

URBAN FARMING BERBASIS TEKNOLOGI SENSOR DAN PLATFORM DAGANG LOKAL UNTUK KEDAULATAN PANGAN SEMARANG

Karla Katina Salim Nohkarsan*, Caroline Noel Amaris Purnomo, Karyn Gracia Hartono,
Mellia Harumi, Gelbert Jethro Sanyoto
Soegijapranata Catholi University

*Email: 23i10057@student.unika.ac.id

Abstract

Food security is a development priority that the Semarang City Government is currently pursuing. In 2019, the total area of agricultural land in Semarang City was only around 2,396.54 ha, accompanied by an increase in population of more than 1.6 million people and a predominantly urban area. This has led to a decline in the region's capacity to maintain the city's food sustainability and security to meet food needs. Meanwhile, the number of urban farming communities in Semarang City is still limited and not yet integrated on a city-wide scale, so it is necessary to develop programs that optimize local resources through urban farming as an urban agricultural practice using limited land. This study aims to design two support systems: (1) a sensor-based urban farming system application to monitor important parameters regarding plant conditions in real time, integrated with automatic valves for nutrient delivery or pH adjustment, and (2) a digital local trading application to realize a short local food supply chain. This application allows community agricultural products to be sold directly to nearby consumers and integrates a feature to search for the nearest urban farming farmers. This research was conducted through observational studies, in-depth interviews, and literature studies on the conditions and potential of urban farming in the city of Semarang. The research was carried out with the design of sensors and study of potential urban farming applications. This program is expected to support urban food sovereignty by supporting efficient local food systems, shortening distribution chains, reducing carbon footprints, and building community participation in sustainable local food systems.

Keywords: Food Security, Urban Farming, Sensor Technology, SFSC, Local Trade Applications

Abstrak

Kedaulatan pangan menjadi prioritas pembangunan yang tengah diupayakan Pemerintah Kota Semarang. Luas lahan pertanian Kota Semarang pada tahun 2019 hanya berkisar 2.396,54 ha yang diiringi dengan peningkatan jumlah penduduk lebih dari 1,6 juta jiwa, serta wilayah perkotaan yang mendominasi. Hal ini menyebabkan penurunan kapasitas wilayah dalam menjaga kemandirian dan ketahanan pangan kota untuk memenuhi kebutuhan pangan. Sementara itu, jumlah komunitas *urban farming* di Kota Semarang masih terbatas dan belum terintegrasi dalam skala kota, sehingga perlu dikembangkan program yang mengoptimalkan sumber daya lokal melalui *urban farming* sebagai praktik pertanian perkotaan menggunakan lahan terbatas. Penelitian ini bertujuan merancang dua sistem pendukung: (1) aplikasi sistem *urban farming* berbasis teknologi sensor untuk pemantau parameter penting mengenai kondisi tanaman secara *real time* yang terintegrasi dengan katup otomatis untuk pemberian nutrisi atau penyesuaian pH, dan (2) aplikasi dagang lokal digital untuk mewujudkan rantai pasok pangan lokal yang pendek. Aplikasi ini memungkinkan hasil pertanian masyarakat dijual langsung kepada konsumen terdekat, serta mengintegrasikan fitur pencarian petani *urban farming* terdekat. Penelitian ini dilakukan dengan studi observasi, *deep interview*, serta studi literatur mengenai kondisi dan potensi *urban farming* Kota Semarang. Penelitian dilakukan dengan perancangan sensor dan studi potensi penerapan aplikasi *urban farming*. Program ini diharapkan mampu mendukung kedaulatan pangan perkotaan dengan mendukung sistem pangan lokal yang efisien, mempersingkat rantai distribusi, menekan jejak karbon, serta membangun sikap partisipatif masyarakat dalam sistem pangan lokal berkelanjutan.

Kata kunci: Kedaulatan Pangan, *Urban Farming*, Teknologi Sensor, SFSC, Aplikasi Dagang Lokal

PENDAHULUAN

Kedaulatan pangan menjadi salah satu prioritas pembangunan yang tengah diupayakan pemerintah daerah, salah satunya Kota Semarang. Kemandirian pangan diharapkan mampu terwujud melalui pemenuhan konsumsi pangan terjangkau dan tersedia yang aman, bermutu, cukup, serta bergizi seimbang (Dishanpan Kota Semarang, 2018). Sebagian besar kebutuhan pangan di Kota Semarang dipenuhi dari wilayah sekitarnya, sementara hanya 12-15% yang dapat dicukupi dari produksi sendiri. Dinas Ketahanan Pangan terus berupaya agar Kota Semarang memiliki ketersediaan pangan bergizi di hilir, yang diimbangi dengan jaminan tersedianya pasokan dari hulu (Dishanpan Kota Semarang, 2022).

Akan tetapi, peningkatan jumlah penduduk serta perkembangan industri dan ekonomi berakibat pada terjadinya alih fungsi, fragmentasi, dan degradasi lahan pertanian. Masalah ini mengancam daya dukung wilayah dalam menjaga kedaulatan, kemandirian, serta ketahanan pangan daerah. Hal ini ditunjukkan dari data Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Semarang tahun 2024 yang mencatat jumlah penduduk Kota Semarang sebanyak 1.708.833 jiwa yang menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan selama 5 tahun terakhir. Tingginya pertumbuhan populasi di wilayah perkotaan yang diakibatkan oleh urbanisasi, membuat lahan pertanian serta perkebunan berkurang karena adanya alih fungsi lahan menjadi pemukiman, sehingga menuntut warga dan pemerintah untuk berinovasi dalam memenuhi kebutuhan dan ketahanan pangan di kota (Maulana *et al.*, 2022). Ketahanan pangan dapat mengalami ancaman yang serius apabila laju pertumbuhan penduduk terus melebihi jumlah produksi pangan (FAO, 2008 dalam Ramadhan dan Nurhasana, 2024).

Urban farming di wilayah perkotaan dapat menjadi solusi ketersediaan pangan. Adapun tantangan *urban farming* di perkotaan selain keterbatasan lahan yakni rendahnya partisipasi masyarakat, kurangnya integrasi antar komunitas urban farming, serta minimnya inovasi dan pemanfaatan hasil pertanian lokal. Masalah terkait keterbatasan lahan dapat diatasi dengan penanaman cara hidroponik yaitu metode penanaman tanpa menggunakan tanah sebagai media melainkan penggunaan larutan nutrisi yang tepat pada akar tanaman (Kuntariningsih dan Supriyadi, 2025). Namun, pemantauan nutrisi harus dilakukan secara rutin sehingga dianggap kurang efisien terhadap waktu.

Dishanpan Kota Semarang telah melakukan berbagai upaya peningkatan kegiatan *urban farming*. Minimnya partisipasi masyarakat sebagai *urban farmer* karena pendapatan yang relatif lebih rendah daripada sektor industri maupun jasa menjadi salah satu tantangan Kota Semarang. (Oktafiani *et al.*, 2021). Kegiatan *urban farming* dapat diselaraskan dengan teknologi, salah satunya adalah teknologi sensor. Jika sebelumnya dibutuhkan 7–10 tenaga kerja, dengan menerapkan teknologi sensor, beban tenaga kerja yang dibutuhkan cukup 2–3 orang saja, sehingga biaya operasional dapat ditekan. Hal ini membuat proses budidaya lebih efisien, produktivitas lebih tinggi, dan potensi terjadinya *human error* berkurang secara signifikan. Salah satu metode *urban farming* yang ideal untuk diaplikasikan teknologi sensor yakni hidroponik dimana tanaman menggunakan larutan nutrisi yang harus memiliki pH yang ideal yaitu dengan batas maksimal 6,5 pH, nutrisi dengan parameter TDS yang disesuaikan dengan kebutuhan tanaman, serta suhu yang tepat (Mufida *et al.*, 2020). Teknologi sensor mampu memonitor parameter penting

seperti suhu, pH, dan *Total Dissolved Solid* (TDS) secara *real time*, terutama pada metode hidroponik. Teknologi ini membuat kualitas hasil panen lebih terjamin dan konsisten yang membuka peluang nilai jual lebih tinggi karena produk lebih seragam dan memenuhi standar pasar. Penerapan sensor memberikan citra “*smart farming*” yang modern dan menarik bagi generasi muda serta mengurangi pemborosan air dan pupuk, sehingga lebih ramah lingkungan dan sejalan dengan tujuan pertanian berkelanjutan.

Pemanfaatan teknologi lain yaitu menggunakan aplikasi perdagangan digital yang menerapkan distribusi *short food supply chain* (SFSC). Melalui dukungan aplikasi ini, hasil panen dapat langsung dipasarkan ke konsumen sekitar tanpa melalui pedagang sayur lain, sehingga petani mendapatkan keuntungan lebih besar. Hal ini juga semakin meminimalisir kebutuhan energi dan jejak karbon yang dihasilkan dan dapat mendukung keberlanjutan lingkungan. Pekerjaan bertani tidak lagi dipandang sebagai aktivitas manual yang berat, melainkan sebagai pengelolaan sistem berbasis teknologi dari lahan hingga ke konsumen.

TELAAH LITERATUR DAN PENGEMBANGAN HIPOTESIS

- H₀:** Penerapan teknologi sensor berbasis *Internet of Things* (IoT) dan aplikasi dagang lokal tidak berpengaruh terhadap peningkatan efisiensi, kemandirian, dan kedaulatan pangan di Kota Semarang.
- H₁ :** Penerapan teknologi sensor berbasis *Internet of Things* (IoT) dan aplikasi dagang lokal berpengaruh positif terhadap peningkatan efisiensi, kemandirian, dan kedaulatan pangan di Kota Semarang.

Pengertian Kedaulatan Pangan Berdasarkan FAO dan SPI

Berdasarkan *Food and Agriculture Organization* (FAO) tahun 2015, kedaulatan pangan dapat diartikan sebagai kemampuan bangsa dalam mencukupi kebutuhan pangan dari hasil produksi dalam negeri, mengatur kebijakan pangan secara mandiri, dan melindungi serta mensejahterakan petani sebagai pelaku utama usaha pertanian pangan. Berdasarkan Serikat Petani Indonesia (SPI), kedaulatan pangan sangat menjunjung diversifikasi pangan sesuai kebudayaan lokal. Pengertian lain kedaulatan pangan yakni pemenuhan hak manusia dalam menentukan sistem pertanian serta pangannya sendiri yang mengarah pada pertanian berbasiskan prinsip solidaritas.

Permasalahan Terkait Kedaulatan Pangan Kota Semarang

Pada kota-kota besar seperti Semarang, isu kedaulatan pangan berkaitan dengan terbatasnya lahan pertanian perkotaan, sistem logistik pasar yang belum optimal sehingga menghambat distribusi dan akses pangan, rendahnya nilai tukar petani di tingkat lokal sehingga berkurangnya kesejahteraan petani yang juga mengakibatkan berkurangnya produksi, serta kurangnya diversifikasi pangan sehingga sistem pangan fluktuatif dan kurang mandiri (Mahasiswa Indonesia, 2024). Berdasarkan penggunaannya, lahan di wilayah Kota Semarang terbagi atas lahan pertanian sawah, lahan pertanian yang tidak berupa sawah dan lahan bukan pertanian. Luas tanah sawah pada tahun 2021 yakni sebesar 2232,79 Ha, sedangkan lahan pertanian yang tidak merupakan sawah sebesar 18852,03 Ha (Dinas Pertanian Kota Semarang, 2024). Dengan lahan pertanian yang terbatas dibandingkan dengan jumlah penduduk di Kota Semarang, produksi pangan lokal hanya memenuhi 12-15% dari kebutuhan jumlah penduduk (Pramoto dan Daenie, 2021). Maka, salah satu langkah pemerintah guna

mendukung terwujudnya kedaulatan pangan Kota Semarang yaitu pelaksanaan *urban farming*.

Urban Farming Sebagai Solusi Ketersediaan Pangan Kota Semarang

Urban farming merupakan suatu program atau kegiatan yang dilakukan berdasarkan cara pengelolaan sektor pangan yang terintegrasi, seperti peternakan, pertanian, dan perikanan, bahkan hingga tahap pengelolaan limbah sebagai upaya menjaga lingkungan dalam pengelolaannya (Armansyah *et al.*, 2024). Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2018 mendefinisikan *urban farming* sebagai perkembangan dari pertanian tradisional menuju pertanian perkotaan dari budidaya, pengelolaan, hingga tahap distribusi di wilayah perkotaan (KLHK, 2018 dalam Armansyah *et al.*, 2024). *Urban farming* dalam sektor pertanian di wilayah perkotaan menjadi solusi yang menjanjikan melalui adanya pertanian dan ketersediaan bahan pangan dalam jarak dekat dengan konsumen. Konsumen memperoleh pangan segar dan berkualitas dengan mudah hingga mengurangi ketergantungan pada bahan impor. Manfaat pelaksanaan *urban farming* untuk kota yakni efisiensi lahan dalam menghasilkan komoditas terutama sayur daun, mendukung ketahanan pangan lokal, serta mendorong peluang usaha agro-teknologi (Payen *et al.*, 2022; Parkes *et al.*, 2022). Terdapat beberapa model *urban farming* yakni vertikultur, hidroponik, *rooftop garden*, dan aquaponik (Gea *et al.*, 2025). Salah satu metode penanaman yang dapat dilakukan tanpa dibutuhkannya tanah yakni hidroponik. Hidroponik yaitu suatu metode penanaman yang menggunakan larutan nutrisi pada akar tanaman (Kuntariningsih dan Supriyadi, 2025).

Sensor dan Internet of Things (IoT) Sebagai Teknologi Peningkat Efisiensi

Sensor merupakan perangkat yang dapat digunakan untuk mendeteksi suatu

parameter yang ditentukan dengan mengubah besaran fisik menjadi listrik (Budiarso dan Prihandono, 2015). *Internet of Things* (IoT) yakni infrastruktur koneksi jaringan global yang dapat digunakan untuk mengendalikan maupun memantau suatu kegiatan akibat terhubungnya perangkat fisik dan virtual melalui internet atau teknologi komunikasi (Prawiyogi dan Anwar, 2023). Sensor dan IoT dapat terhubung dimana node sensor akan mengikuti internet secara dinamis yang digunakan untuk berkolaborasi dan menyelesaikan suatu tugas (Xu dan Helal, 2015). Teknologi apabila diintegrasikan pada praktik pertanian maka dapat meningkatkan efisiensi pertanian (Mendrofa *et al.*, 2024).

Short Food Supply Chain

Rantai pasok pangan pendek atau *Short Food Supply Chain* (SFSC) merupakan rangkaian transfer pangan yang lebih singkat dan independen dengan relasi yang lebih terintegrasi antara produsen, petani, pedagang, dan konsumen (Sjah dan Zainuri, 2020 dalam Quaralia, 2022). Rantai pasok pangan yang pendek dapat mempersingkat jarak distribusi, meningkatkan akses konsumen ke produk segar lokal, serta mengurangi jejak karbon (Denashurya dan BSBA, 2024). Hal ini dapat didukung dengan *e-commerce* lokal yang menghubungkan konsumen dengan petani *urban farming*. *E-commerce* merupakan perdagangan elektronik dimana proses pembelian dan penjualan melalui jaringan internet (Rehatalanit, 2016).

Studi Observasi terhadap Aplikasi Dagang Hasil Pertanian

Aplikasi perdagangan hasil tani di Indonesia yang sudah ada yakni TaniHub dan Sayurbox. Penggunaan kedua aplikasi tersebut telah terbukti mempersingkat rantai pasok, menghubungkan petani langsung dengan konsumen, serta meningkatkan efisiensi distribusi pangan. Pada aplikasi TaniHub terdapat lonjakan

permintaan hingga ratusan persen selama pandemi, namun aplikasi tersebut masih mengandalkan pangan impor (Katadata, 2021, 2022). Sementara itu, Sayurbox menerapkan konsep *farm-to-table*. Aplikasi tersebut mendapat pendanaan besar senilai Rp 1,7 triliun untuk memperluas jaringan hingga 40.000 petani (Alpha JWC, 2022; International Finance Corporation, 2022). Kedua *platform* tersebut menunjukkan bahwa terdapat potensi besar dalam perihal digitalisasi pertanian.

Integrasi Teknologi Sensor Berbasis IoT Serta Platform Digital

Integrasi teknologi sensor dan IoT dalam praktik *urban farming* dapat meningkatkan efisiensi produksi (Mendrofa *et al.*, 2024), sementara platform digital mampu memperpendek rantai pasok pangan (SFSC), menghubungkan petani dengan konsumen, dan memperkuat distribusi. Meskipun *urban farming* telah dikembangkan di Semarang, belum terdapat sistem yang mengintegrasikan praktik tersebut dengan teknologi sensor digital dan aplikasi dagang lokal, sehingga membuka peluang riset baru untuk mendukung kedaulatan pangan perkotaan secara lebih terintegrasi.

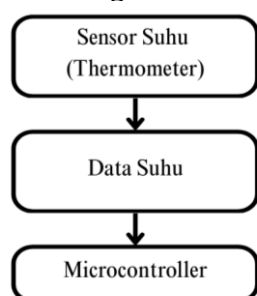
METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan studi literatur serta *deep interview* dengan Kelompok Wanita Tani (KWT) Puspitasari sebagai narasumber untuk mendapatkan gambaran terkait kondisi *urban farming* di Kota Semarang serta potensi

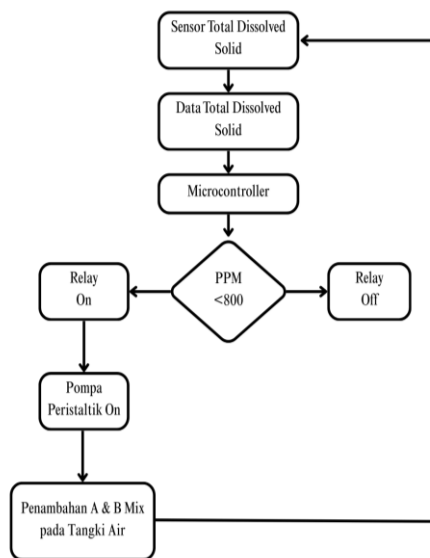
pengembangannya. Dari hasil studi literatur diperoleh informasi teoritis dan data sekunder terkait kondisi lahan pertanian, populasi penduduk Kota Semarang, tren *urban farming*, serta tantangan kedaulatan pangan Kota Semarang. Sedangkan, dari hasil *deep interview* diperoleh data primer berupa pengalaman langsung petani *urban farming*, kendala saat pelaksanaan, strategi yang sudah ada dan diterapkan, kebutuhan nyata petani *urban farmer* terkait teknologi, serta dukungan pemerintah maupun komunitas yang didapat.

Penelitian dilanjutkan dengan studi observasi serta perancangan teknologi sensor pH, suhu, dan *Total Dissolved Solid* (TDS) yang dilanjutkan dengan penambahan kolaborasi sensor dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk pengaturan pH serta *Total Dissolved Solid* (TDS) pada pasokan air hidroponik. Komponen penyusun teknologi tersebut yakni sensor pH atau pH meter, sensor suhu atau termometer, sensor TDS, *microcontroller*, *relay*, serta pompa peristaltik. Teknologi tersebut digunakan untuk mendeteksi tingkat pH, suhu, dan kadar TDS, juga mengontrol pH dan kadar TDS pada pasokan air. Data hasil sensor tersebut kemudian akan disalurkan pada perangkat *smartphone* melalui *IoT Cloud*. Kemudian dilakukan studi potensi aplikasi dagang lokal guna mewujudkan keberlangsungan *short supply chain* serta ketersediaan pangan lokal. Logika perancangan teknologi disajikan melalui *flowchart* sebagai berikut.

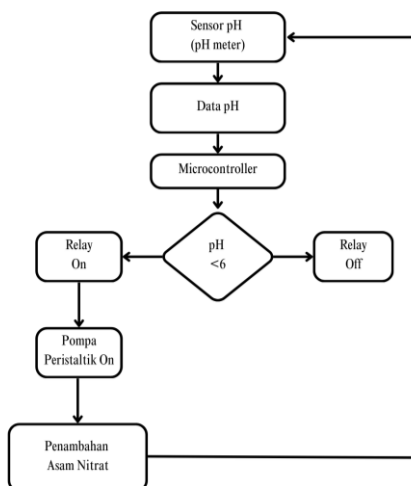
Flowchart Perancangan Teknologi Sensor Deteksi Suhu pada Pasokan Air Hidroponik



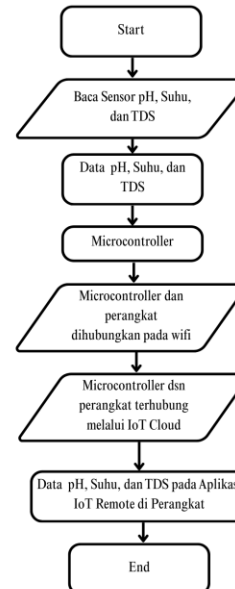
Gambar 1



Gambar 2
Flowchart Perancangan Closed Loop Control System untuk Total Dissolved Solid (TDS) pada Pasokan Air Hidroponik



Gambar 3
Flowchart Perancangan Closed Loop Control System untuk pH pada Pasokan Air Hidroponik



Gambar 4
Flowchart Perancangan Data pH, Suhu, dan TDS pada Pasokan Air Hidroponik yang dapat ditampilkan pada perangkat smartphone

menyatakan bahwa teknologi yang dapat mendukung perluasan area distribusi dengan tetap menerapkan *short food supply chain* juga diharapkan.

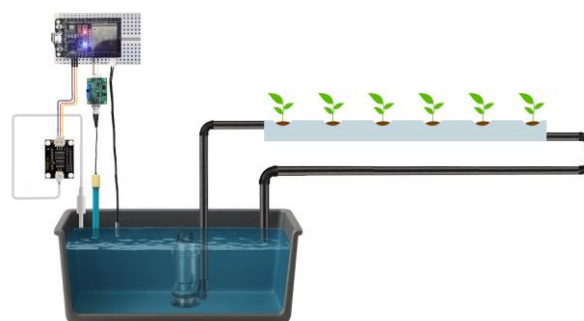
Pandangan narasumber terhadap *urban farming* yang mendukung ketersediaan pangan lokal yakni memungkinkan apabila lahan yang digunakan cukup luas dan terdapat banyak komunitas yang turut melaksanakan *urban farming*. Adapun tantangan dalam pelaksanaan *urban farming* yaitu kesibukan anggota komunitas. Narasumber juga menyatakan bahwa terdapat cukup banyak komunitas yang memutuskan untuk tidak melanjutkan *urban farming* dikarenakan tidak memiliki waktu untuk mengurus maupun menganggap bahwa dari segi ekonomis kurang menguntungkan apabila dijadikan pekerjaan utama. Maka, dibutuhkan teknologi guna mendukung efisiensi waktu serta kesejahteraan petani *urban farming* sehingga meningkatkan ketersediaan pangan lokal.

Sistem Pemantauan dan Pengendalian Nutrisi Hidroponik Urban Farming Berbasis Internet of Things (IoT)

Hidroponik merupakan sistem penanaman tanpa menggunakan media tanah, melainkan menggunakan air sebagai media tumbuhnya (Dewantoro, 2012 dalam Waluyo *et al.*, 2021). Penanaman dengan sistem hidroponik dapat mengurangi kebutuhan air, meminimalisir pencemaran lingkungan, dan mengurangi risiko makanan yang tidak sehat (Waluyo *et al.*, 2021). Hal ini dikarenakan pada sistem hidroponik yang digunakan terus bersirkulasi dalam memenuhi kebutuhan air, nutrisi, dan oksigen pada akar tanaman. Sistem hidroponik dengan air nutrisi yang selalu bersirkulasi atau mengalir disebut dengan *Nutrient Film Technique* (NFT) (Turino, 2022 dalam Rohmah *et al.*, 2024). Pada teknik penanaman hidroponik, seringkali pemantauan dan pengendalian nutrisi masih dilakukan secara manual, yaitu pemantauan oleh petani secara

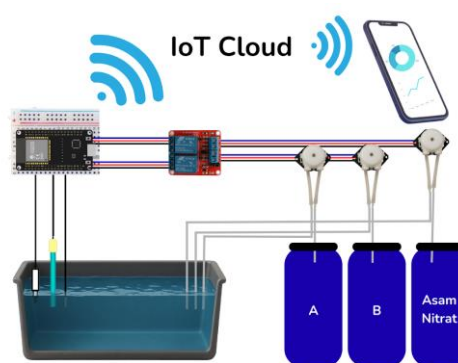
berkala. Pemantauan dan pengendalian yang penting dalam sistem penanaman hidroponik adalah penyerapan larutan nutrisi pada air sebagai media oleh akar, pH atau derajat keasaman air, dan suhu air. Faktor lingkungan sangat mudah mempengaruhi pH dan suhu air media tanam, sehingga pemantauan dan pengendalian secara manual dinilai kurang efisien (Amri dan Brijol, 2019).

Dalam meningkatkan efisiensi pemantauan dan pengendalian kondisi air untuk sistem penanaman hidroponik diperlukan teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk membantu para petani. Pada Gambar 1., terdapat tiga komponen sistem pemantauan berbasis IoT, diantaranya yaitu sensor *Total Dissolved Solid* (TDS), pH, dan termometer. Ketiga komponen instrumen ini dirangkai dan dikoneksikan pada satu *microcontroller*. Sensor TDS berperan dalam menjaga kualitas air berdasarkan total zat padat yang terlarut di dalam air (Progo, 2023). Sementara itu, sensor pH digunakan untuk menjaga dan mengontrol nilai keasaman air sehingga tidak mengganggu proses fotosintesis dan mencegah kerusakan tanaman (Alam dan Nasuha, 2020). Sensor suhu berupa termometer digunakan untuk menjaga suhu air yang akan diirigasikan untuk penanaman hidroponik, suhu yang tinggi menyebabkan tanaman mudah rusak dan layu (Blongkod *et al.*, 2016).



Gambar 6
Skema Sistem Pemantauan berbasis IoT
pada Instalasi Hidroponik Urban Farming

Rangkaian sistem pemantauan berbasis IoT dapat melakukan pemantauan secara berkala namun lebih efisien. Hal ini dikarenakan pemantauan dan pengendalian dapat dilakukan secara *real-time* melalui *IoT Cloud*, yang kemudian akan memungkinkan pengendalian sistem pada jarak jauh. *IoT Cloud* akan menerima data dan kondisi sistem sehingga *smartphone* dapat menerima segala informasi mengenai kondisi hidroponik. Pada Gambar 2., rangkaian sistem pemantauan dan pengendalian berbasis IoT ini menggunakan Arduino *IoT Cloud* untuk memprogram data dan kondisi yang diperlukan pada penanaman hidroponik, *platform cloud* untuk menyimpan data dan kondisi tersebut, serta aplikasi *smartphone* sebagai media para petani dalam memantau dan mengendalikan kondisi nutrisi air hidroponik secara *real-time*. Selain perangkat lunak dan IoT, digunakan juga *relay* dan pompa peristaltik dalam pengendalian pH dan pasok nutrisi terhadap media air. *Relay* berfungsi mengendalikan pompa peristaltik dalam memberikan dan menghentikan pasokan nutrisi dan larutan asam pada air. Sementara itu, pompa peristaltik berfungsi untuk memompa nutrisi dan larutan asam ke dalam air. Sistem sensor TDS dan pH dalam rangkaian sistem ini disebut sebagai *closed loop control system*. Data TDS dan pH untuk tiap jenis tanaman pada perangkat lunak akan ditangkap oleh *microcontroller* untuk pengendalian *relay*, yang kemudian *relay* akan mengaktifkan atau menonaktifkan pompa peristaltik. Sementara itu, sensor suhu tidak menggunakan *relay*, sehingga hanya pemantauan jarak jauh secara *real-time*.



Gambar 7
Skema Sistem Pemantauan dan Pengendalian Nutrisi Hidroponik Berbasis IoT yang Terintegrasi dengan Smartphone

Penerapan teknologi sensor dalam metode tanam hidroponik pada *urban farming* memiliki potensi besar dalam meningkatkan efisiensi produksi. Sensor dapat memonitor kondisi pH, suhu, dan TDS secara *real time*, sehingga kebutuhan pemakaian air dan nutrisi tanaman dapat diatur lebih terukur dan tepat. Hal ini tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja karena sebagian proses pemantauan dan penyesuaian dapat dilakukan secara otomatis. Dengan demikian, pemanfaatan teknologi sensor dapat mendukung keberlanjutan urban farming melalui efisiensi penggunaan sumber daya, pengendalian kualitas hasil panen, serta mengurangi kemungkinan kesalahan manusia. Akan tetapi, penerapan teknologi sensor pada *urban farming* menghadapi sejumlah tantangan untuk dilakukan. Beberapa di antaranya yaitu penerapan teknologi ini membutuhkan biaya modal awal perangkat dan pemasangan perangkat, dan keberhasilan sistem sangat bergantung pada kestabilan jaringan internet untuk menjalankan sistem. Selain itu, literasi digital petani *urban farming* lokal masih perlu ditingkatkan agar dapat mengoperasikan perangkat dan mengelola data hasil *monitoring* dengan baik. Oleh karena itu, dukungan dalam bentuk pelatihan dan sosialisasi pengenalan

perangkat lunak khususnya pada penggunaan aplikasi pada *smartphone* petani juga perlu dilakukan guna memudahkan para petani dalam pemantauan dan pengendalian nutrisi kedepannya. Di samping itu, dukungan dalam bentuk penyediaan infrastruktur jaringan serta skema pendanaan yang terjangkau juga menjadi faktor penting agar pemanfaatan teknologi sensor ini dapat diadopsi secara luas oleh masyarakat kota Semarang, khususnya petani *urban farming*.

Studi Potensi Penerapan Aplikasi Dagang Lokal untuk Memperpendek Rantai Pasok Pangan Urban Farming

Hasil wawancara dengan a KWT Puspitasari sebagai pelaku *urban farming* Kota Semarang menunjukkan bahwa hasil panen seringkali dijual terbatas kepada masyarakat sekitar wilayah *urban farming* saja dan belum terhubung langsung dengan konsumen secara luas. Bahkan, terkadang harga jual sayuran hasil panen tidak stabil apabila terdapat warga yang hendak menjualkan hasil panen sayur ke pihak lain. Kondisi ini serupa dengan pola rantai pasok pangan konvensional, di mana panjangnya jalur distribusi menyebabkan harga di tingkat petani rendah, sementara harga di tingkat konsumen tinggi. Narasumber menyatakan bahwa *platform* pemasaran yang praktis dan dapat diakses langsung oleh konsumen, dengan tetap menekankan pada jumlah ketersediaan stok hasil panen sayuran pada *platform* tersebut akan sangat membantu proses transaksi, distribusi langsung, dan penjualan hasil panen *urban farming* kepada konsumen secara langsung.

Penerapan aplikasi dagang lokal berpotensi menjadi solusi dengan menghubungkan petani *urban farming* langsung dengan konsumen terdekat di kota Semarang. Dalam aplikasi ini, produsen dapat menjual sayuran segar berkualitas hasil panen *urban farming* mereka sesuai dengan ketersediaan stok yang ada secara

langsung kepada konsumen untuk memperpendek rantai pasok, proses distribusi, dan waktu pengiriman bahan pangan segar, sehingga turut meningkatkan pendapatan petani. Petani *urban farming* juga dapat menjual hasil produk diversifikasi olahan hasil panen *urban farming* mereka, misalnya salad, jus sehat, sambal, atau lainnya. Sejalan dengan penelitian mengenai *e-commerce* pertanian seperti Sayurbox, aplikasi tersebut terbukti mampu menekan biaya distribusi sekaligus memperluas akses pasar bagi petani skala kecil di daerah Jakarta, Tangerang, Bekasi, dan Depok. Harga yang ditawarkan produk cenderung murah dan hampir sama dengan harga yang ditawarkan di pasar modern (Dewanthi, 2023).

Menurut Dewanthi (2023), target konsumen utama aplikasi pembelian sayur yaitu usia produktif (18-50 tahun), memanfaatkan teknologi, memiliki akses internet, dan memiliki kapasitas ekonomi. Maka, target konsumen ini lebih memfokuskan pada konsumen muda perkotaan Semarang yang padat aktivitas namun peduli pangan segar. Bukan hanya harga murah saja, aplikasi ini diharapkan dapat menekankan jaminan kesegara, kualitas produk segar, harga kompetitif, kemudahan akses, serta promo-promo menarik sebagai daya tarik utama. Konsumen yang puas dengan layanan dan kualitas produk akan cenderung melakukan pembelian ulang (*repeat purchase*), sehingga terbentuk kepercayaan dan loyalitas pelanggan. Maka, aplikasi dagang lokal *urban farming* ini sebaiknya memiliki fitur *subscription box* (paket sayur mingguan/bulanan) untuk menjaga loyalitas pelanggan. Konsumen yang sudah terbiasa dengan pola belanja praktis ini akan menjadi pelanggan tetap dan mendukung potensi keberlanjutan aplikasi dagang lokal ini. Sementara, pemasaran aplikasi dan perluasan jangkauan konsumen di Semarang dapat mengoptimalkan *digital marketing*, media sosial lokal (Instagram,

group WhatsApp, komunitas tertentu), maupun kolaborasi dengan *e-commerce* lainnya.

Meski demikian, penerapan aplikasi dagang lokal membutuhkan dukungan tambahan berupa literasi digital, sistem pembayaran yang mudah diakses, serta logistik distribusi skala kecil yang efisien. Dalam hal ini, diperlukan dukungan komunitas dan pemerintah dalam pelatihan digital dan logistik jarak dekat (kurir lokal). Aplikasi dagang lokal *urban farming* ini tidak hanya berfungsi sebagai media pemasaran, tetapi juga sebagai instrumen pemberdayaan komunitas *urban farming* dalam mendukung kedaulatan pangan perkotaan secara berkelanjutan. Di samping itu, aplikasi *smartphone* ini juga diharapkan dapat mengintegrasikan fitur dagang lokal dengan sistem kontrol sensor, sehingga memudahkan para petani dalam melihat dan mengontrol kondisi tanaman, nutrisi, suhu, dan aliran air yang dibutuhkan, serta menjual hasil dagangan mereka ke konsumen secara langsung.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa *urban farming* berbasis sensor digital dan *platform* dagang lokal berpotensi meningkatkan efisiensi budidaya, memperpendek rantai pasok pangan, serta mendukung kedaulatan pangan Kota Semarang. Meski masih berupa rancangan konseptual, tantangan seperti biaya awal, kebutuhan internet stabil, dan literasi digital perlu diatasi. Penelitian selanjutnya diharapkan melakukan uji coba lapangan serta melibatkan pemerintah, pihak swasta, dan komunitas untuk memastikan implementasi yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, R. L., & Nasuha, A. (2020). Sistem Pengendali pH Air dan Pemantauan Lingkungan Tanaman Hidroponik Menggunakan *Fuzzy Logic* Berbasis IoT. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 5(1), 11-20.
- Alpha JWC. (2022, Maret 21). Startup E-Grocery Sayurbox Raih Pendanaan Seri C Rp 1,7 Triliun dari Northstar, Alpha JWC, dan Investor Lain. Alpha JWC Ventures. Diakses dari <https://www.alphajwc.com/id/startup-e-grocery-sayurbox-raih-pendanaan-seri-c-rp-17-triliun-dari-northstar-alpha-jwc-dan-investor-lain>
- Amri, B., & Brijol, A. (2019). Sistem Pengaturan pH Larutan Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino UNO. *J-Innovation*, 8(1), 1-4.
- Armansyah, A., Soetrisno, A. L., Zaelany, A. A., Setiawan, B., Saputra, D., Haqi, M., ... & Fathurohman, A. (2024). *Urban Farming* sebagai Alternatif Mewujudkan Pembangunan Kota Berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Kawistara*, 14(1).
- Blongkod, N. A., Wenur, F., & Longdong, I. A. (2016). Kajian Pengaruh Pra Pendinginan dan Suhu Penyimpanan terhadap Umur Simpan Brokoli. *In Cocos*, 7(5).
- Budiarso, Z., & Prihandono, A. (2015). Implementasi Sensor Ultrasonik untuk Mengukur Panjang Gelombang Suara Berbasis Mikrokontroler. *Dinamik*, 20(2).
- Denashurya, P. N. I., & BSBA, M. (2024). *Rantai Pasok Agribisnis*. Nas Media Pustaka.
- Dewanthi, D. S. (2023). Consumer Behaviour Towards Grocery Online Shopping During Pandemic: Case Study in Sayurbox. *Business Economic, Communication, and Social Sciences Journal (BECOSS)*, 5(1), 13-24.
- Dinas Ketahanan Pangan Kota Semarang.

- (2018, 11 Desember). Menjamin Ketersediaan Pangan, Dinas Ketahanan Pangan Meninjau dan Mendistribusikan Bantuan Beras pada Korban Banjir. Diakses pada 19 Agustus 2025, dari <https://ketahananpangan.semarangkota.go.id/v3/portal/page/berita/Menjamin-Ketersediaan-Pangan-Dinas-Ketahanan-Pangan-Meninjau-dan-Mendistribusikan-Bantuan-Beras-pada-Korban-Banjir>.
- Dinas Ketahanan Pangan Kota Semarang. (2022, 18 November). Kelurahan Tangguh Pangan dan Gizi, Topang Kedaulatan Pangan Kota Semarang. Diakses pada 19 Agustus 2025, dari <https://www.ketahananpangan.semarangkota.go.id/v3/portal/page/berita/Kelurahan-Tangguh-Pangan-dan-Gizi-Topang-Kedaulatan-Pangan-Kota-Semarang>
- Dinas Pertanian Kota Semarang. (2024, Juni 12). Pertanian dalam Angka 2021. <https://dispertan.semarangkota.go.id/uploads/documents/20240612134247-2024-06-12documents134245.pdf>.
- FAO. (2015). Rencana Strategis Kementerian Pertanian. FAOLEX. Diakses 22 Agustus 2025, dari <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ins169456.pdf>.
- Gea, M. P., Zendrato, R. J., Telaumbanua, S. O., & Ndraha, A. B. (2025). Pertanian Perkotaan, Solusi Inovatif untuk Ketahanan Pangan di Tengah Kota. *Flora: Jurnal Kajian Ilmu Pertanian dan Perkebunan*, 2(1), 188-198.
- Handayani, W., Nugroho, P., & Hapsari, D. O. (2018). Kajian Potensi Pengembangan Pertanian Perkotaan di Kota Semarang. *Jurnal Riptek*, 12(2), 55-68.
- International Finance Corporation. (2022, Maret 21). IFC Invests in Sayurbox to Support Farmers and Consumers in Indonesia. World Bank Group. <https://www.ifc.org/en/stories/2022/indonesia-digi-agri-revolution>
- Katadata. (2021, Maret 30). Strategi Tanihub & Sayurbox Antisipasi Lonjakan Transaksi saat Ramadan. Katadata.co.id. <https://katadata.co.id/digital/startup/6062fdf346f26/strategi-tanihub-sayurbox-antisipasi-lonjakan-transaksi-saat-ramadan>
- Katadata. (2022, Januari 6). Transaksi Melonjak, Startup Tanihub hingga Sayurbox Impor Bahan Pangan. Katadata.co.id. <https://katadata.co.id/digital/e-commerce/61d6b9aa83099/transaksi-melonjak-startup-tanihub-hingga-sayurbox-impor-bahan-pangan>
- Kuntariningsih, A., & Supriyadi, A. (2025). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Urban Farming Hidroponik dan Eco-Enzyme untuk Ketahanan Pangan dan Pengelolaan Limbah di Kelurahan Bendan Ngisor, Kota Semarang: Penelitian. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 3(4), 4147-4156.
- Mahasiswa Indonesia. (2024, 21 Oktober). Menghadapi Tantangan Ketahanan Pangan di Serang. Media Mahasiswa Indonesia. Diakses 22 Agustus 2025, dari <https://mahasiswaindonesia.id/menghadapi-tantangan-ketahanan-pangan-di-serang/#:~:text=Masalah%20logistik%20dan%20distribusi%20pangan%20menjadi%20tantangan>.
- Ramadhan, M. L., & Nurhasana, R. (2024). Budaya Pertanian Kota (Urban Farming) sebagai Optimalisasi Lahan Terbatas di Jakarta Timur. *Media Bina Ilmiah*, 19(4), 4433-4440.

- Serikat Petani Indonesia. Kedaulatan pangan. SPI: Serikat Petani Indonesia. Diakses 22 Agustus 2025, dari <https://spi.or.id/isu-utama/kedaulatan-pangan/>
- Mendrofa, J. S., Zendrato, M. W., Halawa, N., Zalukhu, E. E., & Lase, N. K. (2024). Peran Teknologi dalam Meningkatkan Efisiensi Pertanian. *Tumbuhan: Publikasi Ilmu Sosiologi Pertanian Dan Ilmu Kehutanan*, 1(3), 01-12.
- Mufida, E., Anwar, R. S., Khodir, R. A., & Rosmawati, I. P. (2020). Perancangan Alat Pengontrol pH Air untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Uno. *INSANTEK-Jurnal Inovasi dan Sains Teknik Elektro*, 1(1), 13-19.
- Oktafiani, I., Sitohang, M. Y., & Saleh, R. (2021). Sulitnya Regenerasi Petani pada Kelompok Generasi Muda. *Jurnal Studi Pemuda*, 10(1), 1-17.
- Parkes, M. G., Azevedo, D. L., Domingos, T., & Teixeira, R. F. (2022). Narratives and Benefits of Agricultural Technology in Urban Buildings: A Review. *Atmosphere*, 13(8), 1250.
- Payen, F. T., Evans, D. L., Falagán, N., Hardman, C. A., Kourmpetli, S., Liu, L., ... & Davies, J. A. (2022). How Much Food Can We Grow In Urban Areas? Food Production and Crop Yields of Urban Agriculture: A Meta-analysis. *Earth's future*, 10(8), e2022EF002748.
- Pratomo, Y. S., & Daenie, M. (2021). Mewujudkan Kebijakan Pembangunan Ketahanan Pangan di Kota Semarang. *Public Service and Governance Journal*, 2(2), 95-105.
- Prawiyogi, A. G., & Anwar, A. S. (2023). Perkembangan Internet of Things (iot) pada Sektor Energi: Sistematis Literatur Review. *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan dan Teknologi Informasi*, 1(2), 187-197.
- Progo, Y. K. (2023). Sistem Monitoring Total Dissolved Solid (TDS) pada Lower Basin Cooling Tower Menggunakan Sensor Berbasis Internet di Bandar Udara Internasional Yogyakarta-Kulon Progo. *Jurnal Teknik Mekanikal Bandar Udara*, 1(1), 102-111.
- Quaralia, P. S. (2022). Kerja Sama Regional dalam Rantai Pasokan Pertanian untuk Mencapai Ketahanan Pangan Berkelanjutan: Studi Kasus ASEAN. *Padjadjaran Journal of International Relations*, 4(1), 56-73.
- Rehatalanit, Y. L. R. (2016). Peran E-Commerce dalam Pengembangan Bisnis. *Jurnal Teknologi Industri*, 5.
- Rohmah, R., Vikri, M. J., Barata, M. A., Alawi, Z., Muhajir, M., Rahmawati, V. D., & Setyani, R. A. (2024). Sistem Otomatisasi Hidroponik Budidaya Sayuran sebagai Upaya Pemberdayaan Mandiri Santri Pondok Pesantren Pacul Bojonegoro. *Jurnal Pengabdian Masyarakat I-Com: Indonesian Community Journal*, 4(2).
- Waluyo, M. R., Nurfajriah, N., Mariati, F. R. I., & Rohman, Q. A. H. H. (2021). Pemanfaatan Hidroponik sebagai Sarana Pemanfaatan Lahan Terbatas bagi Karang Taruna Desa Limo. *IKRA-ITH ABDIMAS*, 4(1), 61-64.
- Xu, Y., & Helal, A. (2015). Scalable Cloud-Sensor Architecture for The Internet of Things. *IEEE Internet of Things Journal*, 3(3), 285-298