

INOVASI TEKNOLOGI URBAN FARMING: ANALISIS LITERATUR TENTANG EFEKTIVITAS HIDROPONIK, VERTIKULTUR, DAN AKUAPONIK DI PERKOTAAN

Rita Hayati

Universitas Muhammadiyah Bengkulu
ritahayati@umb.ac.id

Al-Amin

Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia
al.amin-2024@feb.unair.ac.id

Abstract

Urban farming is an agricultural innovation that is rapidly developing in urban areas in response to land constraints and increasing food demand. This study aims to analyse the effectiveness of three main urban farming technologies, namely hydroponics, vertical farming, and aquaponics, through a literature review. The analysis results indicate that hydroponics offers optimal water use efficiency and nutrient control, resulting in high-quality yields on limited land. Vertical farming maximises the use of vertical space, increases productivity, and provides aesthetic value to the urban environment. Meanwhile, aquaponics integrates fish farming and plant cultivation in a closed system, producing two commodities simultaneously while conserving water and land resources. Although these three technologies have significant advantages, challenges such as initial investment requirements, dependence on electricity and clean water, and the need for technical knowledge remain major obstacles. Policy support, training, and cross-sector collaboration are essential to expand the adoption and sustainability of urban farming technologies in urban areas. Overall, innovations in hydroponic, vertical farming, and aquaponics technologies have the potential to become strategic solutions for achieving food, economic, and environmental sustainability in the future.

Keywords: *Urban farming, hydroponics, vertical farming, aquaponics, technological innovation, food security, urban areas*

Abstrak

Urban farming merupakan inovasi pertanian yang berkembang pesat di kawasan perkotaan sebagai respons terhadap keterbatasan lahan dan meningkatnya kebutuhan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas tiga teknologi utama urban farming, yaitu hidroponik, vertikultur, dan akuaponik, melalui studi literatur. Hasil analisis menunjukkan bahwa hidroponik menawarkan efisiensi penggunaan air dan kontrol nutrisi yang optimal, sehingga menghasilkan panen berkualitas tinggi di lahan terbatas. Vertikultur memaksimalkan pemanfaatan ruang vertikal, meningkatkan produktivitas, dan memberikan nilai estetika pada lingkungan urban. Sementara itu, akuaponik mengintegrasikan budidaya ikan dan tanaman dalam satu sistem tertutup, menghasilkan dua komoditas sekaligus serta menghemat sumber daya air dan lahan. Meskipun ketiga teknologi ini memiliki keunggulan signifikan, tantangan seperti

kebutuhan investasi awal, ketergantungan pada listrik dan air bersih, serta perlunya pengetahuan teknis masih menjadi hambatan utama. Dukungan kebijakan, pelatihan, dan kolaborasi lintas sektor sangat diperlukan untuk memperluas adopsi dan keberlanjutan teknologi urban farming di perkotaan. Secara keseluruhan, inovasi teknologi hidroponik, vertikultur, dan akuaponik berpotensi menjadi solusi strategis dalam mewujudkan ketahanan pangan, ekonomi, dan lingkungan yang berkelanjutan di masa depan.

Kata Kunci: Urban farming, hidroponik, vertikultur, akuaponik, inovasi teknologi, ketahanan pangan, perkotaan

Pendahuluan

Urbanisasi yang pesat di berbagai kota besar dunia, termasuk Indonesia, telah menimbulkan tantangan serius dalam penyediaan lahan pertanian di kawasan perkotaan. Sekitar 56,7% penduduk Indonesia tinggal di wilayah perkotaan dan proporsi ini diprediksi meningkat hingga 70% pada tahun 2035. Peningkatan jumlah penduduk di perkotaan secara langsung mendorong naiknya permintaan pangan, sementara lahan yang tersedia untuk produksi pertanian semakin terbatas akibat alih fungsi lahan menjadi kawasan industri, perkantoran, dan permukiman (Akintuyi, 2024).

Permasalahan keterbatasan lahan ini menyebabkan ketergantungan kota terhadap pasokan pangan dari daerah pedesaan. Ketergantungan ini menimbulkan berbagai risiko, seperti kualitas bahan pangan yang menurun akibat jarak distribusi yang jauh, harga yang lebih tinggi, serta potensi terjadinya krisis pangan ketika pasokan terganggu. Data menunjukkan bahwa penduduk miskin kota di negara berkembang harus menyisihkan 30–60% dari pendapatannya untuk membeli bahan makanan, yang berarti mereka membayar lebih mahal dibandingkan masyarakat desa (Gurung et al., 2024).

Sebagai respons atas tantangan tersebut, konsep urban farming atau pertanian perkotaan mulai berkembang. Urban farming merupakan pemanfaatan lahan kosong atau pekarangan rumah di perkotaan untuk kegiatan pertanian, baik bercocok tanam maupun beternak. Gerakan urban farming di Indonesia sendiri mulai dikenal luas sejak tahun 2011, dipelopori oleh komunitas seperti Jakarta Berkebun dan Indonesia Berkebun, yang memanfaatkan media sosial untuk menyebarkan semangat berkebun di kota-kota besar (Yapp, 2025).

Urban farming tidak hanya bertujuan memenuhi kebutuhan pangan keluarga, tetapi juga memberikan kontribusi pada ketahanan pangan nasional, menambah penghasilan, serta menjadi sarana rekreasi dan edukasi bagi masyarakat kota. Selain itu, urban farming turut mendukung pembangunan berkelanjutan dengan mengubah lahan-lahan tidur menjadi lahan produktif yang ramah lingkungan (Suparta & Julyantoro, 2024).

Berbagai metode inovatif telah dikembangkan dalam praktik urban farming, di antaranya hidroponik, vertikultur, dan akuaponik. Hidroponik memungkinkan budidaya

tanaman tanpa tanah dengan efisiensi penggunaan air dan nutrisi yang tinggi, sehingga sangat cocok untuk lahan terbatas di perkotaan. Vertikultur memanfaatkan ruang vertikal untuk meningkatkan hasil panen, sedangkan akuaponik mengintegrasikan budidaya ikan dan tanaman dalam satu sistem yang saling menguntungkan (Wirza & Nazir, 2021).

Implementasi urban farming terbukti mampu meningkatkan keberagaman pangan, menghemat pengeluaran rumah tangga, dan bahkan menciptakan peluang kewirausahaan baru di perkotaan. Program-program seperti Buruan SAE di Kota Bandung menjadi contoh keberhasilan urban farming dalam menurunkan ketergantungan pangan dari luar kota dan mengurangi pengeluaran konsumsi sayur rumah tangga hingga 15%. Keberhasilan tersebut menunjukkan bahwa urban farming dapat menjadi solusi strategis dalam menghadapi ancaman perubahan iklim dan krisis pangan di masa depan (Laimeheriwa, 2024). Namun, urban farming juga menghadapi sejumlah tantangan, seperti keterbatasan lahan, ketersediaan air bersih, dan kebutuhan akan edukasi serta teknologi yang memadai bagi masyarakat. Oleh karena itu, inovasi teknologi menjadi kunci utama untuk mengoptimalkan hasil urban farming di perkotaan. Penggunaan sistem otomatisasi, sensor lingkungan, serta pengembangan varietas tanaman yang adaptif terhadap lingkungan perkotaan menjadi fokus utama dalam pengembangan urban farming modern (David, 2022).

Selain aspek teknis, urban farming juga memberikan dampak positif pada aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan. Kegiatan ini dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat, memperkuat solidaritas sosial, serta memperbaiki kualitas udara dan mengurangi efek pulau panas di perkotaan. Urban farming juga berperan dalam membangun budaya pangan lokal yang berkelanjutan dan memperpendek rantai distribusi pangan, sehingga harga bahan pangan menjadi lebih terjangkau (Panunggul et al., 2024).

Peran pemerintah dan komunitas sangat penting dalam mendukung pengembangan urban farming. Kebijakan yang mendukung pemanfaatan lahan tidur, pelatihan teknologi pertanian modern, serta insentif ekonomi bagi pelaku urban farming dapat mempercepat adopsi teknologi dan memperluas dampak positifnya. Sinergi antara pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta diperlukan untuk menciptakan ekosistem urban farming yang berkelanjutan ('Optimizing the Use of Used Materials for Hydroponic Growing Media in Urban Farming', 2024).

Seiring berkembangnya inovasi teknologi, urban farming diharapkan mampu menjawab tantangan pangan perkotaan secara lebih efektif. Analisis literatur tentang efektivitas hidroponik, vertikultur, dan akuaponik menjadi penting untuk memahami keunggulan, keterbatasan, serta peluang pengembangan teknologi urban farming di masa depan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara komprehensif efektivitas berbagai inovasi teknologi urban farming sebagai solusi ketahanan pangan, ekonomi, dan lingkungan di perkotaan.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam kajian ini adalah studi literatur dengan pendekatan kualitatif, yaitu menelaah dan menganalisis berbagai sumber akademik seperti jurnal ilmiah, buku, laporan penelitian, dan artikel relevan yang membahas inovasi teknologi urban farming, khususnya hidroponik, vertikultur, dan akuaponik di lingkungan perkotaan (Eliyah & Aslan, 2025). Pendekatan ini dipilih untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai efektivitas, keunggulan, serta tantangan dari masing-masing teknologi berdasarkan hasil-hasil penelitian terdahulu. Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis secara tematik dan komparatif guna mengidentifikasi pola, perbedaan, dan peluang pengembangan teknologi urban farming di perkotaan (Ferrari, 2020).

Hasil dan Pembahasan

Efektivitas Teknologi Hidroponik, Vertikultur, Dan Akuaponik Dalam Urban Farming Di Perkotaan

Urban farming di perkotaan telah menjadi solusi inovatif dalam menghadapi keterbatasan lahan dan meningkatnya kebutuhan pangan masyarakat kota. Salah satu teknologi yang banyak diadopsi adalah hidroponik, yang memungkinkan budidaya tanaman tanpa tanah dengan memanfaatkan larutan nutrisi berbasis air. Sistem ini sangat sesuai untuk lingkungan perkotaan yang memiliki ruang terbatas, karena dapat diatur secara vertikal dan memaksimalkan penggunaan area sempit seperti balkon atau atap gedung. Efisiensi penggunaan air menjadi keunggulan utama hidroponik, di mana sistem ini mampu menghemat hingga 90% air dibandingkan pertanian konvensional, sebab air yang digunakan dapat didaur ulang dalam sistem tertutup (Panunggul et al., 2024).

Selain efisiensi air, hidroponik juga menawarkan kontrol nutrisi yang lebih baik sehingga pertumbuhan tanaman menjadi optimal dan hasil panen lebih berkualitas. Tanaman hidroponik cenderung tumbuh lebih cepat dan menghasilkan panen yang lebih banyak dalam waktu singkat. Kualitas hasil panen pun lebih terjaga karena tanaman tidak terpapar langsung dengan tanah yang mungkin mengandung patogen atau polutan. Namun, implementasi hidroponik memerlukan investasi awal yang cukup besar untuk instalasi sistem dan peralatan, serta membutuhkan pengetahuan teknis mengenai pengelolaan nutrisi dan pemeliharaan sistem agar hasil yang diperoleh optimal (Seid & Endris, 2025).

Teknologi vertikultur juga menjadi pilihan efektif dalam urban farming, terutama untuk memanfaatkan ruang vertikal di lingkungan perkotaan. Vertikultur adalah teknik budidaya tanaman secara vertikal, biasanya menggunakan rak, pipa, atau dinding, sehingga memungkinkan masyarakat menanam lebih banyak tanaman dalam area terbatas. Selain meningkatkan produktivitas, vertikultur juga memberikan nilai estetika

pada lingkungan perkotaan, seperti dinding hijau atau taman vertikal yang dapat memperbaiki kualitas udara dan mengurangi efek pulau panas di kota (Maryono, 2018).

Keunggulan vertikultur terletak pada kemudahan implementasi dan keterjangkauan biaya. Masyarakat dapat memanfaatkan bahan bekas seperti botol plastik atau pipa PVC untuk membuat sistem vertikultur sederhana di rumah. Sistem ini relatif mudah dirawat dan tidak memerlukan teknologi tinggi, sehingga dapat diadopsi oleh berbagai kalangan masyarakat. Namun, vertikultur juga memiliki tantangan, seperti kebutuhan perawatan yang lebih intensif, terutama dalam hal penyiraman dan pemupukan, serta keterbatasan jenis tanaman yang dapat dibudidayakan, karena sistem ini kurang cocok untuk tanaman berakar besar atau yang membutuhkan ruang tumbuh luas (Rakhmadi et al., 2024).

Akuaponik merupakan integrasi antara budidaya ikan (akuakultur) dan tanaman (hidroponik) dalam satu sistem tertutup. Limbah dari ikan digunakan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman, sementara tanaman berperan sebagai biofilter yang membersihkan air sebelum kembali ke kolam ikan. Akuaponik sangat efisien dalam penggunaan air dan lahan, serta ramah lingkungan karena tidak memerlukan pupuk atau pestisida kimia. Sistem ini juga menghasilkan dua produk sekaligus, yaitu ikan dan sayuran, sehingga meningkatkan nilai ekonomi bagi pelaku urban farming (Setiawan, 2024).

Implementasi akuaponik di lingkungan perkotaan terbukti mampu meningkatkan ketahanan pangan dan pendapatan masyarakat. Hasil panen dapat dikonsumsi sendiri atau dijual untuk menambah pemasukan rumah tangga. Selain itu, pelatihan dan pendampingan dalam pengelolaan akuaponik dapat meningkatkan kompetensi masyarakat, sehingga mereka mampu mengelola sistem secara mandiri dan berkelanjutan. Akuaponik juga memiliki keunggulan dalam hal efisiensi sumber daya, karena sistem ini dapat menghemat konsumsi air dan lahan, serta mengurangi limbah organik yang dihasilkan dari budidaya ikan dan tanaman (Solikah et al., 2020).

Namun, akuaponik memerlukan investasi awal yang cukup besar dan ketergantungan pada listrik untuk menjalankan pompa sirkulasi air. Selain itu, sistem ini membutuhkan pengetahuan teknis yang lebih kompleks dibandingkan hidroponik atau vertikultur, sehingga pelatihan dan pendampingan menjadi faktor penting dalam keberhasilan implementasi akuaponik di perkotaan. Meskipun demikian, akuaponik menawarkan solusi berkelanjutan untuk urban farming, terutama dalam menghadapi tantangan keterbatasan lahan dan kebutuhan pangan yang terus meningkat di perkotaan (Rahayu & Dewi, 2020).

Ketiga teknologi—hidroponik, vertikultur, dan akuaponik—memiliki efektivitas tinggi dalam mendukung urban farming di perkotaan. Hidroponik unggul dalam efisiensi air dan produktivitas, vertikultur optimal dalam pemanfaatan ruang sempit, sedangkan akuaponik menawarkan keberlanjutan dan hasil ganda berupa ikan dan sayuran. Efektivitas ketiga teknologi ini juga didukung oleh kemampuan mereka dalam

meningkatkan ketahanan pangan, menghemat pengeluaran rumah tangga, dan menciptakan peluang kewirausahaan baru di perkotaan (Dewi et al., 2020).

Dampak sosial dan ekonomi dari penerapan teknologi urban farming juga sangat signifikan. Urban farming dapat memperkuat solidaritas sosial, memperbaiki kualitas udara, dan mengurangi efek pulau panas di perkotaan. Selain itu, kegiatan ini berperan dalam membangun budaya pangan lokal yang berkelanjutan dan memperpendek rantai distribusi pangan, sehingga harga bahan pangan menjadi lebih terjangkau bagi masyarakat kota (Ninasari, 2024).

Peran pemerintah dan komunitas sangat penting dalam mendukung pengembangan urban farming. Kebijakan yang mendukung pemanfaatan lahan tidur, pelatihan teknologi pertanian modern, serta insentif ekonomi bagi pelaku urban farming dapat mempercepat adopsi teknologi dan memperluas dampak positifnya. Sinergi antara pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta diperlukan untuk menciptakan ekosistem urban farming yang berkelanjutan (Rajendran, 2024).

Meskipun demikian, urban farming juga menghadapi sejumlah tantangan, seperti keterbatasan lahan, ketersediaan air bersih, dan kebutuhan akan edukasi serta teknologi yang memadai bagi masyarakat. Oleh karena itu, inovasi teknologi menjadi kunci utama untuk mengoptimalkan hasil urban farming di perkotaan. Penggunaan sistem otomatisasi, sensor lingkungan, serta pengembangan varietas tanaman yang adaptif terhadap lingkungan perkotaan menjadi fokus utama dalam pengembangan urban farming modern (Rajaseger, 2023).

Analisis literatur menunjukkan bahwa efektivitas hidroponik, vertikultur, dan akuaponik sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti ketersediaan sumber daya, pengetahuan teknis, dan dukungan kebijakan. Dengan pelatihan dan dukungan yang tepat, teknologi ini dapat diadopsi secara luas untuk meningkatkan ketahanan pangan, ekonomi, dan kualitas lingkungan perkotaan. Keberhasilan implementasi teknologi urban farming juga sangat bergantung pada partisipasi aktif masyarakat dan kolaborasi lintas sektor (Atiar Rahman, 2025).

Secara keseluruhan, hidroponik, vertikultur, dan akuaponik merupakan inovasi teknologi yang efektif dalam mendukung urban farming di perkotaan. Ketiganya mampu menjawab tantangan keterbatasan lahan, meningkatkan produktivitas, dan memberikan dampak positif bagi lingkungan dan masyarakat. Dengan pengembangan yang berkelanjutan dan dukungan dari berbagai pihak, urban farming berbasis teknologi dapat menjadi solusi strategis dalam menghadapi ancaman perubahan iklim dan krisis pangan di masa depan.

Keunggulan Dan Tantangan Teknologi Hidroponik, Vertikultur, Dan Akuaponik Dalam Urban Farming Di Perkotaan

Teknologi hidroponik, vertikultur, dan akuaponik telah menjadi pilar utama dalam pengembangan urban farming di perkotaan. Masing-masing teknologi ini

menawarkan keunggulan yang signifikan, namun juga menghadapi tantangan yang perlu diatasi agar dapat diadopsi secara luas dan berkelanjutan (Baniya et al., 2025).

Hidroponik dikenal sebagai solusi pertanian tanpa tanah yang sangat efisien untuk lahan terbatas di perkotaan. Keunggulan utama hidroponik adalah kemampuannya untuk memanfaatkan ruang sempit, seperti balkon atau atap gedung, sehingga sangat cocok untuk lingkungan urban yang padat penduduk. Selain itu, hidroponik mampu menghemat penggunaan air hingga 90% dibandingkan pertanian konvensional karena air yang digunakan dapat didaur ulang dalam sistem tertutup (Zaskar, 2024).

Sistem hidroponik juga memberikan kontrol nutrisi yang lebih baik, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi optimal dan hasil panen lebih berkualitas. Tanaman hidroponik cenderung tumbuh lebih cepat, bebas dari hama tanah, dan tidak tergantung musim, sehingga produksi dapat berlangsung sepanjang tahun. Hasil panen yang dihasilkan pun lebih segar, renyah, dan tahan lama, serta lebih higienis karena minim penggunaan pestisida (Garnida, 2023).

Namun, hidroponik juga memiliki tantangan yang tidak bisa diabaikan. Investasi awal yang dibutuhkan untuk instalasi sistem, peralatan, dan nutrisi relatif tinggi, sehingga menjadi hambatan bagi masyarakat dengan modal terbatas. Selain itu, hidroponik sangat bergantung pada ketersediaan listrik dan air bersih berkualitas, serta membutuhkan pengetahuan teknis dalam pengelolaan nutrisi, pH, dan pemeliharaan sistem agar hasil optimal dapat dicapai (Shareef, 2024).

Vertikultur merupakan teknik budidaya tanaman secara vertikal yang sangat efektif dalam memanfaatkan ruang sempit di perkotaan. Keunggulan vertikultur terletak pada efisiensi penggunaan lahan, di mana satu meter persegi lahan dapat menghasilkan lebih banyak tanaman dibandingkan sistem konvensional. Sistem ini juga menghemat penggunaan pupuk dan pestisida karena media tanam yang digunakan lebih steril dan terkontrol (Paturu, 2024). Selain efisiensi, vertikultur juga memberikan nilai estetika pada lingkungan perkotaan. Instalasi vertikultur dapat memperindah pekarangan rumah, menciptakan suasana alami, dan membantu mengurangi efek pulau panas di kota. Sistem ini juga mudah dipindahkan dan dapat diterapkan baik di dalam maupun luar ruangan, sehingga fleksibel untuk berbagai kondisi lahan (Akintuyi, 2024).

Tantangan utama vertikultur adalah kebutuhan perawatan yang lebih intensif, terutama dalam hal penyiraman dan pemupukan. Tanaman harus dirawat secara kontinu agar tidak mengalami kekeringan atau kekurangan nutrisi. Selain itu, investasi awal untuk membeli peralatan vertikultur seperti pipa paralon, rak, dan media tanam juga cukup besar, meskipun dapat diatasi dengan memanfaatkan bahan bekas. Tidak semua jenis tanaman cocok untuk sistem ini, umumnya hanya tanaman berumur pendek dan berakar kecil yang dapat tumbuh optimal (Gurung et al., 2024).

Akuaponik merupakan integrasi antara budidaya ikan (akuakultur) dan tanaman (hidroponik) dalam satu sistem tertutup. Keunggulan utama akuaponik adalah efisiensi

penggunaan lahan dan air, serta kemampuan menghasilkan dua produk sekaligus, yaitu ikan dan sayuran, dalam satu unit produksi. Sistem ini sangat ramah lingkungan karena limbah ikan digunakan sebagai sumber nutrisi alami bagi tanaman, sementara tanaman berperan sebagai biofilter yang membersihkan air sebelum kembali ke kolam ikan (Yapp, 2025).

Akuaponik juga menawarkan solusi berkelanjutan untuk urban farming, terutama di daerah dengan lahan sempit dan keterbatasan air. Sistem ini tidak memerlukan pupuk kimia, hemat tenaga, dan dapat diterapkan di pekarangan rumah, rooftop, atau bahkan di dalam ruangan dengan pencahayaan buatan. Selain itu, akuaponik dapat meningkatkan ketahanan pangan dan pendapatan masyarakat perkotaan melalui produksi ganda yang bernilai ekonomi tinggi. Namun, tantangan akuaponik cukup kompleks. Investasi awal yang dibutuhkan untuk instalasi sistem, kolam ikan, pompa, dan peralatan lainnya relatif tinggi (Suparta & Julyantoro, 2024).

Sistem ini juga sangat bergantung pada listrik untuk menjalankan pompa sirkulasi air dan membutuhkan pengetahuan teknis yang lebih mendalam dibandingkan hidroponik atau vertikultur. Ketersediaan sumber daya manusia yang terampil, dukungan infrastruktur, dan konsistensi perawatan menjadi faktor penentu keberhasilan akuaponik di perkotaan. Selain tantangan teknis dan finansial, keberhasilan implementasi ketiga teknologi ini juga sangat dipengaruhi oleh dukungan kebijakan, pelatihan, dan partisipasi aktif masyarakat. Pemerintah dan komunitas perlu berperan dalam memberikan edukasi, insentif, serta akses terhadap teknologi dan pasar agar urban farming berbasis hidroponik, vertikultur, dan akuaponik dapat berkembang secara optimal (Wirza & Nazir, 2021).

Secara keseluruhan, hidroponik, vertikultur, dan akuaponik menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi keterbatasan lahan, meningkatkan produktivitas, dan mendukung ketahanan pangan di perkotaan. Keunggulan utama terletak pada efisiensi ruang, penghematan air, dan potensi hasil panen yang lebih tinggi serta lebih sehat. Namun, tantangan berupa kebutuhan investasi awal, pengetahuan teknis, dan infrastruktur pendukung harus diatasi melalui kolaborasi lintas sektor.

Dengan pengembangan yang berkelanjutan dan dukungan dari berbagai pihak, teknologi urban farming ini dapat menjadi solusi strategis dalam menghadapi tantangan perubahan iklim, krisis pangan, dan urbanisasi yang pesat. Inovasi dan adaptasi teknologi menjadi kunci utama untuk memastikan keberlanjutan dan manfaat jangka panjang bagi masyarakat perkotaan.

Kesimpulan

Inovasi teknologi urban farming melalui penerapan hidroponik, vertikultur, dan akuaponik terbukti efektif dalam mengatasi keterbatasan lahan dan meningkatkan ketahanan pangan di perkotaan. Hidroponik menawarkan efisiensi penggunaan air yang sangat tinggi, kontrol nutrisi yang optimal, serta hasil panen yang berkualitas dan

berkelanjutan. Vertikultur memaksimalkan pemanfaatan ruang sempit dengan sistem tanam vertikal, sehingga cocok untuk lingkungan urban yang padat penduduk. Sementara itu, akuaponik mengintegrasikan budidaya ikan dan tanaman dalam satu sistem tertutup, menghasilkan dua komoditas sekaligus dan menghemat sumber daya air serta lahan.

Meskipun ketiga teknologi ini memiliki keunggulan signifikan, tantangan tetap ada, seperti kebutuhan investasi awal yang relatif tinggi, ketergantungan pada listrik dan air bersih, serta perlunya pengetahuan teknis dalam pengelolaan sistem. Dukungan pelatihan, insentif, dan kebijakan dari pemerintah serta kolaborasi dengan komunitas sangat penting untuk memperluas adopsi dan keberhasilan implementasi teknologi urban farming di perkotaan.

Secara keseluruhan, literatur menunjukkan bahwa hidroponik, vertikultur, dan akuaponik merupakan solusi inovatif yang mampu meningkatkan produktivitas, efisiensi sumber daya, dan keberlanjutan lingkungan di kawasan urban. Dengan pengembangan berkelanjutan dan dukungan lintas sektor, teknologi ini berpotensi menjadi pilar utama dalam mewujudkan ketahanan pangan, ekonomi, dan lingkungan yang lebih baik di masa depan.

References

- Akintuyi, O. B. (2024). Vertical farming in urban environments: A review of architectural integration and food security. *Open Access Research Journal of Biology and Pharmacy*, 10(2), 114–126. <https://doi.org/10.53022/oarjbp.2024.10.2.0017>
- Atiar Rahman, M. (2025). Hydroponics Review and a Proposed Automated Monitoring System. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 14(1).
- Baniya, U., Khaniya, S., & Karki, R. (2025). Evaluating the Economic Feasibility of Hydroponics in Urban Agriculture at Kathmandu, Nepal. *Nepalese Journal of Agricultural Sciences*, 28.
- David, L. H. (2022). Sustainability of urban aquaponics farms: An emergy point of view. *Journal of Cleaner Production*, 350. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131567>
- Dewi, T. R., Rahayu, T., & Solikah, U. N. (2020). Optimalisasi Urban Farming dengan Vertikultur Sayuran. *Wasana Nyata*, 3(2), 168–173. <https://doi.org/10.36587/wasananyata.v3i2.529>
- Eliyah, E., & Aslan, A. (2025). STAKE'S EVALUATION MODEL: METODE PENELITIAN. *Prosiding Seminar Nasional Indonesia*, 3(2), Article 2.
- Ferrari, R. (2020). Writing narrative style literature reviews. *Medical Writing*, 24(4), 230–235. <https://doi.org/10.1179/2047480615Z.000000000329>
- Garnida, Y. (2023). Aquaponics as a Solution for Family Food Security in Urban Areas. *Jurnal Manajemen Sumberdaya*, 4(2).
- Gurung, L., Rawal, J. S., RC, P., Joshi, G. R., & Mandal, A. (2024). Vertical Farming in Urban Agriculture: Opportunities, Challenges, and Future Directions. *Big Data in Agriculture*, 6(2), 106–112. <https://doi.org/10.26480/bda.02.2024.106.112>

- Laimheheriwa, B. M. (2024). The Efficiency of Aquaponic Systems in Fish and Crop Production: A Case Study in an Urban Environment. *Grouper*, 15(2), 146–156. <https://doi.org/10.30736/grouper.v15i2.232>
- Maryono. (2018). Pertanian Perkotaan, Solusi Inovatif untuk Ketahanan Pangan di Tengah Kota. *Flora: Jurnal Kajian Ilmu Pertanian Dan Perkebunan*, 2(1), 188–198. <https://doi.org/10.62951/flora.v2i1.265>
- Ninasari, A. (2024). Inovasi Teknologi Pertanian: Pengaruh Sistem Hidroponik terhadap Pertumbuhan Sayuran. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 7(4), 17090–17094. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v7i4.38574>
- Optimizing the Use of Used Materials for Hydroponic Growing Media in Urban Farming. (2024). *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 4(1).
- Panunggul, V. B., Sitanini, A., Putranto, A. H., & Susanto, N. H. A. (2024). Sosialisasi Pemanfaatan Lahan Sempit untuk Budidaya Sayuran Vertikultur. *Cakrawala: Jurnal Pengabdian Masyarakat Global*, 4(1), 244–254. <https://doi.org/10.30640/cakrawala.v4i1.3928>
- Paturu, P. (2024). A case study of hydroponic urban farming models in India. *Science of The Total Environment*, 924. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171234>
- Rahayu, T., & Dewi, T. R. (2020). Optimalisasi Urban Farming dengan Vertikultur Sayuran. *Wasana Nyata: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 168–173. <https://doi.org/10.36587/wasananyata.v3i2.529>
- Rajaseger, G. (2023). Hydroponics: Current trends in sustainable crop production. *Frontiers in Plant Science*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.10625363>
- Rajendran, S. (2024). Hydroponics: Exploring innovative solutions for sustainable urban agriculture. *Heliyon*, 10(5). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25488>
- Rakhmadi, A. A., Ahmad, S. S., & Sari, S. S. (2024). Pengembangan Sistem Akuaponik Vertikal untuk Optimalisasi Pemanfaatan Ruang di Perkotaan pada Akuaponik Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO. *Router: Jurnal Teknik Informatika Dan Terapan*, 2(4), 132–145. <https://doi.org/10.62951/router.v2i4.293>
- Seid, J., & Endris, G. (2025). Role of vertical farming for sustainable urban horticulture: A review. *Advances in Horticultural Science*, 39(1), 69–80. <https://doi.org/10.36253/ahsc-16549>
- Setiawan, T. (2024). Pangan, Urban, Farming, Berkelanjutan. *Jurnal Pengabdian Sosial*, 4(1).
- Shareef, U. (2024). A Systematic Literature Review on Parameters Optimization for Hydroponic Crop Production. *Smart Agriculture Technology*, 5(3). <https://doi.org/10.3390/smartagtech5030073>
- Solikhah, U. N., Rahayu, T., & Dewi, T. R. (2020). Optimalisasi Urban Farming dengan Vertikultur Sayuran. *Wasana Nyata*, 3(2), 168–173. <https://doi.org/10.36587/WASANANYATA.V3I2.529>
- Suparta, I. K., & Julyantoro, P. G. S. (2024). Urban Farming Berbasis Akuaponik pada Lahan Sempit sebagai Alternatif Ketahanan Pangan di Masa Depan. *Buletin Udayana Mengabdi*, 24(2), 163–168. <https://doi.org/10.24843/BUM.2025.v24.i02.p14>

- Wirza, R., & Nazir, S. (2021). Urban aquaponics farming and cities- a systematic literature review. *Reviews on Environmental Health*, 36(1), 47–61. <https://doi.org/10.1515/reveh-2020-0064>
- Yapp, E. H. T. (2025). Urban farming: The challenges of hydroponic and vertical farming in Malaysia. *Cogent Food & Agriculture*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2448601>
- Zaskar, S. (2024). Aquaponics Solutions for Urban Agriculture and Food Resilience. *Journal of Fisheries & Livestock Production*, 12(4).