

Implementasi Teknologi Hidroponik IoT dan Nutrisi Organik untuk Mendukung Praktik Pertanian Berkelanjutan

Vera Noviana Sulistyawan^{1*}, Maharani Kusumaningrum²,
Febry Putra Rochim³, Heru Abi Waskito⁴,
Very Mareta Rahmawati Sulistyawan⁵, Muhammad Zidna Mubarak⁶,
Aina Purnama Zahra⁷, Lambang Setyo Utomo⁸

^{1, 3, 4, 6, 8} Teknik Elektro, Universitas Negeri Semarang

^{2, 5, 7} Teknik Kimia, Universitas Negeri Semarang

* veranovianas@mail.unnes.ac.id

Abstrak

Buruh tani di Desa Kiringan memiliki potensi besar dalam pengembangan pertanian yang lebih produktif dan berkelanjutan, namun pemanfaatan teknologi pertanian modern masih perlu dioptimalkan. Oleh karena itu, kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan keberdayaan dan kemandirian buruh tani melalui penerapan sistem hidroponik berbasis teknologi digital yang dipadukan dengan penggunaan nutrisi organik. Metode pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui beberapa tahapan mulai dari tahap persiapan, penyuluhan, pelatihan, demonstrasi dan implementasi teknologi, pendampingan, hingga monitoring dan evaluasi. Kegiatan ini melibatkan 20 buruh tani. Secara umum, peserta memperoleh manfaat berupa peningkatan keterampilan teknis, serta pemanfaatan teknologi secara mandiri. Kegiatan ini menunjukkan bahwa penerapan sistem hidroponik berbasis teknologi digital yang terintegrasi dengan pemberdayaan masyarakat mampu memperkuat keberdayaan buruh tani secara berkelanjutan. Pendekatan ini menjadi model inovatif dalam pengembangan pertanian modern berbasis masyarakat.

Kata Kunci: hidroponik, IoT, keberdayaan, organik

Pendahuluan

Desa Kiringan yang terletak di Kecamatan Tulung, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah, memiliki potensi besar di sektor pertanian sebagai penopang utama perekonomian masyarakat. Dengan jumlah penduduk sebanyak 2.269 jiwa yang terdiri dari 1.136 laki-laki dan 1.133 perempuan, desa ini didominasi oleh kelompok usia produktif, yaitu sebanyak 1.095 orang (48%). Dari jumlah tersebut, sebanyak 467 orang (42,6%) berprofesi sebagai buruh tani. Kondisi ini menunjukkan bahwa sektor pertanian memiliki peran strategis dalam mendukung keberlangsungan ekonomi masyarakat Desa Kiringan.

Sebagian besar buruh tani di Desa Kiringan telah memiliki pengalaman yang baik dalam kegiatan budidaya pertanian konvensional berbasis lahan sawah. Namun demikian, seiring dengan perkembangan teknologi pertanian modern, terdapat peluang untuk

meningkatkan produktivitas dan efisiensi melalui pemanfaatan inovasi teknologi. Selain itu, adanya fasilitas hidroponik yang telah dimiliki oleh mitra menunjukkan potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut. Optimalisasi pemanfaatan fasilitas tersebut memerlukan penguatan kapasitas dalam pengoperasian, pemeliharaan, serta pengelolaan sistem yang lebih modern dan terintegrasi.

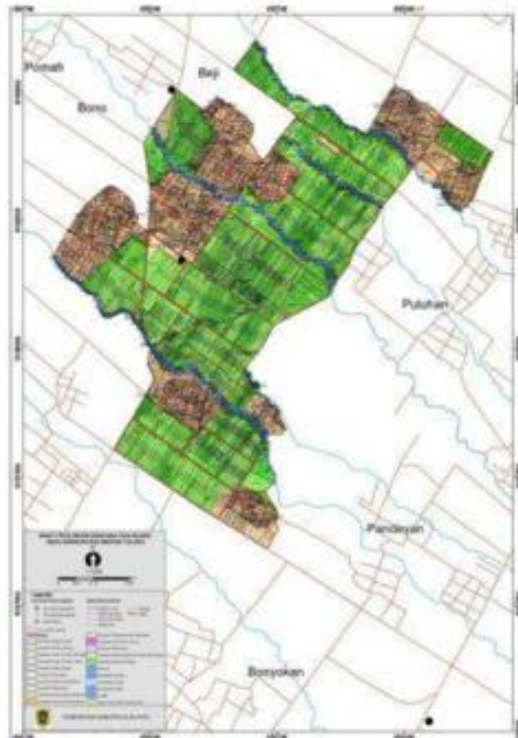
Dalam konteks tersebut, penerapan teknologi hidroponik berbasis *Internet of Things* (IoT) menjadi salah satu solusi inovatif yang relevan untuk mendukung pengembangan pertanian yang lebih efisien dan berkelanjutan (Agbayani & Villaverde, 2022; Agnal dkk., 2024; Debdas dkk., 2024). Teknologi ini memungkinkan pemantauan kondisi tanaman secara *real-time* melalui sensor yang mengukur parameter penting seperti suhu, kelembapan, dan kadar nutrisi, sehingga pengelolaan tanaman dapat dilakukan secara lebih presisi (Abdulghani dkk., 2024; Abu Sneh & Shabaneh, 2023; Dhal dkk., 2023). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa sistem hidroponik mampu meningkatkan produktivitas tanaman serta efisiensi penggunaan air secara signifikan dibandingkan metode konvensional (Rahman dkk., 2023; Winardi dkk., 2023; Zuhriawan dkk., 2024). Selain itu, integrasi teknologi IoT dalam sistem pertanian dapat meningkatkan efektivitas pengendalian lingkungan tanam (AlZubi & Galyna, 2023), sementara penggunaan nutrisi organik mendukung praktik pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan (Kusumaningrum dkk., 2024).

Berdasarkan potensi dan peluang tersebut, kegiatan pengabdian ini dirancang untuk memperkuat keberdayaan buruh tani di Desa Kiringan melalui penerapan teknologi hidroponik berbasis IoT dengan dukungan nutrisi organik. Program ini bertujuan untuk meningkatkan keterampilan teknis, mengoptimalkan pemanfaatan sarana yang telah tersedia, serta mendorong diversifikasi usaha pertanian yang adaptif terhadap perkembangan teknologi. Manfaat yang diharapkan adalah meningkatnya produktivitas dan kualitas hasil pertanian, terbukanya peluang usaha baru, serta terwujudnya sistem pertanian yang lebih efisien, mandiri, dan berkelanjutan di tingkat masyarakat.

Metode Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di Desa Kiringan, Kecamatan Tulung, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. Lokasi kegiatan dipilih karena sebagian besar masyarakat bekerja pada sektor pertanian dan mitra telah memiliki instalasi hidroponik yang berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut. Pelaksanaan kegiatan direncanakan selama 3 bulan, mulai dari tahap persiapan, penyuluhan, pelatihan, demonstrasi dan implementasi teknologi, pendampingan, hingga monitoring dan evaluasi. Peta lokasi kegiatan ditunjukkan pada Gambar 1.

Mitra kegiatan adalah buruh tani Desa Kiringan yang tergabung dalam kelompok tani setempat. Penentuan mitra dilakukan berdasarkan hasil observasi lapangan dan koordinasi dengan pemerintah desa serta kelompok tani. Mitra dipilih dengan mempertimbangkan beberapa kriteria, yaitu: (1) memiliki keterlibatan aktif dalam kegiatan pertanian; (2) memiliki minat dalam pengembangan pertanian modern; dan (3) bersedia mengikuti seluruh rangkaian kegiatan pengabdian. Sasaran utama kegiatan ini adalah buruh tani produktif yang diharapkan mampu menjadi penggerak penerapan teknologi pertanian modern di lingkungan masyarakat.



Gambar 1. Peta Desa Kiringan

Metode pelaksanaan kegiatan dilakukan secara partisipatif melalui beberapa tahapan berikut:

Persiapan

Tahap persiapan meliputi penyusunan rencana aksi, identifikasi kebutuhan mitra, koordinasi dengan pemerintah desa dan kelompok tani, serta persiapan alat dan bahan. Pada tahap ini juga dilakukan perancangan dan pengujian sistem hidroponik berbasis *Internet of Things* (IoT) beserta nutrisi organik yang akan diterapkan.

Penyuluhan



Gambar 2. Kegiatan Penyuluhan

Penyuluhan dilakukan untuk memberikan pemahaman kepada mitra mengenai konsep pertanian modern, manfaat hidroponik berbasis IoT, penggunaan nutrisi organik, serta peluang pengembangan agribisnis berbasis teknologi. Dokumentasi kegiatan penyuluhan terlihat pada gambar 2.

Pelatihan

Pelatihan diberikan secara langsung melalui praktik penggunaan dan pengoperasian sistem hidroponik berbasis IoT, pembuatan nutrisi organik, serta pengelolaan tanaman. Dokumentasi kegiatan pelatihan tertuang pada gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 3. *Pelatihan Penggunaan dan Pengoperasian Sistem Hidroponik Berbasis IoT*



Gambar 4. *Pelatihan Pembuatan Nutrisi Organik*

Demonstrasi dan Implementasi Teknologi

Tim pengabdian melakukan demonstrasi instalasi dan pengoperasian sistem hidroponik berbasis IoT yang meliputi penggunaan sensor, monitoring parameter tanaman secara real-time, dan pengendalian nutrisi tanaman.

Pendampingan

Pendampingan dilakukan secara berkala selama program berlangsung untuk membantu mitra dalam pengoperasian sistem, perawatan instalasi, pengelolaan nutrisi, serta penyelesaian kendala teknis yang dihadapi selama implementasi.

Monitoring dan Evaluasi

Monitoring dilakukan untuk memantau perkembangan penerapan teknologi, pertumbuhan tanaman, serta tingkat partisipasi mitra. Evaluasi dilakukan secara berkala untuk mengukur keberhasilan program berdasarkan indikator yang telah ditetapkan.

Indikator keberhasilan kegiatan meliputi:

- a. Persentase kehadiran peserta dalam setiap kegiatan.
- b. Berfungsinya instalasi hidroponik berbasis IoT.
- c. Meningkatnya kemampuan mitra dalam membuat dan mengelola nutrisi organik.
- d. Adanya peningkatan produktivitas dan kualitas tanaman hidroponik.
- e. Meningkatnya partisipasi dan kemandirian mitra dalam penerapan teknologi pertanian modern.

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan kegiatan pengabdian yang telah dilaksanakan. Metode evaluasi dilakukan melalui observasi langsung, wawancara, dan pengisian angket kepada peserta. Evaluasi difokuskan pada peningkatan pemahaman dan keterampilan mitra dalam mengoperasikan sistem hidroponik berbasis IoT, kemampuan membuat nutrisi organik, serta keaktifan peserta selama kegiatan berlangsung. Selain itu, evaluasi juga dilakukan dengan melihat keberfungsian instalasi hidroponik dan perkembangan tanaman setelah penerapan teknologi. Hasil evaluasi digunakan sebagai bahan perbaikan dan pengembangan program agar dapat berjalan secara berkelanjutan.

Hasil dan Pembahasan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan di Desa Kiringan, Kecamatan Tulung, Kabupaten Klaten, telah berjalan dengan baik sesuai tahapan yang direncanakan. Secara umum, kegiatan ini berhasil meningkatkan pemahaman dan keterampilan buruh tani dalam memanfaatkan teknologi hidroponik berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan nutrisi organik sebagai upaya mendukung pertanian yang lebih modern dan berkelanjutan. Program dilaksanakan melalui beberapa tahapan, yaitu tahap persiapan, penyuluhan, pelatihan, demonstrasi dan implementasi teknologi, pendampingan, hingga monitoring dan evaluasi. Ringkasan hasil kegiatan pengabdian tertuang pada tabel 1.

Pada tahap persiapan, tim pengabdian melakukan koordinasi dengan mitra, identifikasi kebutuhan, serta perancangan dan pengujian sistem hidroponik berbasis IoT yang akan diterapkan. Selain itu, dilakukan persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam implementasi sistem hidroponik modern. Sistem hidroponik kemudian diintegrasikan dengan teknologi IoT menggunakan sensor untuk memantau parameter penting seperti suhu, kelembapan, pH, dan kadar nutrisi tanaman secara *real-time*. Implementasi teknologi ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan tanaman serta

membantu mitra dalam melakukan pemantauan kondisi tanaman secara lebih mudah dan terukur.

Tabel 1. Ringkasan Hasil Kegiatan Pengabdian

No.	Tahapan Kegiatan	Hasil yang Dicapai	Persentase Kehadiran Peserta
1	Persiapan	Tersusunnya rencana kegiatan, koordinasi dengan mitra, serta persiapan alat dan sistem hidroponik berbasis IoT	100%
2	Penyuluhan	Mitra memahami konsep pertanian modern dan hidroponik berbasis IoT	100%
3	Pelatihan	Mitra mampu mengoperasikan sistem hidroponik dan mengelola nutrisi organik	100%
4	Demonstrasi dan Implementasi	Sistem monitoring berbasis sensor berjalan dengan baik dan dapat digunakan secara <i>real-time</i>	100%
5	Pendampingan	Mitra mampu melakukan perawatan dan pengoperasian sistem secara mandiri	100%
6	Monitoring dan Evaluasi	Terjadi peningkatan keterampilan dan pemanfaatan kembali instalasi hidroponik secara optimal	100%

Tahap penyuluhan dilakukan untuk memberikan pemahaman kepada mitra mengenai konsep pertanian modern, manfaat sistem hidroponik, penggunaan nutrisi organik, serta penerapan teknologi IoT dalam mendukung pertanian berkelanjutan. Kegiatan ini membantu meningkatkan wawasan mitra mengenai peluang pengembangan usaha pertanian berbasis teknologi yang lebih efisien dan adaptif terhadap perkembangan zaman.

Pada tahap pelatihan, peserta diberikan praktik langsung terkait pengoperasian sistem hidroponik berbasis IoT, pengelolaan nutrisi organik, serta perawatan instalasi hidroponik. Peserta menunjukkan antusiasme yang tinggi selama kegiatan berlangsung dan aktif terlibat dalam praktik penggunaan perangkat monitoring maupun pengaturan nutrisi tanaman. Selanjutnya, pada tahap demonstrasi dan implementasi teknologi, tim pengabdian memperlihatkan secara langsung cara kerja sistem hidroponik berbasis IoT, mulai dari penggunaan sensor, pemantauan kondisi tanaman secara *real-time*, hingga pengendalian sistem. Mitra juga dilibatkan secara langsung dalam pengoperasian sistem sehingga mampu memahami proses kerja teknologi yang diterapkan.

Tahap pendampingan dilakukan secara berkala untuk membantu mitra dalam mengoperasikan dan merawat sistem hidroponik. Tim pengabdian memberikan arahan teknis terkait pengelolaan nutrisi, pemantauan pertumbuhan tanaman, serta penanganan kendala yang muncul selama penggunaan sistem. Pendampingan ini memberikan rasa percaya diri kepada mitra dalam memanfaatkan teknologi secara mandiri.

Berdasarkan hasil monitoring dan evaluasi, kegiatan pengabdian ini memberikan dampak positif terhadap peningkatan keterampilan dan keberdayaan mitra. Sebagian besar peserta telah mampu memahami cara kerja sistem, melakukan pengaturan nutrisi, serta mengoperasikan perangkat monitoring secara mandiri. Selain itu, instalasi hidroponik yang sebelumnya tidak dimanfaatkan kini dapat berfungsi kembali dengan baik dan digunakan sebagai sarana budidaya tanaman berbasis teknologi.

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Desa Kiringan berhasil mengimplementasikan sistem hidroponik berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan nutrisi organik sebagai inovasi pertanian modern yang mendukung praktik pertanian berkelanjutan. Kebaruan dari kegiatan ini terletak pada integrasi teknologi monitoring berbasis IoT dengan pemanfaatan nutrisi organik dalam pengelolaan hidroponik yang diterapkan secara partisipatif bersama buruh tani. Kegiatan ini memberikan manfaat bagi masyarakat berupa peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan kepercayaan diri mitra dalam memanfaatkan teknologi pertanian modern, serta membuka peluang pengembangan usaha pertanian yang lebih efisien dan adaptif terhadap perkembangan teknologi. Secara teoritik, kegiatan ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi hidroponik berbasis IoT dapat menjadi pendekatan yang efektif dalam meningkatkan keberdayaan masyarakat melalui pertanian modern berbasis teknologi dan berkelanjutan.

Untuk kegiatan pengabdian selanjutnya, disarankan adanya pengembangan sistem yang lebih terintegrasi dengan pemasaran digital dan otomasi pengelolaan nutrisi tanaman, serta perluasan sasaran program kepada kelompok masyarakat lainnya agar manfaat teknologi pertanian modern dapat dirasakan secara lebih luas dan berkelanjutan.

Ucapan Terimakasih

Tim pengabdian menyampaikan terima kasih kepada Pemerintah Desa Kiringan, Kecamatan Tulung, Kabupaten Klaten serta kelompok buruh tani sebagai mitra kegiatan yang telah memberikan dukungan dan berpartisipasi aktif dalam pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Universitas Negeri Semarang melalui Dana DPA LPPM UNNES yang telah memberikan dukungan pendanaan sehingga kegiatan pengabdian ini dapat terlaksana dengan baik dan memberikan manfaat bagi masyarakat.

Referensi

- Abdulghani, T., Nazilah, S., Legiawan, M. K., Sulaeman, F. S., & Fahmi, M. (2024). *Analysis and Implementation of The Internet Of Things (IoT) in The Development of Monitoring Solar Power Plants (PLTS) 600 WP*. *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, 5(4), 673–684. <https://doi.org/10.52436/1.jutif.2024.5.4.2093>
- Abu Sneineh, A., & Shabaneh, A. A. A. (2023). *Design of a smart Hydroponics Monitoring System Using an ESP32 Microcontroller and the Internet of Things*. *MethodsX*, 11, 102401. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2023.102401>
- Agbayani, L. S. T., & Villaverde, J. F. (2022). *Effect of Lettuce on Different Recirculation Intervals of an IoT-Based Hydroponics System Using Deep Flow Technique*. *2022 IEEE Region 10 Symposium (TENSYP)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/TENSYP54529.2022.9864517>
- Agna, A. S., Sanaadhani, V. P., & Reshma, L. (2024). *Automated IoT Indoor Hydroponic Farm*. *2024 International Conference on Power, Energy, Control and Transmission Systems (ICPECTS)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICPECTS62210.2024.10780276>

- AlZubi, A. A., & Galyna, K. (2023). *Artificial Intelligence and Internet of Things for Sustainable Farming and Smart Agriculture*. *IEEE Access*, 11, 78686–78692. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3298215>
- Debdas, S., Jain, A., Mariam, A., Maiti, A., & Borah, A. (2024). *Enhancing Hydroponic Systems with IoT: Optimizing pH, Temperature, and Humidity Parameters*. 2024 3rd Odisha International Conference on Electrical Power Engineering, Communication and Computing Technology (ODICON), 1–7. <https://doi.org/10.1109/ODICON62106.2024.10797531>
- Dhal, S. B., Mahanta, S., Gumero, J., O'Sullivan, N., Soetan, M., Louis, J., Gadepally, K. C., Mahanta, S., Lusher, J., & Kalafatis, S. (2023). *An IoT-Based Data-Driven Real-Time Monitoring System for Control of Heavy Metals to Ensure Optimal Lettuce Growth in Hydroponic Set-Ups*. *Sensors*, 23(1), 451. <https://doi.org/10.3390/s23010451>
- Kusumaningrum, M., Handayani, P. A., Hibatullah, R. D., Nanggala, P. L. A., Ichwan, R., Rihadatul, A., & Nada, A. Q. (2024). *Mengubah Tantangan Menjadi Peluang: Pengelolaan Limbah Popok Bayi Menjadi Pupuk Organik Unggulan*. *Communnity Development Journal*, 5(1), 2504–2507.
- Rahman, A. F. S., Nugraha, M. S., & Nugraha, A. (2023). *Perancangan dan Monitoring Sistem Pertanian Hidroponik Berbasis Wireless Sensor Network (WSN)*. *Jurnal Teknik Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, 7(2), 345–349. <https://doi.org/10.36277/jteuniba.v7i2.225>
- Winardi, E., Setiadi, J. S., & Prasetyo, J. (2023). *Implementasi Smart Farming 4.0 dengan PLTS Off Grid di Kebun Hidroponik Perpusda Jatim*. *Jurnal Dimensi Insinyur Profesional*, 1(1), 1–7. <https://doi.org/10.9744/jdip.1.1.1-7>
- Zuhriawan, M. Q., Hidayatulloh, F., Ma'arif, I. B., Prihatiningtyas, S., & Devi, W. A. (2024). *Pembuatan Media Tanam Hidroponik Dengan Sistem Irigasi Otomatis Berbasis IoT*. *Informatika: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 95–99.