

Penerapan Sistem Hidroponik NFT Otomatis Berbasis IoT untuk Meningkatkan Produktivitas Sayur di Lahan Sempit Perkotaan

Application of IoT-Based Automatic NFT Hydroponic System to Improve Vegetable Productivity in Narrow Urban Land

Nindya Atha Subagyo^{1*}, Aprilia Siska Dewi², Andara Hilary³

^{1,2,3}Program Studi Agroteknologi, Pertanian, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Email korespondensi: nindya.atha28@gmail.com

ABSTRACT

*Urbanization has led to reduced agricultural land in cities, creating challenges for food security. This study aims to design and evaluate an IoT-based automatic Nutrient Film Technique (NFT) hydroponic system to improve vegetable productivity in narrow urban land. The system integrates sensors for monitoring pH, electrical conductivity (EC), temperature, and water level, connected to a microcontroller that automatically regulates nutrient solution circulation. This research used an experimental method comparing the growth and yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) between the IoT-based NFT system and the conventional NFT system. Results showed that the IoT-based automatic NFT system significantly increased lettuce fresh weight by 34.7% compared to the conventional system. Automation reduced labor requirements by 60% while maintaining optimal nutrient conditions throughout the growing period. The system enabled year-round production, achieving 8-9 harvest cycles per year compared to 5-6 in conventional systems. The IoT-based NFT hydroponic system offers a promising solution for urban food production, enabling efficient land use, reduced resource consumption, and increased productivity, making it suitable for urban farming applications in limited spaces.*

Keywords: NFT hydroponics, IoT, urban farming, automation, vegetable productivity

ABSTRAK

Urbanisasi menyebabkan berkurangnya lahan pertanian di perkotaan, sehingga menimbulkan tantangan bagi ketahanan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengevaluasi sistem hidroponik Nutrient Film Technique (NFT) otomatis berbasis IoT guna meningkatkan produktivitas sayuran di lahan sempit perkotaan. Sistem mengintegrasikan sensor pemantau pH, electrical conductivity (EC), suhu, dan ketinggian air yang terhubung ke mikrokontroler untuk mengatur sirkulasi larutan nutrisi secara otomatis. Penelitian menggunakan metode eksperimen yang membandingkan pertumbuhan dan hasil selada (*Lactuca sativa* L.) antara sistem NFT berbasis IoT dan sistem NFT konvensional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem NFT otomatis berbasis IoT meningkatkan bobot segar selada sebesar 34,7% dibandingkan sistem konvensional. Otomasi mengurangi kebutuhan tenaga kerja sebesar 60% sekaligus mempertahankan kondisi nutrisi yang optimal sepanjang periode tanam. Sistem ini memungkinkan produksi sepanjang tahun dengan 8-9 siklus panen per tahun dibandingkan 5-6 siklus pada sistem konvensional. Sistem hidroponik NFT berbasis IoT menawarkan solusi yang menjanjikan untuk produksi pangan perkotaan, memungkinkan penggunaan lahan yang efisien, pengurangan konsumsi sumber daya, dan peningkatan produktivitas, sehingga cocok diterapkan pada urban farming di ruang yang terbatas.

Kata Kunci: hidroponik NFT, IoT, urban farming, otomasi, produktivitas sayur

PENDAHULUAN

Pertumbuhan populasi perkotaan yang pesat menyebabkan alih fungsi lahan pertanian menjadi kawasan permukiman dan industri. Indonesia, sebagai negara dengan tingkat urbanisasi yang terus meningkat, menghadapi tantangan serius dalam memenuhi kebutuhan pangan perkotaan. Berdasarkan data BPS (2022), lebih dari 56% penduduk Indonesia kini tinggal di perkotaan, dan angka ini diprediksi terus meningkat hingga 66% pada tahun 2035 (BPS, 2022).

Hidroponik merupakan salah satu solusi pertanian yang dapat diterapkan di lahan sempit perkotaan. (Agustiani & Ayu Purnama Dewi, 2023) menyatakan bahwa urban farming berbasis hidroponik efektif mengoptimalkan lahan sempit di daerah perkotaan sekaligus mendukung ketahanan pangan lokal. Teknik Nutrient Film Technique (NFT) adalah metode hidroponik yang memanfaatkan aliran tipis larutan nutrisi di dalam talang atau pipa sehingga akar tanaman dapat menyerap nutrisi secara efisien (Maulana et al., 2020)

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) membuka peluang untuk mengotomasi sistem hidroponik sehingga pemantauan dan pengendalian lingkungan tumbuh dapat dilakukan secara real-time dan presisi. (Dani, 2020) membuktikan bahwa penerapan kendali otomatis berbasis IoT pada sistem NFT mampu mengoptimalkan pertumbuhan sayuran secara signifikan dibandingkan sistem tanpa kendali otomatis. (Prasetyo et al., 2022) juga menunjukkan bahwa sistem monitoring NFT berbasis IoT memungkinkan petani memantau kondisi pH, nutrisi, dan suhu dari jarak jauh menggunakan aplikasi smartphone.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) merancang sistem hidroponik NFT otomatis berbasis IoT, (2) menganalisis pengaruh otomasi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada, dan (3) mengevaluasi efisiensi penggunaan sumber daya pada sistem yang dikembangkan dibandingkan sistem konvensional.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Rofitop Fakultas Pertanian, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, pada bulan Maret hingga Juni 2025. Bahan yang digunakan adalah benih selada varietas Grand Rapids, larutan nutrisi AB mix, media tanam rockwool, dan perlengkapan sistem NFT. Pemilihan selada sebagai tanaman uji didasarkan pada karakteristiknya yang responsif terhadap perubahan kondisi nutrisi dan pH (Lestari et al., 2022)

Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua perlakuan, yaitu: P1 (sistem NFT konvensional) dan P2 (sistem NFT otomatis berbasis IoT), masing-masing diulang sebanyak tiga kali dengan 15 tanaman per unit percobaan.

Komponen IoT yang digunakan meliputi: (1) mikrokontroler ESP32, (2) sensor pH analog, (3) sensor TDS/EC, (4) sensor suhu DS18B20, (5) sensor ketinggian air ultrasonik, (6) pompa nutrisi 12V, dan (7) relay module untuk kontrol otomatis. (Wati & Sholihah, 2021) menegaskan bahwa kombinasi sensor pH dan TDS pada sistem NFT berbasis Arduino mampu menjaga stabilitas nutrisi secara efektif. Data dikirimkan ke platform cloud ThingsBoard untuk pemantauan jarak jauh melalui protokol MQTT (Nababan et al., 2020).

Tabel 1. Parameter Pengamatan dan Alat Ukur yang Digunakan

Parameter	Alat Ukur	Satuan
pH larutan nutrisi	Sensor pH analog	-
Electrical Conductivity (EC)	Sensor TDS/EC	mS/cm
Suhu larutan	Sensor DS18B20	°C
Tinggi tanaman	Penggaris	cm
Jumlah daun	Perhitungan manual	helai
Bobot segar tanaman	Timbangan digital	gram
Konsumsi air	Flow meter	liter/siklus

Sumber: Data Primer (2025)

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji-T (Independent Sample T-Test) pada taraf kepercayaan 95% untuk membandingkan rata-rata antar perlakuan. Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 25.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem NFT otomatis berbasis IoT memberikan pengaruh nyata terhadap seluruh parameter pertumbuhan dan hasil tanaman selada dibandingkan dengan sistem NFT konvensional.

1. Stabilitas pH dan EC Larutan Nutrisi

Sistem NFT berbasis IoT mampu mempertahankan pH larutan nutrisi pada kisaran 5,8-6,2 dan EC pada 1,8-2,2 mS/cm secara konsisten sepanjang siklus tanam. Hal ini berbeda signifikan dengan sistem konvensional yang menunjukkan fluktuasi pH hingga 4,9-7,1 dan EC 1,2-3,0 mS/cm akibat pemantauan yang tidak kontinu. (Wati & Sholihah, 2021) menegaskan bahwa pengendalian pH dan nutrisi secara otomatis pada sistem NFT berbasis Arduino menghasilkan kondisi larutan yang lebih stabil dan konsisten dibandingkan pengelolaan manual. Stabilitas kondisi nutrisi sangat penting karena tanaman selada membutuhkan pH optimal 5,5-6,5 untuk penyerapan unsur hara yang maksimal (Maulana et al., 2020)

2. Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Selada

Tinggi tanaman selada pada sistem IoT mencapai rata-rata 28,4 cm pada umur 35 hari setelah tanam (HST), sedangkan pada sistem konvensional hanya 22,7 cm. Jumlah daun pada sistem IoT rata-rata 14,2 helai/tanaman, lebih tinggi dibandingkan sistem konvensional yang hanya 10,8 helai/tanaman. (Lestari et al., 2022) melaporkan bahwa konsentrasi nutrisi AB mix yang optimal pada sistem NFT menghasilkan pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun selada yang nyata lebih baik. Perbedaan ini disebabkan oleh kondisi nutrisi yang lebih stabil dan konsisten pada sistem IoT, sehingga tanaman dapat tumbuh secara optimal tanpa mengalami cekaman nutrisi (Prasetyo et al., 2022)

Tabel 2. Perbandingan Hasil Pengamatan Sistem NFT IoT vs Konvensional

Parameter	NFT IoT (P2)	NFT Konvensional (P1)
Tinggi tanaman 35 HST (cm)	28,4 ± 1,6	22,7 ± 2,1
Jumlah daun (helai)	14,2 ± 0,8	10,8 ± 1,2
Bobot segar (gram/tanaman)	187,3 ± 12,4	139,1 ± 18,7
Konsumsi air (liter/siklus)	42,6 ± 2,1	68,4 ± 5,3
Siklus panen/tahun	8-9 siklus	5-6 siklus

Sumber: Data Primer diolah (2025)

3. Bobot Segar dan Efisiensi Sumber Daya

Bobot segar tanaman selada pada sistem IoT mencapai 187,3 gram/tanaman, lebih tinggi 34,7% dibandingkan sistem konvensional (139,1 gram/tanaman). Hasil uji-T menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kepercayaan 95% ($p < 0,05$). membuktikan bahwa sayuran pada hidroponik NFT yang dikendalikan secara otomatis menunjukkan tinggi dan lebar daun yang nyata lebih besar dibandingkan tanpa kendali otomatis. Selain itu, sistem IoT menunjukkan penghematan konsumsi air yang signifikan, yaitu 42,6 liter/siklus dibandingkan 68,4 liter/siklus pada sistem konvensional, atau setara penghematan 37,7%.

Rahmadhani et al. (2020) menegaskan bahwa sistem budidaya hidroponik menghasilkan kualitas dan kuantitas sayuran yang lebih baik dibandingkan sistem konvensional. Otomasi sistem juga terbukti mengurangi kebutuhan waktu pemeliharaan hingga 60% dari total jam kerja mingguan, sejalan dengan temuan Panjaitan (2024) bahwa sistem pemberian nutrisi otomatis berbasis IoT secara signifikan meningkatkan efisiensi kerja petani hidroponik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa: (1) Sistem hidroponik NFT otomatis berbasis IoT berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan integrasi sensor pH, EC, suhu, dan ketinggian air. (2) Sistem IoT meningkatkan bobot segar selada sebesar 34,7% dibandingkan sistem NFT konvensional dengan perbedaan yang nyata secara statistik. (3) Otomasi sistem mengurangi konsumsi air sebesar 37,7% dan kebutuhan tenaga pemeliharaan sebesar 60%, serta meningkatkan frekuensi panen menjadi 8-9 siklus per tahun.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah pengujian sistem pada komoditas sayuran lain seperti kangkung dan pakcoy, serta pengembangan algoritma kecerdasan buatan (AI) untuk optimasi pemberian nutrisi secara adaptif berdasarkan kondisi lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiani, E., & Ayu Purnama Dewi, K. (2023). Pendampingan Ekosistem Urban Farming dalam Rangka Optimalisasi Lahan Sempit di Daerah Perkotaan. *Jurnal Abdimas Independen*, 4(2), 139-144. <https://doi.org/10.29303/independen.v4i2.813>
- BPS. (2022). Statistik Indonesia 2022. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Dani, A.W. (2020). Optimalisasi Pertumbuhan pada Sayuran Hidroponik Nutrient Film Technique dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknologi Elektro*, 11(1), 1-8. <https://doi.org/10.22441/jte.2020.v11i1.001>
- Lestari, I.A. (2022). Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) pada Berbagai Media Tanam dan Konsentrasi Nutrisi pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT). *Jurnal Agronida*, 8(1). <https://ojs.unida.ac.id/JAG/article/view/5625>
- Maulana, M.A., Wijaya, I., & Suroso, B. (2020). Respon Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca Sativa*) terhadap Pemberian Nutrisi dan Beberapa Macam Media Tanam Sistem Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique). *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 18(1). <https://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/AGRITROP/article/view/3270>
- Nababan, P., Andromeda, T., & Soetrisno, Y.A.A. (2020). Perancangan Sistem Monitoring Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT) Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Web Server Thingspeak. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 9(4), 547-555. <https://doi.org/10.14710/transient.v9i4.547-555>
- Panjaitan, R.A. (2024). Prototype Sistem Pemberian Nutrisi Otomatis pada Tanaman Hidroponik Selada dengan Wick System Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(2). <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i2.4063>
- Prasetyo, A., Nugroho, A.B., & Setyawan, H. (2022). Perancangan Sistem Monitoring pada Hidroponik Selada (*Lactuca Sativa* L.) dengan Metode NFT Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, 4(2), 99-109. <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/ELKOM/article/view/6102>
- Rahmadhani, L.E., Widuri, L.I., & Dewanti, P. (2020). Kualitas Mutu Sayur Kasepak (Kangkung, Selada, dan Pakcoy) dengan Sistem Budidaya Akuaponik dan Hidroponik. *Jurnal Agroteknologi*, 14(01), 33-43.
- Wati, D.R., & Sholihah, W. (2021). Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino. *MULTINETICS*, 7(1), 12-20. <https://doi.org/10.32722/multinetics.v7i1.3504>