org/doi.org/10.3390/su13179912>
- Sunny, A. R., Sazzad, S. A., Prodhan, S. H., Ashrafuzzaman, M., Datta, G. C., Sarker, A. K., Rahman, M., & Mithun, M. H. (2021). Assessing impacts of COVID-19 on aquatic food system and small-scale fisheries in Bangladesh. *Marine Policy*, 126(104422).
<https://doi.org/doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104422>
- Syaifullah, Y. (2013). Ketahanan Pangan Dan Pola Distribusi Beras Di Propinsi Jawa Timur. *JEJAK: Jurnal Ekonomi Dan Kebijakan*, 6(2), 103–213.
<https://doi.org/10.15294/jejak.v7i1.3596>
- Tüysüz, C. (2010). The Effect of the Virtual Laboratory on Students' Achievement and Attitude in Chemistry. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2(1), 37–53.
- Yusoff, N. H. B., Hussain, M. R. M., & Tukiman, I. (2017). Roles of Community towards Urban Farming Activities. *Planning Malaysia Journal*, 15(1), 271–278.
<https://doi.org/10.21837/pmjournal.v15.i6.243>