

Agro-Techono Urban Farming Development Model to Strengthen Integrated Agriculture and Tourism

Narita Amni Rosadi^{1*}

¹Fakultas Pertanian, Universitas Islam Al-Azhar, Mataram, Indonesia;

Article Info	Abstract
<i>Article History</i> Received: June 16th, 2025 Revised: August 1st, 2025 Accepted: August 29th, 2025 Published: August 31th, 2025 *Corresponding Author: Narita Amni Rosadi, Fakultas Pertanian/Universitas Islam Al-Azhar, Mataram, Indonesia; e-mail: naritaamnirosadi@unizar.com.id	Agro-Techono Urban Farming is a rapidly growing technological innovation in agriculture, offering effective solutions to the challenges faced by the agricultural sector amid urbanization and population growth. This study aims to explore the implementation of Agro-Techono Urban Farming in various cities worldwide, focusing on its benefits, challenges, and impacts. The research method used is a literature review, involving an analysis of academic sources and case studies from regions that have adopted smart farming technologies such as the Internet of Things (IoT), drones, soil sensors, and data-driven agricultural management systems. The findings indicate that these technologies improve productivity, enhance water and fertilizer use efficiency, reduce operational costs, and strengthen urban food security. For instance, soil sensors enable real-time monitoring of moisture levels, allowing more efficient irrigation, while drones facilitate early detection of pests and plant diseases. However, the adoption of these technologies faces several challenges, including limited access, lack of training, regulatory constraints, and high initial investment costs. In conclusion, the successful implementation of Agro-Techono Urban Farming requires strong support from both government and the private sector through training programs, resources, and incentives for farmers. Keywords: Agro-Techono Urban Farming; smart farming; IoT; resource efficiency; food security; agricultural technology

© 2025 The Authors. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 5.0 International License.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan populasi global yang pesat dan urbanisasi yang semakin cepat telah memunculkan tantangan signifikan terhadap sistem pertanian di perkotaan di seluruh dunia (Adjie et al., 2021). Pertanian konvensional kerap tidak mampu memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat akibat keterbatasan lahan dan sumber daya (Rahmadian & Widyartono, 2020). Data dari Food and Agriculture Organization (FAO, 2021) memproyeksikan bahwa populasi dunia akan mencapai 9,7 miliar pada tahun 2050, sehingga dibutuhkan peningkatan produksi pangan hingga 70% dari tingkat saat ini. Kondisi ini mendorong perlunya inovasi berbasis teknologi dalam praktik pertanian untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas di kawasan perkotaan. Salah satu inovasi yang berkembang pesat adalah Agro-Techono Urban Farming, yang memanfaatkan teknologi canggih guna mengoptimalkan sistem pertanian di tengah keterbatasan lahan.

Secara konsep, Agro-Techono Urban Farming mengacu pada penerapan teknologi modern seperti Internet of Things (IoT), sensor tanah, drone, dan analisis data besar untuk memonitor dan mengelola pertanian secara lebih efektif (Shehata et al., 2022; Sikka et al., 2024). Teknologi ini memungkinkan penghematan air, optimalisasi penggunaan pupuk, dan peningkatan hasil panen (Ragavi et al., 2019). Penelitian Yuan et al. (2022) menunjukkan

bahwa penerapan smart farming dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya hingga 30% dan menurunkan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari aktivitas pertanian. Lebih jauh, praktik ini juga berpotensi memberdayakan masyarakat serta mendorong pertumbuhan ekonomi lokal melalui pelatihan dan pembukaan lapangan kerja baru (Njenga et al., 2011). Teknologi vertikultur dan hidroponik menjadi contoh nyata bagaimana ruang terbatas, seperti atap gedung, dapat diubah menjadi lahan pertanian produktif (Wood et al., 2020; Sugihartini et al., 2023).

Namun, implementasi Agro-Techono Urban Farming tidak terlepas dari tantangan di lapangan. Keterbatasan lahan di perkotaan, perubahan iklim, dan degradasi lingkungan masih menjadi hambatan utama (Adjie et al., 2021; Sugihartini et al., 2023). Selain itu, keterbatasan pengetahuan dan keterampilan petani dalam menggunakan teknologi modern, masalah infrastruktur, aksesibilitas teknologi, serta biaya investasi awal yang tinggi turut menghambat adopsi (Matero & Jumawan-Matero, 2020; Subroto et al., 2023). Kondisi ini menuntut adanya solusi inovatif, termasuk dukungan kebijakan yang memfasilitasi kolaborasi antara pemerintah, akademisi, dan sektor swasta (Desiana & Aprianingsih, 2017; Likitswat, 2021). Studi pustaka dari berbagai kota yang telah berhasil mengimplementasikan teknologi ini dapat menjadi referensi penting untuk menemukan model penerapan yang efektif.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan mendesak untuk mengembangkan sistem pertanian perkotaan yang berkelanjutan, efisien, dan adaptif terhadap dinamika lingkungan modern. Agro-Techono Urban Farming menawarkan potensi untuk menjawab permasalahan keterbatasan lahan, kebutuhan ketahanan pangan, dan tuntutan efisiensi sumber daya, sekaligus berkontribusi pada mitigasi perubahan iklim. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji praktik Agro-Techono Urban Farming yang telah diterapkan di berbagai kota di dunia melalui pendekatan studi pustaka, mengidentifikasi manfaat, tantangan, dan dampaknya, serta merumuskan rekomendasi strategis untuk memperluas penerapannya di masa depan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada periode Januari hingga April 2025. Pengumpulan data dilakukan secara daring melalui penelusuran literatur pada berbagai basis data akademik internasional. Secara geografis, penelitian ini tidak terbatas pada satu lokasi fisik tertentu, karena seluruh data yang dianalisis berasal dari studi literatur mengenai praktik Agro-Techono Urban Farming di berbagai kota di dunia.

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain kualitatif dengan pendekatan studi pustaka (*literature review*) untuk mengkaji penerapan teknologi smart farming di wilayah perkotaan (Tsyplakova et al., 2020). Pendekatan kualitatif dipilih karena dapat memberikan pemahaman mendalam mengenai aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan yang mempengaruhi adopsi Agro-Techono Urban Farming (Sugihartini et al., 2023). Studi pustaka dipandang relevan untuk menganalisis fenomena dari berbagai sudut pandang berdasarkan data sekunder yang telah dipublikasikan (Pinheiro & Govind, 2020).

Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh publikasi ilmiah yang membahas topik Agro-Techono Urban Farming, smart farming, dan pertanian perkotaan berkelanjutan (Chulwa et al., 2022). Sampel penelitian berupa literatur yang memenuhi kriteria inklusi, yaitu terbit antara tahun 2020–2025, tersedia dalam akses penuh, dan memuat data empiris atau konseptual terkait teknologi pertanian pintar (Sikka et al., 2024). Pemilihan sampel dilakukan melalui teknik *purposive sampling* dengan mempertimbangkan kesesuaian topik dan kualitas publikasi. Variabel penelitian meliputi jenis teknologi yang digunakan, manfaat, tantangan, dampak sosial-lingkungan, dan kebijakan pendukung (Sulandjari & Suparwata, 2023). Data diperoleh melalui penelusuran di Google Scholar, JSTOR, dan ScienceDirect dengan kata kunci “smart farming,” “urban agriculture,” “technology in agriculture,” dan “sustainability in cities.” Alat yang digunakan adalah

komputer dan koneksi internet untuk mengakses dan mengelola data literatur (Sikka et al., 2024).

Prosedur Penelitian

Tahapan penelitian meliputi: (1) Identifikasi kata kunci penelitian sesuai topik; (2) Penelusuran literatur melalui basis data akademik; (3) Seleksi artikel berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi; (4) Pengumpulan data dari artikel terpilih; (5) Analisis konten untuk mengidentifikasi tema utama, seperti jenis teknologi, manfaat, tantangan, dan kebijakan; (6) Sintesis temuan dari berbagai sumber; dan (7) Penyusunan narasi deskriptif hasil penelitian (Chen et al., 2021). Proses ini mengikuti alur analisis studi pustaka yang dikemukakan oleh Creswell (2014).

Analisis Data Penelitian

Analisis data dilakukan menggunakan teknik analisis konten (*content analysis*) untuk mengklasifikasikan informasi ke dalam tema-tema utama. Setiap sumber dievaluasi berdasarkan metodologi, temuan, dan kesimpulan penulis, kemudian dilakukan sintesis informasi dari berbagai perspektif. Data yang terkumpul diorganisasi menggunakan perangkat lunak pengelola referensi *Mendeley* untuk memudahkan pengelompokan topik. Selain itu, analisis mempertimbangkan regulasi, kebijakan, dan undang-undang terkait pertanian pintar di wilayah yang dikaji. Hasil akhir disajikan dalam bentuk narasi deskriptif untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang praktik Agro-Techono Urban Farming dan rekomendasi pengembangannya (Sugihartini et al., 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Implementasi Agro-Techono Urban Farming di Berbagai Kota Dunia

Berdasarkan hasil kajian literatur dan analisis studi kasus, penerapan Agro-Techono Urban Farming di berbagai kota di dunia menunjukkan variasi yang cukup signifikan. Variasi ini dipengaruhi oleh faktor lingkungan fisik, ketersediaan sumber daya, kebijakan pemerintah, serta tingkat adopsi teknologi di masing-masing wilayah. Di kota-kota besar yang memiliki keterbatasan lahan, seperti Amsterdam dan Tokyo, teknologi yang dominan digunakan adalah *vertical farming* dan *plant factory* berbasis sistem hidroponik tertutup. Teknologi ini memungkinkan produksi tanaman secara berlapis di ruang terbatas dengan kontrol penuh terhadap cahaya, suhu, kelembapan, dan nutrisi.

Sementara itu, Singapura mengembangkan pertanian perkotaan yang memadukan hidroponik dan akuaponik dengan dukungan *artificial intelligence* (AI) untuk memprediksi kebutuhan nutrisi tanaman secara real-time. Negara dengan iklim kering seperti Israel mengoptimalkan *smart irrigation system* berbasis sensor kelembapan tanah yang terhubung ke jaringan IoT. Denmark dan Australia lebih fokus pada pertanian presisi

berbasis data dan pemanfaatan drone untuk pemantauan lahan, deteksi penyakit, serta optimasi penggunaan pupuk.

Teknologi yang Digunakan

Teknologi yang digunakan pada Agro-Techono Urban Farming sangat beragam dan saling melengkapi. Sensor tanah berfungsi memantau kelembaban, suhu, dan pH tanah secara real-time, sehingga petani dapat menentukan waktu dan jumlah irigasi yang tepat. Sensor cuaca membantu memprediksi pola iklim mikro yang berpengaruh pada pertumbuhan tanaman. Drone digunakan untuk memantau kesehatan tanaman secara menyeluruh, mendeteksi hama atau penyakit lebih dini, serta mendukung pengambilan gambar multispektral untuk analisis pertumbuhan.

Sistem hidroponik dan akuaponik memungkinkan produksi tanaman tanpa tanah dengan efisiensi air hingga 90% lebih hemat dibanding pertanian konvensional. Pencahayaan LED hemat energi dirancang dengan spektrum cahaya khusus untuk mempercepat fotosintesis. Penggunaan big data analytics dan IoT mempermudah integrasi informasi dari berbagai perangkat, sehingga pengelolaan lahan dapat dilakukan secara presisi dengan intervensi minimal.

Manfaat yang Diperoleh

Penerapan Agro-Techono Urban Farming telah memberikan dampak positif yang nyata di berbagai kota. Manfaat utamanya meliputi peningkatan produktivitas pertanian di lahan terbatas, efisiensi penggunaan air dan pupuk, pengurangan limbah, serta peningkatan kualitas produk. Selain itu, distribusi pangan menjadi lebih singkat sehingga mengurangi emisi karbon dari transportasi. Misalnya, di Singapura, produksi sayuran lokal meningkat 25% dalam kurun waktu tiga tahun sejak adopsi teknologi pertanian vertikal. Di Israel, penggunaan *smart irrigation* berhasil menghemat hingga 40% konsumsi air tanpa mengurangi hasil panen. Di Denmark, integrasi data dari sensor dan drone membantu petani menurunkan penggunaan pestisida hingga 30%, yang berdampak positif pada lingkungan dan kesehatan masyarakat.

Tantangan Implementasi

Meski manfaatnya besar, implementasi Agro-Techono Urban Farming juga menghadapi sejumlah tantangan. Hambatan utama adalah tingginya biaya awal investasi, terutama untuk instalasi peralatan seperti sensor, sistem hidroponik skala besar, dan perangkat AI. Petani kecil dan komunitas lokal seringkali kesulitan mengakses teknologi karena keterbatasan modal dan kurangnya dukungan finansial.

Selain itu, masih terdapat kesenjangan pengetahuan dan keterampilan di kalangan petani. Banyak di antara mereka belum familiar dengan penggunaan perangkat digital atau pengolahan data pertanian. Regulasi yang belum sepenuhnya mengakomodasi teknologi baru, seperti

aturan distribusi listrik untuk fasilitas pertanian vertikal atau standar keamanan data, juga menjadi penghambat di beberapa wilayah.

Pembahasan

Adaptasi Teknologi terhadap Kondisi Lokal

Hasil penelitian menegaskan bahwa keberhasilan penerapan Agro-Techono Urban Farming sangat bergantung pada adaptasi teknologi terhadap kondisi lokal. Kota-kota dengan curah hujan rendah dan iklim kering, seperti Tel Aviv dan Eilat di Israel, lebih fokus pada teknologi irigasi presisi untuk memaksimalkan penggunaan air. Sebaliknya, kota padat penduduk seperti Tokyo dan Jakarta membutuhkan sistem produksi pangan vertikal yang mampu meminimalkan penggunaan lahan horizontal.

Dampak Sosial dan Ekonomi

Dampak positif Agro-Techono Urban Farming tidak hanya terbatas pada peningkatan hasil panen, tetapi juga pada aspek sosial dan ekonomi. Di berbagai kota, praktik ini telah menciptakan lapangan kerja baru di bidang teknologi pertanian, pemeliharaan peralatan, dan pengolahan data. Komunitas lokal juga lebih terlibat dalam produksi pangan, yang mendorong terbentuknya ketahanan pangan berbasis komunitas.

Tantangan Regulasi dan Infrastruktur

Kurangnya regulasi yang mendukung perkembangan teknologi pertanian pintar masih menjadi kendala global. Sebagai contoh, beberapa kota belum memiliki kebijakan insentif yang memadai untuk mengurangi beban biaya investasi awal. Infrastruktur pendukung, seperti jaringan listrik stabil, internet berkecepatan tinggi, dan pasokan air bersih, juga menjadi faktor penentu keberhasilan implementasi.

Peran Pemerintah dan Kolaborasi Multisektor

Pemerintah memiliki peran krusial dalam mempercepat adopsi teknologi ini, terutama melalui penyediaan pelatihan, subsidi, dan kemudahan perizinan. Kolaborasi antara pemerintah, universitas, dan sektor swasta dapat mempercepat proses inovasi sekaligus memperluas akses teknologi bagi petani kecil. Beberapa studi kasus menunjukkan bahwa model kemitraan publik-swasta mampu menurunkan biaya investasi hingga 20% sekaligus meningkatkan skala produksi.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa keberhasilan penerapan Agro-Techono Urban Farming bergantung pada adaptasi teknologi terhadap kondisi lokal, seperti irigasi presisi di daerah kering dan pertanian vertikal di kota padat. Selain meningkatkan hasil panen, teknologi ini berdampak positif pada aspek sosial-ekonomi melalui penciptaan lapangan kerja, keterlibatan komunitas, dan penguatan ketahanan pangan. Namun, tantangan seperti keterbatasan

regulasi dan infrastruktur masih menjadi hambatan. Peran pemerintah melalui regulasi, subsidi, dan pelatihan, serta kolaborasi multisektor, menjadi kunci untuk memperluas akses, menurunkan biaya, dan mewujudkan pertanian perkotaan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Islam Al-Azhar atas dukungan yang diberikan dalam pelaksanaan kegiatan penelitian melalui skema Hibah Dosen Pemula.

DAFTAR PUSTAKA

- Adjie, K. R. P., Srinaga, F., & Mensana, A. (2021, November). Building-integrated agriculture's role in supporting urban food cycle. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 881, No. 1, p. 012037). IOP Publishing. doi: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/881/1/012037>
- Chen, X., Chang-Richards, A. Y., Pelosi, A., Jia, Y., Shen, X., Siddiqui, M. K., & Yang, N. (2022). Implementation of technologies in the construction industry: a systematic review. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 29(8), 3181-3209. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/ECAM-02-2021-0172>
- Chulwa, A. Z., Ibad, M. Z., & Tanjung, A. S. (2022). Dampak digitalisasi pertanian terhadap tingkat ekonomi masyarakat petani di Kecamatan Adiluwih dan Gadingrejo Pringsewu. *Jurnal Perencanaan Dan Pengembangan Kebijakan*, 2(3), 176-183. DOI: <https://doi.org/10.35472/jppk.v2i3.845>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Desiana, N., & Aprianingsih, A. (2017). Improving income through farmers' group empowerment strategy. *The Asian Journal of Technology Management*, 10(1), 41. DOI: <http://dx.doi.org/10.12695/ajtm.2017.10.1.5>
- FAO. (2021). The State of Food Security and Nutrition in the World 2021. Food and Agriculture Organization.
- Likitswat, F. (2021). Urban farming: Opportunities and challenges of developing greenhouse business in Bangkok metropolitan region. *Future Cities and Environment*, 7(1). DOI: <http://dx.doi.org/10.5334/fce.118>
- Matero, C. A., & Jumawan-Matero, M. J. (2020, March). Smart farming innovations for Philippines: Strategies and recommendations. In 1st International Conference on Accounting, Management and Entrepreneurship (ICAMER 2019) (pp. 47-50). Atlantis Press. DOI: <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200305.012>
- Njenga, M., Karanja, N., Prain, G., Gathuru, K., & Lee-Smith, D. (2011). Community-based wastewater farming and its contribution to livelihoods of the urban poor: Case of Nairobi, Kenya. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*, 1(3), 151-162. DOI: <https://doi.org/10.5304/jafscd.2011.013.004>
- Pinheiro, A., & Govind, M. (2020). Emerging Global Trends in Urban Agriculture Research: A Scientometric Analysis of Peer-reviewed Journals. *J. Sci. Res.*, 9(2), 163-173. DOI: <https://doi.org/10.5530/jscires.9.2.20>
- Ragavi, V., Subburaj, J., Keerthana, P., & Soundaryaveni, C. (2019). Smart agriculture to increase farmers profitability using internet of things. *Indian Journal of Science and Technology*, 12(8), 1-6. DOI: <https://doi.org/10.17485/ijst/2019/v12i8/141811>
- Rahmadian, R., & Widyartono, M. (2020). Penerapan Machine Vision untuk Sistem Panen Otomatis di Robot Agrikultur. *Journal Information Engineering and Educational Technology*, 4(1), 47-52. DOI: <https://doi.org/10.26740/jieet.v4n1.p47-52>
- Sikka, R., Singh, D. P., Sharma, M. K., & Ojha, A. (2024). Advancing agriculture in smart cities: Renewable energy and artificial intelligence-powered IoT. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 540, p. 13010). EDP Sciences. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202454013010>
- Shehata, M., D'Aprile, A., Calore, G., Ginot, L., Correrella, M., Elian, M., & Aboulmaga, M. (2022, February). Innovative Urban Farming Techniques for Sustainability of Cities: from Farm to Fork—Case of the City Lanuvio, Rome, Italy. In *Sustainable Energy Development and Innovation: Selected Papers from the World Renewable Energy Congress (WREC) 2020* (pp. 247-267). Cham: Springer International Publishing. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-76221-6_33
- Subroto, D. E., Supriandi, S., Wirawan, R., & Rukmana, A. Y. (2023). Implementasi teknologi dalam pembelajaran di era digital: Tantangan dan peluang bagi dunia pendidikan di Indonesia. *Jurnal Pendidikan West Science*, 1(07), 473-480. DOI: <https://doi.org/10.58812/jpdws.v1i07.542>
- Sugihartini, T., Djuliansah, D., & Noormansyah, Z. (2023). Model Pengembangan Pertanian Perkotaan (Urban Farming) Berkelanjutan. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*, 10(2), 1070-1089. DOI: <https://doi.org/10.25157/jimag.v10i2.9648>
- Sulandjari, K., & Suparwata, D. O. (2023). Inovasi Dalam Pertanian Berkelanjutan di Kabupaten Sukabumi: Dari Pertanian Vertikal hingga Bioinformatika Pertanian Mewujudkan Sumber Pangan yang Lebih Berkelanjutan. *Jurnal Multidisiplin West Science*, 2(09), 780-789. DOI: <https://doi.org/10.58812/jmws.v2i09.667>

Rosadi. (2025). *Journal of Biology, Environment, and Edu-Touris*, 1(2), 88-92.

- Tsyplakova, E. G., Cheryapina, A. V., Sinko, G. I., Yankevich, Y. G., & Afanasiev, K. S. (2020). Urban farming as a form of innovative entrepreneurship in a digital economy. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 421, No. 3, p. 032033). IOP Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/421/3/032033>
- Wood, J., Wong, C., & Paturi, S. (2020). Vertical farming: an assessment of Singapore City. *Etropic: electronic journal of studies in the tropics*, 19, 228-248. DOI: <https://doi.org/10.25120/etropic.19.2.2020.3745>
- Yuan, G. N., Marquez, G. P. B., Deng, H., Iu, A., Fabella, M., Salonga, R. B., & Cartagena, J. A. (2022). A review on urban agriculture: Technology, socio-economy, and policy. *Heliyon*, 8 (11), e11583. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11583>