

Original article

Penerapan Internet of Things (IoT) dalam Budidaya Hidroponik Melon Mencapai Kualitas Ekspor Melalui Nutrisi Optimal

Sena Wijayanto^a, Toni Anwar^b, Mahazam Afrad^c, Fikra Titan Syifa^d, Namira Shifwah Kumandani^e, Baroatuz Zukhruf Al Jatsiyah^f, Veronica Pinkan Rosari^g, Muhammad Asbi Ramadhan^h

^{a,b,c,d,e,f,g,h} Telkom University, Kampus Purwokerto, Indonesia

INFO ARTICLE

Article history:

Received 20 Juni 2025

Received in revised form 19 Agustus 2025

Accepted 22 Agustus 2025

Published online 25 Agustus 2025

Kata kunci:

Internet of Things

Melon Hidroponik

Sensor Padatan Terlarut

Kelompok Tani

Mutu Ekspor

Keyword:

Internet of Things

Hydroponic Melon

Dissolved Solids Sensor

Farmer Group

Export Quality

Publisher's note:

Penerbit tetap netral mengenai klaim yurisdiksi dalam peta yang diterbitkan dan afiliasi institusional, sementara penulis bertanggung jawab penuh atas keakuratan konten dan implikasi hukum apa pun.

Copyright@author

ABSTRACT

Budidaya melon hidroponik masih menghadapi kendala distribusi nutrisi yang tidak merata serta ketergantungan pada pasokan listrik, sehingga memengaruhi kualitas panen. Program pengabdian masyarakat ini bertujuan meningkatkan kualitas budidaya melon hidroponik Kelompok Wanita Tani (KWT) Bina Lestari di Desa Kaliurip, Banyumas, agar mampu memenuhi standar ekspor melalui penerapan teknologi Internet of Things (IoT). Metode kegiatan meliputi penyuluhan, instalasi sistem berbasis mikrokontroler Espressif 32 dengan sensor Total Dissolved Solids (TDS), serta pelatihan langsung kepada 23 anggota KWT. Sistem dirancang dengan dukungan catu daya cadangan dan panel surya untuk mengatasi risiko pemadaman listrik. Evaluasi dilaksanakan melalui observasi lapangan, pengujian sistem, dan kuesioner peserta. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman dan keterampilan anggota KWT. Selain itu, instalasi berhasil diterapkan pada dua greenhouse, yang mendukung distribusi nutrisi lebih stabil dan pertumbuhan tanaman lebih seragam. Temuan ini membuktikan bahwa penerapan IoT dapat mengurangi kendala teknis, meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya, serta memperkuat peluang pasar produk melon hidroponik dengan mutu ekspor.

ABSTRACT

Hydroponic melon cultivation still faces challenges such as uneven nutrient distribution and dependence on electricity supply, which affect crop quality. This community service program aimed to improve the quality of hydroponic melon cultivation by the Bina Lestari Women Farmers Group in Kaliurip Village, Banyumas, so that their products could meet export standards through the application of Internet of Things (IoT) technology. The methods included counseling, installation of a system based on the Espressif 32 microcontroller with a Total Dissolved Solids (TDS) sensor, and hands-on training for 23 group members. The system was designed with a backup power supply and solar panels to overcome the risk of power outages. Evaluation was carried out through field observations, system testing, and participant questionnaires. The results indicated a significant improvement in members' understanding and skills. In addition, the system was successfully installed in two greenhouses, supporting more stable nutrient distribution and more uniform plant growth. These findings demonstrate that IoT implementation can reduce technical constraints, increase resource efficiency, and strengthen market opportunities for hydroponic melon products with export quality.

*Corresponding author

Email: piyo2009taipei@gmail.com

<https://10.20895/ijcosin.v5i2.9381>



1. PENDAHULUAN

Pertanian modern mengalami perkembangan dengan penerapan teknologi berbasis Internet of Things (IoT), yang memungkinkan pemantauan dan pengelolaan sistem pertanian secara lebih efisien. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam pertanian berbasis teknologi adalah budidaya hidroponik, yaitu teknik bercocok tanam tanpa tanah yang bergantung pada kualitas dan distribusi nutrisi dalam air (Wahyudi et al., 2025). Metode ini memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan sistem pertanian konvensional, seperti efisiensi penggunaan air, peningkatan hasil panen, dan kemampuan untuk bertani di lahan terbatas (Putri et al., 2023).

Di Indonesia, hidroponik semakin populer, terutama di kalangan kelompok tani yang ingin meningkatkan hasil pertanian mereka dengan metode yang lebih modern dan efisien. Salah satu kelompok yang telah berhasil menerapkan budidaya hidroponik adalah Kelompok Wanita Tani (KWT) Bina Lestari Kaliurip. KWT ini berdiri pada 23 Maret 2011 dan saat ini memiliki dua greenhouse dengan kapasitas 625 bibit melon di greenhouse pertama dan 330 bibit di greenhouse kedua. Dengan jumlah anggota sebanyak 23 orang, kelompok ini telah menghasilkan melon dengan rasa yang manis dan berkualitas tinggi. Namun, meskipun hasil panennya sudah cukup baik, produk melon dari KWT Bina Lestari Kaliurip masih belum memenuhi standar ekspor. Salah satu tantangan utama dalam budidaya melon hidroponik adalah ketidakseimbangan distribusi nutrisi dalam air, yang menyebabkan perbedaan pertumbuhan antar tanaman dalam satu sistem. Ketika nutrisi tidak merata, beberapa tanaman mungkin mengalami kekurangan unsur hara, sementara yang lain mendapatkan nutrisi berlebih, yang pada akhirnya berdampak pada kualitas buah yang dihasilkan (Yoesepa Pamela et al., 2024). Selain itu, ketergantungan terhadap listrik juga menjadi kendala, karena pemadaman listrik dapat mengganggu sirkulasi air dan suplai nutrisi, yang sangat bergantung pada pompa dan sistem otomatisasi hidroponik (Putra et al., 2021).

Permasalahan serupa juga ditemukan dalam penelitian (Agnesia et al., 2024) di mana ketidakteraturan dalam penyiraman dan pemupukan tanaman menyebabkan efisiensi pertanian menurun. Dalam penelitian tersebut, penggunaan IoT terbukti mampu mengatur penyiraman berdasarkan waktu dan kadar kelembapan tanah menggunakan sensor soil moisture serta memantau kondisi tanaman melalui aplikasi Blynk. Sistem ini mampu mengoptimalkan penggunaan air dan pupuk, sekaligus meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman secara signifikan. Solusi serupa sangat relevan diterapkan dalam sistem hidroponik untuk memastikan distribusi nutrisi yang merata serta menjaga kestabilan pertumbuhan tanaman. Penggunaan Internet of Things (IoT) dapat memantau dan mengontrol nutrisi secara otomatis yang dimana memungkinkan pemantauan kadar nutrisi dalam air secara real-time menggunakan sensor Total Dissolved Solids (TDS), sehingga dapat mengukur tingkat kepekatan larutan nutrisi (Nugraha & Novantara, 2025). Dengan data yang diperoleh dari sensor, sistem dapat mengontrol pemberian nutrisi secara otomatis, memastikan bahwa setiap tanaman mendapatkan suplai nutrisi yang merata (Nalendra et al., 2024).

Selain itu, untuk mengatasi permasalahan ketergantungan pada listrik, sistem ini juga akan dilengkapi dengan Uninterruptible Power Supply (UPS). Dengan adanya UPS, sistem hidroponik dapat tetap beroperasi meskipun terjadi pemadaman listrik, sehingga suplai nutrisi dan sirkulasi air tetap berjalan (Anggara et al., n.d.). Keberlanjutan suplai listrik ini sangat penting dalam menjaga stabilitas pertumbuhan tanaman dan memastikan hasil panen yang berkualitas. Melalui penerapan teknologi IoT dalam sistem hidroponik melon di KWT Bina Lestari Kaliurip, program pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk: 1) Memastikan distribusi nutrisi yang lebih merata, sehingga pertumbuhan tanaman lebih seragam dan hasil panen lebih konsisten

(Mulyati et al., 2021). 2) Meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, baik dalam hal air, listrik, maupun tenaga kerja (Firmansyah et al., 2024). 3) Meningkatkan kualitas hasil panen, agar dapat memenuhi standar ekspor dan meningkatkan daya saing di pasar internasional. 4) Meningkatkan kesejahteraan anggota KWT, dengan membuka peluang pasar yang lebih luas dan meningkatkan nilai jual produk (Nazara, 2022).

Meskipun KWT Bina Lestari telah berhasil memproduksi melon dengan cita rasa manis dan kualitas yang baik, kelompok ini menghadapi beberapa kendala. Permasalahan utama adalah distribusi nutrisi yang tidak merata pada sistem hidroponik sehingga pertumbuhan tanaman tidak seragam dan kualitas buah bervariasi. Selain itu, ketergantungan penuh terhadap pasokan listrik sering menghambat proses budidaya karena pemadaman dapat menghentikan sirkulasi air dan suplai nutrisi. Kondisi tersebut menyebabkan produk melon yang dihasilkan belum mampu memenuhi standar ekspor. Oleh karena itu, penerapan teknologi Internet of Things (IoT) menjadi solusi yang relevan untuk memantau kadar nutrisi secara real-time, mengotomatisasi distribusi larutan, serta menyediakan cadangan energi melalui UPS dan panel surya. Dengan penerapan teknologi ini, KWT Bina Lestari Kaliurip diharapkan dapat menjadi model bagi kelompok tani lain dalam mengadopsi pertanian berbasis teknologi IoT, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan daya saing pertanian Indonesia di era modern.

2. METODE

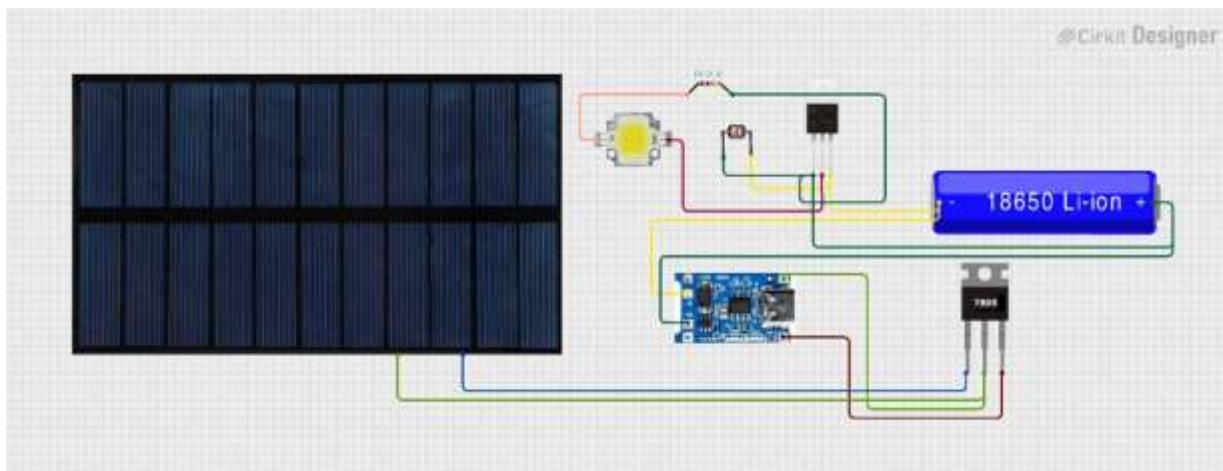
Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini telah diadakan pada tanggal 4 Juni 2025 di Desa Kaliurip, Banyumas. Pelaksana terdiri dari empat dosen dan diketuai oleh Sena Wijayanto, S.Pd., M.T. Kemudian anggota dosen meliputi Mahazam Afrad, S.Kom., M.Kom, Toni Anwar, S.Kom., M.MSI, dan Fikra Titan Syifa, S.T., M.Eng serta para mahasiswa Veronica Pinkan Rosari, Namira Shifwah Kumandani, Baroatuz Zukhruf Al Jatsiyah, Muhammad Asbi Ramadhan. Peserta pengabdian masyarakat ini adalah Kelompok Wanita Tani (KWT) Bina Lestari di Desa Kaliurip, serta terdapat bapak Kitam Kitam Sumardi selaku Kades Kaliurip. Pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan melalui penyuluhan teknologi budidaya melon bertenaga surya dan berbasis IoT ini merupakan bagian dari program "Smart Farming" yang dicanangkan oleh Kementerian Pertanian RI. Program ini bertujuan mendorong transformasi pertanian menuju sistem modern, efisien, dan berkelanjutan. Program ini juga merupakan salah satu bentuk kerja sama antara Telkom University Purwokerto dengan kelompok tani di Desa Kaliurip. Metode pengabdian kepada masyarakat dalam penyuluhan ini melibatkan serangkaian tahapan guna mengoptimalkan hasil panen melon hidroponik. Berikut ini adalah rincian metode dan tahapan pengabdian kepada masyarakat yang akan diterapkan, yaitu sebagai berikut:



Gambar 1. Metode dan Tahapan Pengabdian kepada Masyarakat

1. Tahap 1: Persiapan dan Perencanaan

Pada tahap ini, persiapan dan perencanaan melibatkan penetapan waktu pelaksanaan kegiatan dengan berkordinasi dengan *stakeholder*, yaitu dengan melibatkan dialog dengan kelompok wanita tani. Kemudian, melakukan adanya survei lapangan serta analisis kebutuhan untuk menilai kondisi *eksisting* dan kebutuhan spesisifik kelompok wanita tani terkait infrastruktur serta teknologi yang ada. Lalu, merancang sistem pengendalian distribusi gizi di air menggunakan IoT yang mencakup pemilihan komponen seperti Sensor TDS yang menggunakan prinsip kerja dua elektroda yang terpisah guna mengukur nilai konduktivitas listrik pada pompa air aktuator yang berfungsi guna memantau kelembaban dan suhu, serta memantau banyaknya air yang mengalir pada pompa air secara otomatis.



Gambar 2 Rancangan Microkontroler IoT

2. Tahap 2: Implementasi IoT

Pada tahap ini, dimulai adanya proses pembangunan atau modifikasi instalasi air di *green house* sebagai instalasi sistem IoT yang dapat memudahkan petani melon dalam melakukan pemantauan secara *real-time* (Eni Dwi Wardhani et al., 2024). Selanjutnya, terdapat proses pemasangan sensor dan aktuator berdasarkan desain sistem yang sudah disusun. Kemudian, adanya proses pengujian sistem guna memastikan agar semua komponen dapat bekerja secara efektif dan juga efisien agar sesuai dengan spesifikasi teknis.

3. Tahap 3: Pelatihan dan Pengembangan Kapasitas

Pada tahap ini, menyelenggarakan adanya sesi pelatihan untuk petani tentang cara pengoperasian serta pemeliharaan sistem IoT yang bertujuan dalam memonitor serta memantau peralatan yang digunakan pada sistem (Nazara, 2022), termasuk cara membaca serta menafsirkan output dari sensor.

Lalu, adanya pengembangan bahan pelatihan yang dapat diakses oleh petani untuk referensi masa depan, termasuk buku panduan serta video tutorial.

4. Tahap 4: Monitoring dan Evaluasi

Pada tahap ini, mengadakan adanya kunjungan berkala ke *green house*, dengan tujuan untuk memonitor penggunaan sistem serta mendapatkan *feedback* dari petani. Lalu, mengumpulkan data operasional dari sistem IoT untuk menilai efektivitas dalam mengontrol serta memantau distribusi gizi dan nutrisi dalam sistem hidroponik (Kelana et al., 2025) serta dampaknya terhadap produktivitas melon hidroponik. Serta membuat adanya penyesuaian pada sistem berdasarkan feedback serta data yang sudah dikumpulkan guna meningkatkan efisiensi dan juga efektivitasnya. Setelah adanya tahap pelatihan dan pengembangan kapasitas di lapangan. Menurut salah satu petani melon mengaku bahwa merasakan langsung manfaat teknologi ini. Karena selain dapat meningkatkan hasil panen, penggunaan teknologi ini juga dapat membantu petani dalam menganalisis data yang dikumpulkan agar dapat membuat keputusan dalam pengelolaan air dan pupuk (Pertanian & Area, n.d.), serta dapat membantu dalam mengurangi risiko gagal panen akibat pemandaman listrik serta perubahan cuaca yang ekstrem. Dalam tahapan ini, monitoring dan evaluasi dilakukan secara berkala melalui laporan yang disampaikan oleh perwakilan Kelompok Wanita Tani Bina Lestari di desa Kaliurip, Banyumas.

5. Tahap 5: Diseminasi dan Pengembangan Lebih Lanjut

Pada tahap ini, terdapat tahapan dalam menulis dan mempublikasikan hasil penelitian serta pengembangan sistem dijurnal atau konferensi, dengan tujuan untuk berbagi pengetahuan dengan komunitas yang lebih luas. Serta, menilai potensi guna mengaplikasikan sistem yang serupa dilokasi lain dalam skala yang lebih besar berdasarkan hasil dan pelajaran yang diperoleh dari implementasi awal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian masyarakat yang dilaksanakan oleh tim dosen Telkom University Purwokerto di Desa Kaliurip, Banyumas, merupakan bentuk penerapan teknologi pertanian modern berbasis Internet of Things (IoT) kepada mitra sasaran, yaitu Kelompok Wanita Tani (KWT) Bina Lestari. Tujuan utama kegiatan ini adalah menjawab tantangan dalam budidaya melon hidroponik yang dihadapi mitra, terutama terkait ketidakseimbangan distribusi nutrisi dan ketergantungan terhadap pasokan listrik yang tidak stabil. Pelaksanaan kegiatan diawali dengan koordinasi bersama mitra dan observasi langsung di lapangan untuk memetakan kondisi aktual sistem hidroponik yang telah digunakan. Survei ini bertujuan untuk memahami kendala utama yang dihadapi dan merancang solusi teknologi yang sesuai dengan kebutuhan mitra. Berdasarkan hasil pengamatan, tim menyusun sistem pemantauan dan kontrol nutrisi berbasis IoT yang difokuskan pada pemantauan kadar nutrisi secara real-time dan otomatisasi distribusi larutan nutrisi.



Gambar 3 Implementasi Alat

Pada gambar 3 menampilkan hasil konkret dari kegiatan pengabdian, yaitu alat kendali otomatis berbasis IoT yang telah dikembangkan dan diuji. Perangkat terdiri dari mikrokontroler dengan tampilan digital, sistem koneksi dengan indikator LED aktif, serta aplikasi mobile yang terhubung secara real-time dengan alat. Aplikasi menunjukkan status pengontrolan sistem budidaya melon yang bisa diatur dari jarak jauh (ON/OFF) yang dapat dilihat pada gambar 4. Selain itu, juga ditampilkan foto struktur fisik dari alat yang telah dipasang dan disiapkan untuk operasional di lokasi mitra. Dokumentasi ini menegaskan bahwa kegiatan tidak hanya bersifat edukatif, tetapi juga menghasilkan output nyata yang siap digunakan.



Gambar 4 Tampilan Aplikasi

Teknologi yang diterapkan dalam sistem ini mencakup sensor Total Dissolved Solids (TDS) untuk mengukur kepekatan larutan nutrisi, mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali sistem, pompa otomatis

untuk mengatur sirkulasi air, serta UPS dan panel surya sebagai sumber daya alternatif agar sistem tetap berjalan saat terjadi pemadaman listrik (Pratama et al., 2024). Implementasi dilakukan di dua greenhouse milik KWT yang masing-masing menampung ratusan bibit melon. Instalasi sistem dilakukan secara bertahap, mulai dari pembangunan infrastruktur penunjang di area greenhouse, pemasangan sensor dan aktuator, hingga integrasi data sensor dengan aplikasi monitoring. Setelah semua komponen dirakit sesuai desain, dilakukan uji coba sistem untuk memastikan fungsionalitas setiap bagian berjalan optimal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membaca kadar larutan nutrisi dan secara otomatis mengaktifkan pompa ketika parameter tidak sesuai.



Gambar 5 Pemasangan Alat

Setelah instalasi sistem selesai, kegiatan dilanjutkan dengan pelatihan kepada anggota KWT. Pelatihan dilakukan secara langsung di lokasi greenhouse agar peserta dapat memahami sistem berdasarkan praktik nyata. Pada gambar 6 dilakukan materi pelatihan meliputi pengenalan perangkat, cara operasional sistem, serta interpretasi data yang ditampilkan melalui aplikasi. Pelatihan ini dilaksanakan secara praktis di lokasi greenhouse, sehingga peserta dapat memahami cara kerja sistem secara kontekstual dan langsung. Untuk mendukung keberlanjutan pembelajaran, disediakan pula buku panduan serta video tutorial yang dapat digunakan sebagai referensi mandiri.



Gambar 6 Pelatihan Pengenalan Perangkat

Hasil observasi selama pelaksanaan menunjukkan bahwa peserta aktif mengikuti pelatihan dan mulai memahami manfaat penggunaan sistem. Respon peserta juga menunjukkan antusiasme terhadap teknologi yang dihadirkan, terutama karena sistem memungkinkan mereka memantau kondisi tanaman secara jarak jauh tanpa harus selalu datang ke lokasi. Pada gambar 7 memperlihatkan hasil kuisiner bahwa keseluruhan peserta memahami cara penggunaan sistem. Sistem ini juga membantu menjaga stabilitas pertumbuhan tanaman melalui kontrol nutrisi yang lebih akurat dan efisien. Selanjutnya kegiatan ini dilanjutkan dengan monitoring dan evaluasi. Monitoring dilakukan melalui kunjungan berkala ke lokasi untuk mengamati penggunaan sistem dan mengevaluasi pemahaman peserta. Tim juga mengumpulkan data dari sistem IoT serta memperoleh umpan balik langsung dari petani mengenai efektivitas sistem. Evaluasi system dengan mengumpulkan data perasional dai sisitem IoT untuk menilai efektivitasnya dalam mengontrol distribusigizi idroponik dan dampaknya terhadap produtivitas melon hidroponik.



Gambar 7 Hasil Survey Pelatihan

Selama pelaksanaan, tidak ditemukan hambatan besar yang mengganggu jalannya kegiatan. Namun, tim mencatat perlunya pendampingan tambahan di tahap awal penggunaan alat, terutama bagi peserta yang baru pertama kali menggunakan teknologi digital. Sebagai solusi, modul pelatihan dan video tutorial yang telah disiapkan dijadikan sebagai alat bantu belajar mandiri oleh mitra. Kegiatan ini juga menghasilkan dokumentasi visual yang akan digunakan dalam publikasi ilmiah dan penyebaran hasil kegiatan ke kelompok tani lainnya. Selain menyelesaikan permasalahan teknis, program ini turut memperkuat kapasitas mitra dalam menghadapi tantangan pertanian modern dan membuka potensi pengembangan sistem serupa secara lebih luas.

Secara keseluruhan, program pengabdian ini terlaksana dengan baik dan memberikan dampak positif bagi mitra sasaran. Implementasi sistem IoT terbukti efektif dalam mengatasi masalah distribusi nutrisi dan pemadaman listrik, serta meningkatkan efisiensi budidaya melon hidroponik. Keberhasilan program ini diharapkan dapat menjadi model percontohan bagi kelompok tani lain dalam mengadopsi teknologi pertanian digital untuk meningkatkan kualitas hasil panen dan kesejahteraan petani di era modern.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan kegiatan pengabdian masyarakat pada Kelompok Wanita Tani (KWT) Bina Lestari yang bertempat di Desa Kaliurip, Banyumas berhasil mencapai tujuan yang telah ditetapkan, yaitu memastikan distribusi nutrisi yang merata, serta meningkatkan efisiensi sumber daya, dan kualitas hasil panen melon hidroponik untuk memenuhi standar ekspor. Penerapan teknologi berbasis IoT dengan sensor TDS serta

dukungan UPS dan panel surya efektif mengatasi masalah ketidakseimbangan distribusi nutrisi dan ketergantungan terhadap listrik, sementara pelatihan yang dilakukan langsung di lokasi berhasil meningkatkan pemahaman dan keterampilan anggota KWT dalam menggunakan sistem secara mandiri.

Keberhasilan ini memberikan dampak positif pada efisiensi, produktivitas, dan peluang pasar yang lebih luas bagi kelompok tani. Saran untuk program selanjutnya agar melakukan penelitian lebih lanjut mengenai integrasi teknologi IoT pada sistem pertanian lainnya dan memperkuat pelatihan lanjutan mengenai troubleshooting serta analisis data untuk memastikan keberlanjutan dan efektivitas penggunaan teknologi dalam jangka panjang.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Kelompok Wanita Tani (KWT) Bina Lestari yang telah mendukung implementasi IoT dalam Budidaya Hidroponi Melon di Desa Kaliurip. Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Telkom atas dukungan pendanaan dan fasilitasi kegiatan ini.

6. REFERENSI

- Agnesia, A., Kustidarsyah, F., Andik Setiawan, I. M., & Muharani, L. (2024). Implementasi Sistem Irrigasi Smart Garden IoT pada Perkebunan Stroberi. *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, 2(1), 88–98. <https://doi.org/10.33504/jitt.v2i1.204>
- Anggara, G., Akhdan, P., Eko, H., Suharyanto, H., & Mahendra, L. S. (n.d.). *Desain Charging Baterai dengan Metode PI pada UPS Offline menggunakan STS untuk Menjaga Kontinuitas Suplai Daya Design Of Battery Charging With PI Method In Offline UPS Using STS To Maintain Power Supply Continuity*. 11(2), 204–219.
- Eni Dwi Wardihani, Eka Ulia Sari, Helmy, Ari Sriyanto Nugroho, Yusnan Badruzzaman, Arif Nursyahid, Thomas Agung Setyawan, & Media Fitri Isma Nugraha. (2024). Pemantauan dan Pengendalian Parameter Greenhouse Berbasis IoT Dengan Protokol MQTT. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 13(1), 38–43. <https://doi.org/10.22146/jnteti.v13i1.8564>
- Firmansyah, F., Wibisana, B., Yusuf, H. P., Ziad Iqbal, M., & Abqari, R. S. (2024). Pertanian Cerdas Berbasis Internet of Things untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Hidroponik. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Nusantara (JPMN)*, 4(2), 80–85. <https://doi.org/10.35870/jpmn.v4i2.3084>
- Kelana, F. B., Aulia, N. I., Studi, P., Pertanian, T., Pertanian, F., & Sriwijaya, U. (2025). Efektivitas dalam Memantau dan Mengontrol Sistem Hidroponik Apung pada Pertumbuhan Pakcoy Berbasis Sensor TDS Arduino Uno R3. 19(1), 49–56. <https://doi.org/10.24198/jt.vol19n1.7>
- Mulyati, E., Hamidin, D., & Fauzan, M. N. (2021). Kelayakan Teknologi IoT Untuk Kebun Hidroponik Holtikultura Menggunakan Hydropo 4.0 Di Perkebunan Alam Pasundan, Jawa Barat. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 16(2), 109–115. <https://doi.org/10.14710/jati.16.2.109-115>
- Nalendra, A., M. Mujiono, M. M., & Samudi, S. (2024). Pemberdayaan Masyarakat KWT Mblimming Berseri Kota Blitar berbasis Penerapan Iptek IoT Kontrol Nutrisi dan Monitoring Lingkungan. *Kontribusi: Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 27–41. <https://doi.org/10.53624/kontribusi.v5i1.466>
- Nazara, K. Y. (2022). Perancangan Smart Predictive Maintenance untuk Mesin Produksi. *Seminar Nasional Official Statistics*, 2022(1), 691–702. <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2022i1.1575>
- Nugraha, N., & Novantara, P. (2025). Sistem Pengontrolan Nutrisi Hidroponik Untuk Tanaman Mentimun Berbasis Logika Fuzzy Dan IoT. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, 30(1), 9–19. <https://doi.org/10.35760/ik.2025.v30i1.13855>
- Pertanian, F., & Area, U. M. (n.d.). *Peran Teknologi IoT dalam Meningkatkan Efisiensi Pertanian Modern Khoirul Fikri*. 1–7.
- Pratama, A. E., Hurairah, M., & Eliza. (2024). Otomasi Sistem Hidroponik Berbasis Mikrokontroler ESP32. *JURNAL SURYA ENERGY*, 9(1), 1–7. <https://doi.org/10.32502/jse.v9i1.172%0Ahttps://ojs.um-palembang.ac.id/index.php/suryaenergy/article/view/172/88>
- Putra, I. W. S., Yasa, K. A., & Ngurah, A. (2021). SISTEM KONTROL OTOMATIS KEPEKATAN AIR NUTRISI HIDROPONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) Teknik Elektro , Politeknik Negeri Bali , Jimbaran , Bali , 80361 Teknik Elektro , Politeknik Negeri Bali , Jimbaran , Bali , 80361 Teknik Elektro ,

- Politeknik Ne. ... *Nasional Terapan Riset* ..., 286–293.
<https://proceeding.isas.or.id/index.php/sentrinov/article/view/979%0Ahttps://proceeding.isas.or.id/index.php/sentrinov/article/download/979/336>
- Putri, R. E., Khainur, A., & Andasuryani, A. (2023). Pengembangan Sistem Otomatisasi pH Larutan Nutrisi pada Hidroponik Sistem DFT (Deep Flow Technique) Berbasis IOT. *AgriTECH*, 43(3), 259. <https://doi.org/10.22146/agritech.71305>
- Wahyudi, W., Pradana, A. I., & Permatasari, H. (2025). Implementasi Sistem Irrigasi Otomatis Berbasis IoT untuk Pertanian Greenhouse. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 5(2), 435–446. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.656>
- Yoesepa Pamela, V., Riany Eris Aini Nur Fitria, F., Hana Dwiyanti, N., & Putri, N. (2024). Analisis Budidaya dan Pascapanen Melon Hidroponik di Akaruku Hydro Farm Berbasis Greenhouse. *Agrotech : Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian*, 7(1), 47–59. <https://doi.org/10.37631/agrotech.v7i1.1927>