

Model Kemandirian Pangan Kota Semarang: Simulasi *Urban Farming* dan *Internet of Things (IoT)* sebagai Teknologi Akselerator Produktivitas Panen

Nabilla Fitra Ainurrosid^{1*}, Dewa Kusuma Wijaya², Rudi Tjahyono³, Jazuli⁴

¹⁻⁴Dian Nuswantoro University, Jl. Imam Bonjol No.207, Pendrikan Kidul, Kota Semarang, Jawa Tengah

Jurnal Riptek

Volume 20 No. 1 (71 – 80)

Tersedia online di:

<http://ripteck.semarangkota.go.id>

Info Artikel:

Diterima: 11 April 2026

Disetujui: 8 Juni 2026

Tersedia online: 31 Juli 2026

Kata Kunci:

Urban farming, *Internet Of Things*, Kemandirian Pangan, Produktivitas Panen, Kota Semarang.

Korespondensi penulis:

*

Abstract. Ketahanan pangan Kota Semarang masih menghadapi tantangan akibat rendahnya produksi pangan lokal dibandingkan kebutuhan konsumsi masyarakat sehingga kota masih bergantung pada pasokan pangan dari luar daerah. Penelitian ini bertujuan menganalisis potensi *urban farming* berbasis *Internet of Things (IoT)* dalam mendukung ketahanan pangan perkotaan. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis data sekunder Badan Pusat Statistik, dokumen perencanaan wilayah, dan *Systematic Literature Review (SLR)* terkait *urban farming* serta *smart farming* berbasis *IoT*. Hasil analisis menunjukkan bahwa simulasi pemanfaatan 100% ruang terbuka hijau (RTH) berpotensi meningkatkan produksi pangan lokal hingga mendekati kondisi swasembada pangan dan menurunkan defisit pangan secara signifikan. Namun, pendekatan tersebut bersifat teoritis dan berpotensi menimbulkan dampak ekologis karena RTH tetap memiliki fungsi sosial, ekologis, dan resapan air. Oleh karena itu, penelitian ini juga menyusun skenario pemanfaatan RTH secara lebih realistis sebesar 15%, 30%, dan 50%. Hasil simulasi menunjukkan bahwa defisit pangan masih terjadi, tetapi dapat berkurang melalui penerapan *urban farming* berbasis *IoT* dan peningkatan produktivitas sebesar 20–50% berdasarkan sintesis literatur *smart farming*. Penelitian ini menunjukkan bahwa *urban farming* berbasis *IoT* berpotensi menjadi strategi pendukung ketahanan pangan perkotaan, meskipun belum mampu memenuhi kebutuhan pangan kota secara keseluruhan. Temuan ini juga membuka peluang penelitian lanjutan terkait pemanfaatan lahan non-RTH seperti rooftop, pekarangan, lahan tidur, dan fasilitas publik untuk mengurangi defisit pangan tanpa meningkatkan risiko alih fungsi ruang terbuka hijau.

Cara mengutip:

Ainurrosid, N. F., Wijaya, D. K., Tjahyono, R., & Jazuli. (2026). Model Kemandirian Pangan Kota Semarang: Simulasi *Urban Farming* dan *Internet of Things (IoT)* sebagai Teknologi Akselerator Produktivitas Panen. *Jurnal Riptek*, 20(1), 71–80. <https://ripteck.semarangkota.go.id>

Pendahuluan

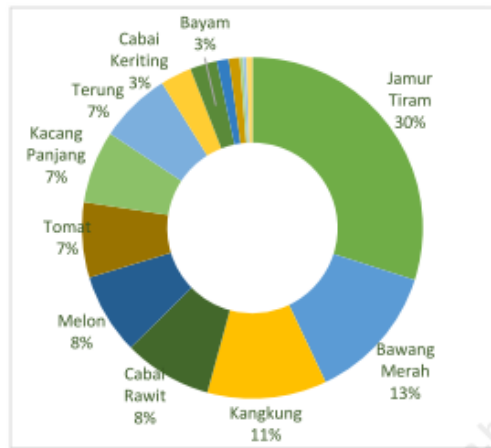
Pertumbuhan penduduk perkotaan semakin pesat sehingga kebutuhan pangan meningkat sekaligus menimbulkan tekanan terhadap sistem penyediaan pangan khususnya pada wilayah perkotaan dimana urbanisasi, alih fungsi lahan, dan keterbatasan ruang produksi pangan menjadi tantangan utama untuk mewujudkan ketahanan pangan berkelanjutan. Dalam konteks, konsep *urban farming* mulai mulai banyak dikembangkan sebagai alternatif solusi dalam meningkatkan ketersediaan pangan lokal sekaligus memperkuat sistem pangan kota (Caron et al., 2021).

Di Indonesia, ketahanan pangan merupakan salah satu agenda strategis pembangunan nasional yang mana tidak hanya berkaitan dengan ketersediaan pangan namun mencakup aspek aksesibilitas, kualitas konsumsi, serta stabilitas pasokan pangan bagi masyarakat. Melalui kebijakan pembangunan daerah dari pemerintah yang mendorong pengaturan sistem pangan lokal

termasuk melalui pengembangan *urban farming* sebagai bagian dari strategi ketahanan pangan berkelanjutan (Yanti & Nawangsari, 2023). *Urban farming* memiliki berbagai manfaat seperti meningkatkan ketersediaan pangan lokal, memanfaatkan lahan terbatas secara produktif, dan mendorong partisipasi masyarakat dalam sistem pangan perkotaan. Dengan perkembangan teknologi seperti *precision agriculture*, *IoT*, dan *smart farming* untuk dimanfaatkan dalam meningkatkan efisiensi produksi serta pengelolaan pertanian secara lebih terintegrasi (Halawa, 2024).

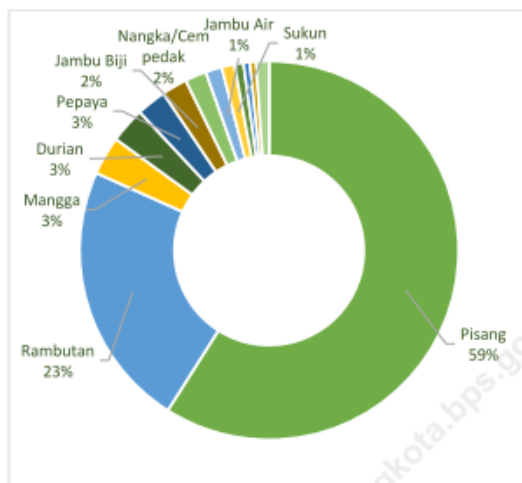
Salah satu wilayah perkotaan yang menghadapi tantang tersebut sekaligus memiliki potensi pengembangan *urban farming* yakni Kota Semarang yang menjadi ibu kota provinsi Jawa Tengah. Tingkat urbanisasi pada Kota Semarang yang tinggi sehingga kebutuhan pangan Masyarakat terus meningkat. Meskipun demikian, sektor pertanian berkontribusi dalam penyediaan pangan lokal terutama melalui komoditas hortikultura seperti sayuran, buah-buahan, tanaman biofarmaka, dan

tanaman hias yang masih diproduksi sehingga menunjukkan aktivitas pertanian masih memiliki peran dalam sistem pangan perkotaan. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Sumber: (Badan Pusat Statistik Kota Semarang, 2025)

Gambar 1. Proporsi jumlah produksi per komoditas terhadap produksi keseluruhan Sayuran dan Buah Semusim (SBS) Kota Semarang, 2024



Sumber: (Badan Pusat Statistik Kota Semarang, 2025)

Gambar 2. Proporsi jumlah produksi per komoditas terhadap produksi keseluruhan Sayuran dan Buah Tahunan (SBT) Kota Semarang, 2024

Upaya penguatan sistem pangan ini sejalan dengan Peraturan Walikota Semarang Nomor 24 Tahun 2021 tentang Gerakan Pembudayaan *Urban farming*, yang memberikan kerangka hukum bagi keterlibatan masyarakat dan OPD dalam memanfaatkan lahan perkotaan (Peraturan Walikota Semarang tentang Pembudayaan *Urban Farming* Kota Semarang, 2021).

Produksi holtikultura tersebut tersebar ke beberapa kecamatan yang memiliki potensi lahan pertanian maupun pemanfaatan perkarangan produktif sehingga pertanian kota dapat menjadi salah satu strategi untuk memperkuat sistem pangan lokal bila dilakukan pengelolaan secara optimal dan terintegrasi dengan kebijakan Pembangunan daerah. Selain itu pemerintah juga

menetapkan berbagai indikator kinerja yang berkaitan dengan ketahanan pangan yang berdasarkan Indikator Kinerja Utama (IKU) Dinas Ketahanan Pangan Kota Semarang tahun 2026. Target Indeks Ketahanan pangan Kota Semarang ditetapkan sebesar 74,29 dengan target Pola pangan Harapan sebesar 88,5% (Indikator Kinerja Utama Dinas Ketahanan, 2026). Hal ini menunjukkan komitmen pemerintah daerah dalam meningkatkan kualitas sistem pangan yang aman, bergizi, dan berkelanjutan bagi masyarakat.

Namun dalam pengembangan berbagai komoditas holtikultura tersebut di wilayah perkotaan terutama Kota Semarang masih menghadapi berbagai kendala seperti keterbatasan lahan akibat urbanisasi, efisiensi produksi yang belum optimal, dan keterbatasan dalam pemantauan kondisi budidaya secara berkelanjutan. Pemanfaatan teknologi saat ini menjadi salah satu pendekatan yang dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan pertanian kota seperti dalam bidang pertanian modern yakni menggunakan IoT sebagai sistem yang memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan seperti kelembapan tanah, suhu lingkungan, dan kebutuhan air tanaman secara presisi serta *real time* sehingga mendukung praktik *precision agriculture* yang lebih efisien dan berkelanjutan (Dani Rofianto et al., 2026). Pada *urban farming*, pemanfaatan teknologi IoT berpotensi meningkatkan produktivitas serta efisiensi melalui sistem pemantauan otomatis, pengendalian irigasi dengan basis sensor, dan integrasi data produksi untuk mendukung pengambilan keputusan secara akurat. Pengembangan *urban farming* tersebut menjadi salah satu pendekatan untuk mendukung sistem ketahanan pangan kota (Herlambang et al., 2025).

Rumusan Masalah

Melihat dari latar belakang tersebut dapat diketahui bahwa kondisi ketahanan pangan Kota Semarang menghadapi berbagai tantangan akibat meningkatnya jumlah penduduk urbanisasi, serta keterbatasan lahan pertanian di wilayah perkotaan. Selain hal tersebut, terdapat beberapa masalah yang dialami Kota Semarang sebagai berikut.

- Bagaimana Peran dan potensi teknologi IoT (*Internet of Things*) dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas *urban farming* Kota Semarang?
- Sejauh mana penerapan teknologi IoT berkontribusi pada peningkatan ketahanan pangan perkotaan?

- c. Bagaimana analisis investasi jika dilakukan penerapan teknologi IoT pada sektor pertanian perkotaan?
- d. Faktor apa saja yang menjadi kendala dalam pengembangan *urban farming* berbasis IoT untuk mendukung ketahanan pangan Kota Semarang?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menganalisis kondisi ketahanan pangan Kota Semarang serta mengidentifikasi potensi penerapan teknologi IoT dalam mendukung pengembangan *urban farming*. Selain itu, penelitian ini turut menganalisis kontribusi penerapan IoT terhadap peningkatan produktivitas dan efisiensi produksi pangan lokal, mengevaluasi analisis investasi terhadap penerapan teknologi IoT.

Metoda Analisa

Pendekatan Penelitian

Pendekatan *Systematic Literature Review* yang dipadukan dengan analisis deskriptif kuantitatif dengan basis data sekunder yang diperoleh Badan Pusat Statistik dan dokumen perencanaan wilayah, serta didukung studi literatur terkait produktivitas *urban farming* dan teknologi IoT yang dimana metode tersebut digunakan untuk memperoleh pemahaman komperensif mengenai penerapan IoT dalam *urban farming*.

Metode *Systematic Literature Review* digunakan pada penelitian ini karena mampu memberikan proses kajian literatur yang sistematis, terstruktur, dan transparan dalam melakukan evaluasi, identifikasi, serta mensintesis hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian (Rahmi et al., 2023). Selain itu, penelitian tentang penerapan IoT pada *urban farming* dan ketahanan pangan masih tersebar dalam berbagai studi dengan pendekatan yang berbeda-beda sehingga diperlukan metode yang mampu mengintegrasikan berbagai hasil penelitian menjadi satu sintesis yang utuh dan sistematis dimana *Systematic Literature Review* dinilai efektif untuk mengurangi subjektivitas dalam pemilihan sumber literatur (Sabilissalam et al., 2023).

Sumber Data dan Pengumpulan Data

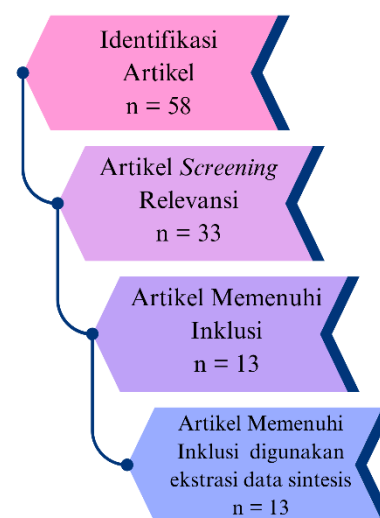
Pencarian literatur menggunakan beberapa database ilmiah seperti *Google Scholar*, SINTA, *ScienceDirect*, *IEE Explore* dan MDPI dengan kata kunci *urban farming*, *IoT agriculture*, *smart farming*, dan *urban food security* yang dibatasi pada publikasi

tahun 2021 hingga 2026 agar sesuai dengan perkembangan teknologi pertanian terkini dan relevan dengan topik penelitian.

Seleksi literatur dilakukan menggunakan pendekatan PRISMA untuk memastikan proses identifikasi, *screening*, dan dilakukan secara sistematis. Kriteria inklusi meliputi pembahasan mengenai penerapan IoT, *smart farming*, atau *precision agriculture* pada *urban farming* yang dimana membahas produktivitas dan efisiensi produksi pangan sementara untuk kriteria eksklusi meliputi artikel duplikat, artikel tidak relevan dengan topik penelitian, publikasi non-ilmiah, serta artikel yang tidak memiliki metode penelitian dan hasil penelitian yang jelas.

Systematic Literature Review

Beberapa tahapan yang perlu dilakukan pada metode *Systematic Literature Review* yakni identifikasi literatur, *screening* artikel, seleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, ekstraksi data, serta sintesis hasil penelitian seperti bagan PRISMA pada gambar 3.



Gambar 3. Alur proses seleksi artikel penelitian

Artikel yang memenuhi inklusi kemudian diekstraksi ke dalam tabel sintesis data untuk mengidentifikasi fokus penelitian, metode penelitian, temuan utama, dan relevansi penelitian terhadap pengembangan *urban farming* berbasis IoT. Proses ekstraksi dilakukan untuk mempermudah identifikasi pola hubungan teknologi pertanian, produktivitas pangan, dan ketahanan pangan seperti dalam tabel 1.

Tabel 1. Ekstrasi Data

Penulis	Fokus dan metode	Temuan utama	Relevansi
(Bwambale et al., 2023)	MPC vs manual vs <i>open-loop</i> pada tomat	MPC unggul: hasil panen tertinggi, efisiensi air terbaik	Model <i>predictive control</i> efisien untuk irigasi
(Dutta et al., 2025)	Review IoT untuk <i>soilless agriculture</i>	Hemat air tinggi, efisiensi lahan vertikal, emisi GHG turun	IoT solusi pertanian tanpa tanah & <i>urban farming</i>
(Umami et al., 2025)	<i>Urban farming</i> di Kampung Suryowijayan	Produksi meningkat. pengetahuan petani naik	Ketahanan pangan rumah tangga meningkat
(Seliwati et al., 2025)	<i>Smart hydroponic</i> IoT di Kelurahan Maleer	Produktivitas naik, hemat air besar, keberhasilan bibit tinggi	Efisiensi <i>urban farming</i> & pemberdayaan warga
(Nuzuliyah et al., 2024)	Kelayakan melon golden premium di <i>smart greenhouse</i>	HPP < harga jual, ROI positif, <i>payback</i> cepat	Usaha <i>greenhouse</i> layak & tahan biaya
(Herdhiansyah et al., 2025)	IoT hidroponik di UKM Rumah Bali	Biaya turun, pendapatan naik, sistem andal	IoT meningkatkan efisiensi UKM
(Zhang et al., 2022)	LoRaWAN IoT untuk irigasi tomat	Hemat air, hasil panen naik, iWUE tinggi	LoRaWAN efektif untuk irigasi jarak jauh
(Cao et al., 2022)	iGrow: AI + IoT untuk <i>greenhouse</i> tomat	Hasil panen naik, net profit hampir 2x, panen lebih cepat	AI+IoT optimal untuk <i>greenhouse</i> otonom
(B et al., 2024)	<i>Sensor-driven irrigation</i> pada 4 sayuran	Hasil naik, efisiensi air tinggi, net return besar	<i>Sensor irrigation</i> 75% ASM paling optimal
(Pizzileo et al., 2025)	IoT <i>fertigation</i> di <i>greenhouse</i> (zucchini, melon, stroberi)	Hasil naik drastis, hemat air & pupuk, emisi GHG turun	IoT kurangi input & naikan hasil
(Ayu et al., 2025)	Review IoT pada pertanian vertikal	Efisiensi air & lahan tinggi, CO ₂ efisien	IoT mendukung <i>urban farming</i> berkelanjutan
(Kaliannan et al., 2024)	IoT <i>precision farming</i> untuk tomat	Hemat air, hasil naik, B/C ratio tertinggi	Optimalisasi <i>resource use efficiency</i>
(Barus et al., 2025)	Kelayakan IoT Hydopo 4.0 hidroponik	Investasi layak jika populasi besar, efisiensi tenaga kerja	IoT hidroponik layak pada skala tertentu

Teknik Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan melalui sintesis literatur hasil *Systematic Literature Review* dan pendekatan deskriptif kuantitatif yang meliputi data produksi pangan, jumlah penduduk, dan kebutuhan pangan Kota Semarang yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), dokumen RPJMD, dan laporan instansi terkait. Data akan digunakan untuk menganalisis kondisi ketahanan pangan, tingkat kemandirian pangan, defisit pangan, serta proyeksi peningkatan produksi berbasis penerapan teknologi IoT.

Hasil literatur yang telah diekstrasi kemudian dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan temuan antar penelitian terkait penerapan teknologi IoT pada *urban farming*, efisiensi penggunaan sumber daya, peningkatan produktivitas, dan analisis investasi teknologi pertanian. Perhitungan tingkat kemandirian pangan dilakukan dengan membandingkan total produksi pangan lokal terhadap total kebutuhan pangan masyarakat dalam satu tahun.

$$\text{Tingkat Kemandirian Pangan} = \frac{\text{Produksi Pangan Lokal}}{\text{Total Kebutuhan Pangan}} \times 100\% \quad (1)$$

Perhitungan defisit pangan dilakukan berdasarkan selisih antara total kebutuhan pangan dan total produksi pangan lokal.

$$\text{Defisit Pangan} = \text{Total Kebutuhan Pangan} - \text{Produksi Pangan Lokal} \quad (2)$$

Proyeksi peningkatan produksi akibat penerapan IoT dihitung menggunakan pendekatan peningkatan proporsional berdasarkan hasil sintesis literatur terkait peningkatan produktivitas *urban farming*.

$$\text{Produksi Proyeksi} = \text{Produksi Eksisting} \times (1 + \text{Persentase Peningkatan}) \quad (3)$$

Analisis investasi teknologi IoT dengan menggunakan *payback period* berdasarkan perbandingan antara total investasi dan arus kas bersih tahunan.

$$\text{Payback Period} = \frac{\text{Total Investasi}}{\text{Arus Kas Bersih Tahunan}} \quad (4)$$

Penelitian ini menggunakan bantuan AI (*Artificial Intelligence*) secara terbatas untuk membantu identifikasi informasi dan mendukung penyusunan proyeksi kebutuhan pangan berdasarkan data sekunder. Penggunaan AI digunakan sebagai alat bantu dalam pengolahan informasi dan estimasi data pendukung penelitian.

Hasil dan Pembahasan

Kondisi Ketahanan Pangan dan Urban farming Kota Semarang

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Semarang tahun 2024, total produksi pangan lokal Kota Semarang masih relatif rendah dibandingkan kebutuhan pangan masyarakat. Produksi pangan lokal kota terdiri atas produksi pangan utama dan

produksi hortikultura potensial, sedangkan kebutuhan pangan dihitung berdasarkan jumlah penduduk dan kebutuhan pangan per kapita. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa Kota Semarang masih bergantung pada pasokan pangan dari wilayah lain sehingga diperlukan alternatif strategi peningkatan produksi pangan lokal, berikut ditunjukkan tabel 2.

Tabel 2. Analisis Dampak IoT terhadap Ketahanan Pangan dan Kebutuhan Pangan Kota Semarang

Uraian	Nilai	Satuan
A. Kondisi Aktual (2024)		
Produksi pangan lokal kota	1948,06	Kuintal/tahun
Produksi hortikultura potensial	2337,672	Kuintal/tahun
Total produksi pangan lokal kota	4285,732	Kuintal/tahun
B. Kebutuhan Pangan (2024)		
Jumlah penduduk kota	1.708.833	Jiwa
Kebutuhan pangan per kapita	34,896	Kg/tahun
Total kebutuhan pangan kota	596.314,36	Kuintal/tahun
C. Analisis Pasokan		
Defisit pangan	-592.028,63	Kuintal
Tingkat kemandirian pangan	0,72	%
D. Urban farming		
Luas RTH (lahan potensial)	2.739	Ha
Produktivitas urban farming	150	Kuintal/ha/tahun
Produksi urban farming	410.850	Kuintal
Kenaikan dari kondisi awal (asumsi RTH digunakan 100%)	68,9	%
E. Proyeksi Penerapan IoT		
Peningkatan produksi	20-50	%
Proyeksi minimal total produksi (20%)	5.142,88	Kuintal
Proyeksi maksimal total produksi (50%)	6.428,6	Kuintal
Produksi minimal urban farming setelah IoT (20%)	493.020	Kuintal
Produksi maksimal urban farming setelah IoT (50%)	616.275	Kuintal
Kenaikan total + IoT	83-100	%
F. Proyeksi Kebutuhan (2034)		
Jumlah penduduk	1.889.382	Jiwa
Total kebutuhan pangan	659.286,79	Kuintal

Tabel 2 menunjukkan kondisi ketahanan pangan Kota Semarang tahun 2024 berdasarkan data sekunder Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Semarang, Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 8 Tahun 2011 tentang RTRW Kota Semarang, serta hasil sintesis literatur *smart farming* berbasis IoT. Data produksi pangan lokal, produksi hortikultura, dan jumlah penduduk diperoleh dari publikasi statistik BPS Kota Semarang tahun 2024. Sementara itu, kebutuhan pangan per kapita menggunakan pendekatan konsumsi pangan hortikultura masyarakat berdasarkan data konsumsi pangan BPS. Produktivitas *urban farming* sebesar 150 kuintal/ha/tahun menggunakan asumsi skenario optimistis berdasarkan sintesis literatur hidroponik intensif dan *smart farming* IoT, seperti penelitian (Cao et al., 2022, Dutta et al., 2025, dan

Seliwati et al., 2025) Nilai tersebut tidak merepresentasikan kondisi aktual seluruh *urban farming* di Kota Semarang, melainkan digunakan sebagai skenario simulatif berbasis literatur *smart farming* intensif. Adapun peningkatan produksi sebesar 20–50% diperoleh dari hasil sintesis penelitian (Bwambale et al., 2023 Cao et al., 2022, dan Zhang et al., 2022). Hasil tabel menunjukkan bahwa *urban farming* berbasis IoT berpotensi meningkatkan produksi pangan lokal, meskipun hasilnya masih bersifat simulatif dan dipengaruhi oleh asumsi produktivitas serta luas lahan potensial.

Skenario Pengembangan *Urban farming* di Kawasan Perkotaan

Luas RTH berdasarkan pada (Peraturan Daerah Kota Semarang Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah, 2011) yang dimana untuk memperoleh gambaran yang lebih realistis mengenai potensi *urban farming* di Kota Semarang, penelitian ini menyusun beberapa skenario

pemanfaatan RTH (ruang terbuka hijau) berdasarkan tingkat pemanfaatan lahan dan integrasi teknologi IoT. Penyusunan skenario dilakukan untuk menghindari asumsi penggunaan seluruh area RTH sebagai lahan produksi pangan karena RTH tetap memiliki fungsi ekologis, sosial, dan resapan air bagi kawasan perkotaan seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Simulasi Skenario Pemanfaatan RTH

Parameter	Skenario 1: Konservatif	Skenario 2: Moderat	Skenario 3: Agresif
Asumsi Pemanfaatan RTH	15%	30%	50%
Luas RTH dimanfaatkan	410,85 Ha	821,70 Ha	1.369,50 Ha
Produktivitas <i>urban farming</i>	150 kuintal/Ha/tahun	150 kuintal/Ha/tahun	150 kuintal/Ha/tahun
Produksi <i>Urban farming</i> (dasar)	61.627,50 kuintal	123.255,00 kuintal	205.425,00 kuintal
Produksi maksimal <i>Urban farming</i> + IoT 20%	73.953,00 kuintal	147.906,00 kuintal	246.510,00 kuintal
Produksi minimal <i>Urban farming</i> + IoT 50%	92.441,25 kuintal	184.882,50 kuintal	308.137,50 kuintal
Produksi pangan lokal eksisting	4.285,732 kuintal	4.285,732 kuintal	4.285,732 kuintal
Defisit Pangan (Base)	-530.401,13 kuintal	-468.773,63 kuintal	-386.603,63 kuintal
Defisit maksimal Pangan + IoT 20%	-518.075,63 kuintal	-444.122,63 kuintal	-345.518,63 kuintal
Defisit minimal Pangan + IoT 50%	-499.587,38 kuintal	-407.146,13 kuintal	-283.891,13 kuintal
Tingkat kemandirian (Base)	11,1%	21,4%	35,2%
Tingkat kemandirian (+ IoT 50%)	16,2%	31,7%	52,4%

Tabel 3 menyajikan skenario pemanfaatan ruang terbuka hijau (RTH) untuk *urban farming* melalui pendekatan konservatif, moderat, dan agresif dengan asumsi pemanfaatan lahan sebesar 15%, 30%, dan 50% dari total luas RTH Kota Semarang. Pendekatan ini digunakan untuk menjaga fungsi ekologis, sosial, dan resapan air sehingga tidak seluruh area RTH diasumsikan digunakan sebagai lahan produksi pangan. Produktivitas *urban farming* menggunakan asumsi yang sama dengan Tabel 2 berdasarkan hasil sintesis literatur *smart farming* dan hidroponik intensif berbasis IoT. Hasil simulasi menunjukkan bahwa peningkatan pemanfaatan lahan dan integrasi IoT berpotensi meningkatkan tingkat kemandirian pangan kota

serta mengurangi defisit pangan, meskipun belum mampu memenuhi kebutuhan pangan secara keseluruhan karena keterbatasan lahan dan kapasitas produksi kawasan perkotaan.

Analisis Investasi Penerapan IoT pada *Urban Farming*

Selain aspek produksi pangan, penelitian ini juga melakukan simulasi sederhana terhadap potensi investasi penerapan teknologi IoT pada *urban farming*. Analisis dilakukan menggunakan pendekatan *payback period* berdasarkan asumsi biaya investasi awal, biaya operasional, dan tambahan pendapatan hasil produksi. Berikut adalah tabel 4.

Tabel 4. Analisis Investasi Sistem IoT pada Pertanian

Uraian	Nilai	Satuan
A. Biaya Investasi		
Biaya investasi per hektar (dasar asumsi)	50.000.000	IDR/ha
Total investasi (2 ha)	100.000.000	IDR
B. Peningkatan Pendapatan		
Produktivitas awal (Data BPS produksi hortikultura per hektar lahan produktif)	75,61	Kuintal/ha
Produktivitas <i>urban farming</i>	150	Kuintal/ha
Peningkatan produktivitas	74,39	Kuintal/ha
Tambahan hasil panen (2 ha)	148,78	Kuintal
Harga jual	500.000	IDR/kuintal
Tambahan pendapatan tahunan	74.390.000	IDR
C. Simulasi Pengembalian Investasi		
Biaya operasional	25.000.000	IDR/tahun
Arus kas bersih	49.390.000	IDR/tahun
<i>Payback period</i>	±2,02	Tahun
<i>Payback period</i> bersih	±2,40	Tahun

Tabel 4 menunjukkan simulasi analisis investasi penerapan sistem *urban farming* berbasis IoT pada skala 2 hektar menggunakan pendekatan biaya dan manfaat sederhana. Biaya investasi diperoleh dari asumsi implementasi hidroponik, *greenhouse* sederhana, sensor IoT, dan sistem *monitoring* otomatis berdasarkan sintesis literatur *smart farming* pada penelitian (Barus et al., 2025; Dutta et al., 2025; Herdhiansyah et al., 2025). Produktivitas awal menggunakan data produksi hortikultura BPS Kota Semarang tahun 2024, sedangkan produktivitas *urban farming* menggunakan asumsi produktivitas hidroponik intensif berbasis IoT dari hasil sintesis literatur. Harga jual menggunakan pendekatan rata-rata harga hortikultura perkotaan di Kota Semarang tahun 2024. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penerapan IoT berpotensi meningkatkan produktivitas dan memberikan pengembalian investasi dalam waktu relatif singkat. Namun demikian, analisis investasi pada penelitian ini masih bersifat simulatif dan belum mempertimbangkan fluktuasi pasar, depresiasi alat, maupun risiko operasional jangka panjang sehingga tidak digunakan sebagai dasar untuk menyatakan kelayakan ekonomi secara mutlak.

Implikasi Keterbatasan dan Saran Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *urban farming* berbasis IoT memiliki potensi dalam mendukung peningkatan produksi pangan lokal dan efisiensi pengelolaan pertanian perkotaan. teknologi IoT memungkinkan monitoring tanaman secara *real-time*, efisiensi penggunaan air, dan optimalisasi produksi pada lahan terbatas sehingga relevan diterapkan pada kawasan perkotaan. Namun penelitian ini masih bersifat simulatif karena menggunakan pendekatan data sekunder dan

asumsi produktivitas *urban farming* berbasis *smart farming*. Selain itu, implementasi *urban farming* berbasis IoT juga menghadapi tantangan berupa keterbatasan lahan, biaya investasi awal, kebutuhan infrastruktur teknologi, serta kesiapan masyarakat dalam mengoperasikan sistem *smart farming*.

Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan data primer dan studi lapangan agar diperoleh estimasi produktivitas serta analisis ekonomi yang lebih spesifik sesuai kondisi lokal. Selain itu, penelitian lanjutan juga dapat mengembangkan kajian terkait *rooftop farming*, *vertical farming*, serta pemanfaatan lahan non-RTH untuk menghasilkan model *urban farming* perkotaan yang lebih realistis dan berkelanjutan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa Kota Semarang masih mengalami defisit pangan akibat rendahnya produksi pangan lokal dibandingkan kebutuhan masyarakat. *Urban farming* berbasis IoT berpotensi meningkatkan produksi pangan lokal melalui efisiensi penggunaan lahan dan peningkatan produktivitas pertanian perkotaan. Simulasi pemanfaatan 100% ruang terbuka hijau (RTH) menunjukkan potensi peningkatan produksi pangan yang signifikan, namun pendekatan tersebut bersifat teoritis dan berisiko mengurangi fungsi ekologis RTH. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan skenario pemanfaatan RTH sebesar 15%, 30%, dan 50% yang menunjukkan bahwa *urban farming* berbasis IoT mampu mengurangi defisit pangan, meskipun belum dapat memenuhi kebutuhan pangan kota secara keseluruhan. Penelitian ini menunjukkan bahwa *urban farming* berbasis IoT dapat menjadi strategi pendukung ketahanan pangan perkotaan. Penelitian selanjutnya

disarankan mengembangkan pemanfaatan lahan non-RTH seperti rooftop, pekarangan, dan fasilitas publik untuk mendukung sistem pangan perkotaan yang lebih berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayu, P., Setiawan, C., Pertanian, :, Pintar, V., Peran, :, Indra Er, N., & Sukadarmika, G. (2025). Pertanian Vertikal Pintar: Peran IoT dalam Mewujudkan Keberlanjutan dan Efisiensi Sumber Daya. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 24(1).
<https://doi.org/10.24843/MITE.2025.v24i01.P03>
- B, V. B., N, M. N. T. M., G, V. B., . M., P, M. G. A., N, G. K., HUGGI, L., & NINGOJI, S. (2024). *Productivity and Soil Moisture Optimization for Vegetable Crops in drylands: Reduced Runoff Farming with Sensor-Based Irrigation Solutions*.
<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-5301497/v1>
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. (2025). *Statistik pertanian Hortikultura Kota Semarang 2022 - 2024*.
- Barus, O. P., Maulana, A., Yugopuspito, P., Hidayanto, A. N., & Alexander, W. J. (2025). IoT-driven environmental optimization for hydroponic lettuce: A data-centric approach to smart agriculture. *Applied Computer Science*, 21(4), 47–58.
https://doi.org/10.35784/acs_7793
- Bwambale, E., Abagale, F. K., & Anornu, G. K. (2023). Model-based smart irrigation control strategy and its effect on water use efficiency in tomato production. *Cogent Engineering*, 10(2).
<https://doi.org/10.1080/23311916.2023.2259217>
- Cao, X., Yao, Y., Li, L., Zhang, W., An, Z., Zhang, Z., Xiao, L., Guo, S., Cao, X., Wu, M., & Luo, D. (2022). *IGrow: A Smart Agriculture Solution to Autonomous Greenhouse Control*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1609/aaai.v36i11.21440>
- Caron, P., van Ittersum, M., Avermaete, T., Brunori, G., Fanzo, J., Giller, K., Hainzelin, E., Ingram, J., Korsten, L., Martin-Prével, Y., Osiru, M., Palm, C., Ferre, M. R., Rufino, M., Schneider, S., Thomas, A., & Walker, D. (2021). Statement based on the 4 TH international conference on global food security – December 2020: Challenges for a disruptive research Agenda. In *Global Food Security* (Vol. 30). Elsevier B.V.
<https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100554>
- Dani Rofianto, Eko Win Kenali, Khusnatul Amaliah, Jaka Fitra, Halim Fathoni, Tiara Kurnia Khoerunnisa, & Hevia Purnama Sari. (2026). IoT-Based Smart Irrigation and Fertilization System with Realtime Cloud Integration. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 15(1), 34–43.
<https://doi.org/10.22146/jnteti.v15i1.23124>
- Dutta, M., Gupta, D., Tharewal, S., Goyal, D., Kaur Sandhu, J., Kaur, M., Ali Alzubi, A., & Mutared Alanazi, J. (2025). Internet of Things-Based Smart Precision Farming in Soilless Agriculture: Opportunities and Challenges for Global Food Security. *IEEE Access*, 13, 34238–34268.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3540317>
- Halawa, D. N. (2024). Peran Teknologi Pertanian Cerdas (Smart Farming) untuk Generasi Pertanian Indonesia. *JURNAL KRIDATAMA SAINS DAN TEKNOLOGI*, 6(02), 502–512.
<https://doi.org/10.53863/kst.v6i02.1226>
- Herdhiansyah, D., Asriani, A., & Aksara, L. M. F. (2025). IMPLEMENTASI IOT UNTUK OPTIMASI BUDIDAYA TANAMAN HIDROPONIK PADA UKM RUMAH BALI HIDROPONIK UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PRODUKSI. *Jurnal Abdi Insani*, 12(6), 2575–2587.
<https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v12i6.2274>
- Herlambang, Y. D., Mujahidin, I., Marliyati, Ningtias, D. W. A., Ningrum, S. M., Widhaninggar, D. F., Bayu, T., & Prasetya, V. N. (2025). Community Empowerment to Improve Sustainable Agricultural Productivity through Smart Farming Based on Floating Solar Power Plants in Kesongo Village, Semarang Regency. *International Journal of Research in Vocational Studies (IJRVOCAS)*, 5(3), 09–15.
<https://doi.org/10.53893/ijrvocas.v5i3.451>
- indikator kinerja utama dinas ketahanan. (2026).
- Kaliannan, N., Sabapathi, N. L., Ranjan, S., Prabhakar, V., & Salimath, M. (2024). *From Tradition to Innovation: IoT-Enabled Precision Farming Strategies for Optimal Resource Use efficiency in Tomato Crop Management*.
<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3770030/v1>
- Nuzuliyah, L., Widodo Balai Besar Pelatihan Pertanian Ketindan, A., Pertanian dan Perkebunan Kabupaten Kediri, D., & Artikel,

- S. (2024). *Analisis Kelayakan dan Sensitivitas Usaha Budidaya Melon Golden Premium: Implementasi Sistem Low Cost Smart Greenhouse Feasibility and Sensitivity Analysis of Premium Golden Melon Cultivation Business: Implementation of Low-Cost Smart Greenhouse System I N F O A R T I K E L.* 8(2), 65–76. <https://doi.org/10.51589/ags.v8i02.3822>
- Peraturan Daerah Kota Semarang Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (2011).
- PERATURAN WALIKOTA SEMARANG TENTANG GERAKAN PEMBUDAYAAN PERTANIAN PERKOTAAN DI KOTA SEMARANG. (2021).
- Pizzileo, G., Colizzi, L., Guerriero, E., Adamo, T., & Chiriaco, M. V. (2025). Resource use efficiency and environmental sustainability in greenhouse agriculture through IoT-based irrigation and fertilization management. *Smart Agricultural Technology*, 12. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.101180>
- Rahmi, E. R., Yumami, E., & Hidayasari, N. (2023). Analisis Metode Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Website: Systematic Literature Review. *Remik*, 7(1), 821–834. <https://doi.org/10.33395/remik.v7i1.12177>
- Sabilissalam, L. H., Wulandari, K., & Sugianti, Y. (2023). Systematic Literature Review: Penelitian User Interface (UI) pada Pengembangan Aplikasi Seluler (Mobile). *Informasi Interaktif: Jurnal Informatika Dan Teknologi Informasi*, 8(3). <https://doi.org/10.37159/jii.v8i3.30>
- Seliwati, Mecca Sufyana, C., Adji, W. H., Nurzaman, R., Rifaldi, A., & Majdina, U. (2025). *Penggunaan Smart Hydroponic System Berbasis IoT untuk Meningkatkan Efisiensi Pertanian Perkotaan di Kelurahan Maleer Kecamatan Batununggal Kota Bandung.* <https://doi.org/https://doi.org/10.56689/padma.v5i2.2231>
- Umami, A., Anggrasari, H., Kadek, N., & Dewi, E. S. (2025). Penerapan Urban farming untuk Peningkatan Ketahanan Pangan Rumah Tangga di Kampung Suryowijayan Yogyakarta (Implementation of Urban farming to Increase Household Food Security in Suryowijayan Village, Yogyakarta). *JAST : Jurnal Aplikasi Sains Dan Teknologi*, 9(1), 49–63. <https://doi.org/10.33366/jast.v9i1>
- Yanti, D. D., & Nawangsari, R. (2023). THE ROLE OF LOCAL GOVERNMENT IN DEVELOPMENT URBAN FARMING. In *Jurnal Kebijakan Publik* (Vol. 14, Number 2). <https://jkp.ejournal.unri.ac.idhttps://jkp.ejournal.unri.ac.id>
- Zhang, H., He, L., Di Gioia, F., Choi, D., Elia, A., & Heinemann, P. (2022). LoRaWAN based internet of things (IoT) system for precision irrigation in plasticulture fresh-market tomato. *Smart Agricultural Technology*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100053>

Halaman ini sengaja dikosongkan