
**PENERAPAN SISTEM MONITORING pH BERBASIS INTERNET OF THINGS
UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PENGELOLAAN
BUDIDAYA HIDROPHONIK****Jhonson Efendi Hutagalung^{1*}, Endra Saputra²,**¹Sistem Komputer, Universitas Royal²Manajemen, Universitas Royal

email: *jhonsonefendi75@gmail.com

Abstract: Hydroponic farming is an effective approach to improving agricultural productivity in areas with limited land. However, manual monitoring of nutrient solution pH often delays corrective actions, reducing crop quality and operational efficiency. This community service program aimed to enhance the capacity of Sigit Hidrophonik in Asahan Regency through the implementation of an Internet of Things (IoT)-based nutrient pH monitoring system. The program involved field observation, needs assessment, system installation, user training, technical assistance, and evaluation. A total of 10 participants attended the training and mentoring activities. The IoT-based system enables real-time monitoring of nutrient solution pH through an internet-connected platform, allowing users to respond promptly to pH fluctuations. Evaluation results showed that 100% of participants were able to operate the system independently after the training. The average pre-test score increased from 62% to 94% in the post-test, indicating a significant improvement in participants' knowledge and technical skills. Furthermore, the average pH monitoring time decreased from approximately 10 minutes to less than 2 minutes, while the partner satisfaction level reached 96% based on the evaluation questionnaire. Overall, the program improved digital technology adoption, enhanced operational efficiency, and supported sustainable hydroponic farming practices.

Keywords: community service; hydroponics; internet of things (iot); pH monitoring; technology adoption.

Abstrak: Budidaya hidroponik merupakan salah satu pendekatan yang efektif untuk meningkatkan produktivitas pertanian pada lahan yang terbatas. Namun, pemantauan pH larutan nutrisi secara manual sering menyebabkan keterlambatan dalam tindakan korektif sehingga menurunkan kualitas tanaman dan efisiensi operasional. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan kapasitas Sigit Hidrophonik di Kabupaten Asahan melalui penerapan sistem pemantauan pH larutan nutrisi berbasis *Internet of Things* (IoT). Kegiatan meliputi observasi lapangan, analisis kebutuhan, instalasi sistem, pelatihan pengguna, pendampingan teknis, dan evaluasi. Sebanyak 10 peserta mengikuti pelatihan dan pendampingan. Sistem berbasis IoT memungkinkan pemantauan pH larutan nutrisi secara waktu nyata melalui platform yang terhubung ke internet sehingga pengguna dapat segera merespons perubahan nilai pH. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa 100% peserta mampu mengoperasikan sistem secara mandiri setelah pelatihan. Nilai rata-rata *pre-test* meningkat dari 62% menjadi 94% pada *post-test*, sedangkan waktu pemantauan pH berkurang dari sekitar 10 menit menjadi kurang dari 2 menit. Tingkat kepuasan mitra mencapai 96% berdasarkan hasil kuesioner evaluasi. Secara keseluruhan, program ini berhasil meningkatkan adopsi teknologi digital, efisiensi operasional, dan mendukung keberlanjutan budidaya hidroponik.

Kata kunci: pengabdian kepada masyarakat; hidroponik; *internet of things* (iot); pemantauan pH; adopsi teknologi.

PENDAHULUAN

Pertanian hidroponik merupakan salah satu inovasi pertanian modern yang mampu meningkatkan produktivitas tanaman pada lahan terbatas melalui pemanfaatan larutan nutrisi sebagai media tanam. Sistem ini memiliki berbagai keunggulan, antara lain efisiensi penggunaan air, pengelolaan unsur hara yang lebih terkontrol, serta kemampuan menghasilkan produk hortikultura dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan budidaya konvensional. Seiring perkembangan teknologi digital, penerapan *Internet of Things* (IoT) pada sistem hidroponik semakin banyak dikembangkan untuk mendukung pemantauan kondisi tanaman secara waktu nyata sehingga proses budidaya menjadi lebih efektif dan efisien (Yulianto et al., 2024; Supriyono & Wibowo, 2023).

Keberhasilan budidaya hidroponik sangat dipengaruhi oleh kualitas larutan nutrisi, khususnya kestabilan nilai pH. Nilai pH yang berada di luar kisaran optimal (5,5–6,5) dapat menghambat penyerapan unsur hara sehingga pertumbuhan tanaman menjadi kurang optimal, kualitas hasil panen menurun, dan produktivitas budidaya berkurang. Oleh karena itu, pemantauan pH larutan nutrisi secara berkala menjadi salah satu faktor penting dalam menjaga pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil produksi. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem kontrol dan pemantauan pH berbasis IoT mampu meningkatkan akurasi pengukuran, mempercepat deteksi perubahan pH, serta memudahkan pengelolaan nutrisi tanaman hidroponik (Banjardana et al., 2024; Prawira et al., 2023; Putri et al., 2023).

Sigit Hidroponik yang berlokasi di Jalan Kamboja No. 34, Kisaran, Kabupaten Asahan, merupakan mitra

dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Mitra membudidayakan beberapa jenis sayuran hidroponik, seperti selada, pakcoy, dan kangkung, pada lahan seluas sekitar 250 m² dengan kapasitas sekitar 2.500 lubang tanam (*netpot*). Berdasarkan hasil observasi awal dan wawancara dengan pengelola, pemantauan pH larutan nutrisi masih dilakukan secara manual menggunakan *pH meter* digital sebanyak dua hingga tiga kali setiap hari. Setiap proses pengukuran memerlukan waktu sekitar 10–15 menit sehingga pemantauan belum dapat dilakukan secara berkelanjutan dan masih bergantung pada kehadiran operator.

Meskipun mitra telah menggunakan *pH meter* digital, proses pemantauan tersebut masih memiliki beberapa keterbatasan. Pengukuran hanya dapat dilakukan ketika operator berada di lokasi, hasil pengukuran tidak tersimpan secara otomatis, serta tidak tersedia riwayat data yang dapat digunakan untuk mengevaluasi perubahan pH dari waktu ke waktu. Selain itu, alat ukur konvensional tidak dilengkapi dengan sistem peringatan dini sehingga perubahan pH di luar kisaran ideal sering terlambat diketahui. Kondisi tersebut menyebabkan penyesuaian larutan nutrisi tidak dapat dilakukan secara cepat sehingga berpotensi memengaruhi pertumbuhan tanaman, menurunkan kualitas hasil panen, dan mengurangi efisiensi pengelolaan budidaya. Permasalahan serupa juga dilaporkan oleh Pratama et al. (2023) dan Banjardana et al. (2024), yang menyatakan bahwa metode pemantauan manual memiliki keterbatasan dalam menyediakan informasi secara cepat dan berkelanjutan.

Perkembangan teknologi IoT memberikan solusi terhadap permasalahan tersebut melalui sistem

pemantauan berbasis sensor yang mampu mengirimkan data pH larutan nutrisi secara otomatis ke platform berbasis internet. Dibandingkan dengan metode manual maupun penggunaan *pH meter* digital konvensional, sistem IoT mampu melakukan pemantauan secara waktu nyata, menyimpan riwayat data pengukuran, menampilkan grafik perubahan pH, serta memberikan notifikasi ketika nilai pH berada di luar batas yang telah ditentukan. Dengan demikian, pengguna dapat segera melakukan tindakan korektif sehingga kondisi larutan nutrisi tetap berada pada kisaran optimal dan risiko penurunan kualitas tanaman dapat diminimalkan (Yulianto et al., 2024; Putri et al., 2023; Supriyono & Wibowo, 2023).

Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan, permasalahan utama mitra tidak hanya terbatas pada belum tersedianya sistem pemantauan berbasis IoT, tetapi juga pada keterbatasan pengetahuan dan keterampilan dalam memanfaatkan teknologi digital untuk mendukung budidaya hidroponik. Mitra membutuhkan solusi yang tidak hanya menyediakan perangkat pemantauan, tetapi juga mampu meningkatkan kemampuan dalam mengoperasikan sistem, melakukan kalibrasi sensor, memahami hasil pemantauan, serta mengambil tindakan korektif berdasarkan data yang diperoleh. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian ini dirancang dalam bentuk penerapan teknologi yang disertai pelatihan dan pendampingan sehingga teknologi yang diberikan dapat dimanfaatkan secara optimal dan berkelanjutan.

Sebagai upaya mengatasi permasalahan tersebut, tim pengabdian kepada masyarakat melaksanakan program implementasi sistem pemantauan pH larutan nutrisi berbasis IoT menggunakan sensor pH,

mikrokontroler ESP32, dan aplikasi Blynk sebagai media pemantauan. Kegiatan meliputi identifikasi kebutuhan mitra, instalasi perangkat, pelatihan penggunaan sistem, pendampingan operasional, serta evaluasi kemampuan mitra dalam mengoperasikan teknologi yang diterapkan. Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada penyediaan perangkat, tetapi juga pada peningkatan kapasitas mitra agar mampu mengadopsi dan memanfaatkan teknologi secara mandiri. Pendampingan teknologi merupakan salah satu bentuk pemberdayaan masyarakat yang efektif dalam meningkatkan kompetensi pengguna serta mempercepat adopsi teknologi tepat guna pada sektor pertanian (Adiputra et al., 2022; Firmansyah et al., 2024).

Melalui kegiatan pengabdian ini diharapkan mitra mampu mengoperasikan sistem pemantauan pH larutan nutrisi secara mandiri, meningkatkan efektivitas pengelolaan budidaya hidroponik, serta mengurangi ketergantungan pada metode pemantauan manual. Selain itu, penerapan teknologi IoT diharapkan dapat menjadi contoh implementasi teknologi tepat guna yang mampu meningkatkan efisiensi operasional, mendukung produktivitas budidaya, serta memperkuat daya saing usaha hidroponik yang berkelanjutan (Firmansyah et al., 2024).

METODE PENGABDIAN

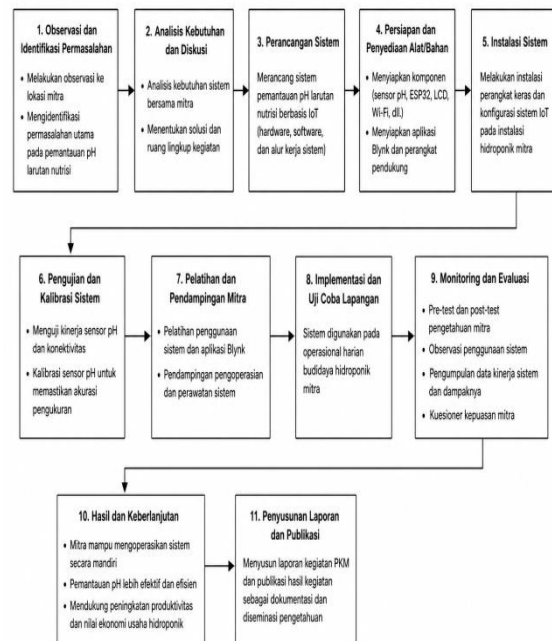
Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilakukan melalui pendekatan partisipatif dengan melibatkan mitra, yaitu Sigit Hidroponik, Kabupaten Asahan, pada setiap tahapan kegiatan. Pelaksanaan diawali dengan observasi lapangan dan diskusi bersama mitra untuk mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi dalam pengelolaan pH larutan

nutrisi pada sistem hidroponik. Selanjutnya dilakukan perancangan dan instalasi sistem *monitoring* pH berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terdiri atas sensor pH, mikrokontroler ESP32, dan platform monitoring berbasis internet untuk menampilkan data secara *real-time*.

Setelah sistem terpasang, kegiatan dilanjutkan dengan pelatihan penggunaan alat yang meliputi pengoperasian sistem, pembacaan data monitoring, kalibrasi sensor, serta langkah-langkah penanganan ketika nilai pH berada di luar kisaran ideal. Tim pengabdian juga memberikan pendampingan selama proses implementasi guna memastikan mitra mampu mengoperasikan dan memanfaatkan sistem secara mandiri dalam kegiatan budidaya hidroponik.

Tahap akhir berupa *monitoring* dan evaluasi terhadap pelaksanaan kegiatan untuk menilai tingkat pemahaman mitra, keberhasilan penerapan teknologi, serta manfaat sistem dalam meningkatkan efektivitas pemantauan nutrisi. Hasil evaluasi menjadi dasar penyusunan rekomendasi bagi pengembangan teknologi IoT sebagai solusi yang mendukung efisiensi pengelolaan hidroponik, peningkatan produktivitas tanaman, dan keberlanjutan usaha mitra.

Selanjutnya dilakukan pengujian, pelatihan, dan pendampingan kepada mitra hingga sistem dapat dioperasikan secara mandiri. Tahap akhir meliputi monitoring dan evaluasi untuk mengukur keberhasilan program, yang menghasilkan peningkatan kemampuan mitra dalam mengoperasikan sistem, efektivitas pemantauan pH larutan nutrisi, serta mendukung peningkatan produktivitas dan nilai ekonomi usaha hidroponik.



Gambar 1. Diagram Alir PKM

Gambar 1 menunjukkan diagram alur pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat yang dimulai dari observasi dan identifikasi permasalahan mitra, dilanjutkan dengan analisis kebutuhan, perancangan serta instalasi sistem pemantauan pH larutan nutrisi berbasis *Internet of Things* (IoT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di Sigit Hidroponik, Kabupaten Asahan, dengan tujuan membantu mitra meningkatkan efektivitas pengelolaan nutrisi melalui penerapan sistem *monitoring* pH berbasis *Internet of Things* (IoT). Tahapan kegiatan meliputi observasi lapangan, instalasi perangkat, pelatihan penggunaan sistem, pendampingan operasional, serta monitoring dan evaluasi hasil implementasi.



Gambar 2. Kegiatan Implementasi Alat Monitoring pH Berbasis IoT

Gambar 2 menunjukkan proses implementasi sistem monitoring pH nutrisi berbasis Internet of Things (IoT) yang dilaksanakan oleh tim pengabdian bersama mitra Sigit Hidroponik. Kegiatan diawali dengan pemasangan sensor pH pada bak penampung larutan nutrisi, dilanjutkan dengan instalasi mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali sistem. Selama proses implementasi, tim pengabdian memberikan pendampingan kepada mitra mengenai cara pemasangan perangkat, kalibrasi sensor, serta pengoperasian sistem *monitoring*.

Kegiatan ini melibatkan dosen, mahasiswa, dan pemilik usaha sebagai mitra. Mitra berpartisipasi secara aktif mulai dari proses instalasi hingga pengujian sistem sehingga mampu memahami fungsi setiap komponen yang digunakan. Setelah seluruh perangkat terpasang, dilakukan pengujian komunikasi data untuk memastikan sensor dapat mengirimkan hasil pembacaan pH secara real-time melalui jaringan Wi-Fi menuju platform monitoring berbasis internet. Tahapan ini bertujuan agar mitra mampu mengoperasikan sistem secara mandiri setelah kegiatan pengabdian selesai.

Pada tahap awal, tim pengabdian mengidentifikasi bahwa proses pemantauan pH larutan nutrisi masih dilakukan secara manual menggunakan alat ukur konvensional. Kondisi tersebut menyebabkan proses monitoring memerlukan waktu yang cukup lama dan belum mampu memberikan informasi secara berkelanjutan mengenai perubahan pH larutan nutrisi.

Sebagai solusi, tim melakukan instalasi sistem *monitoring* pH berbasis IoT yang terdiri atas sensor pH, mikrokontroler ESP32, serta platform *monitoring* yang dapat diakses melalui perangkat berbasis internet. Setelah sistem terpasang, dilakukan pelatihan kepada mitra mengenai cara pengoperasian alat, pembacaan data *real-time*, kalibrasi sensor, serta langkah-langkah penanganan ketika nilai pH berada di luar kisaran ideal.

Hasil pelaksanaan menunjukkan bahwa mitra mampu mengoperasikan sistem secara mandiri setelah mengikuti pelatihan dan pendampingan. Proses pemantauan menjadi lebih mudah karena data pH dapat dipantau kapan saja melalui perangkat yang terhubung ke internet. Selain itu, mitra lebih cepat mengetahui perubahan kondisi larutan nutrisi sehingga tindakan korektif dapat dilakukan dengan segera. Penerapan sistem juga membantu meningkatkan efisiensi waktu dalam proses monitoring serta mendukung pengelolaan nutrisi yang lebih teratur.

Implementasi sistem pemantauan pH larutan nutrisi berbasis *Internet of Things* (IoT) memberikan dampak positif terhadap aspek teknis dan ekonomi pada usaha Sigit Hidroponik. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa seluruh peserta (100%) mampu mengoperasikan sistem secara mandiri setelah mengikuti pelatihan dan pendampingan. Nilai rata-rata pre-test meningkat dari 62% menjadi

94% pada post-test, yang menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan dan keterampilan dalam mengoperasikan sistem, melakukan kalibrasi sensor, serta mengambil tindakan korektif ketika nilai pH berada di luar kisaran ideal. Selain itu, tingkat kepuasan mitra terhadap pelaksanaan program mencapai 96%, yang menunjukkan bahwa teknologi yang diterapkan mudah digunakan, sesuai dengan kebutuhan operasional, dan memberikan manfaat nyata dalam mendukung pengelolaan budidaya hidroponik.

Dari sisi operasional dan ekonomi, penerapan sistem mampu meningkatkan efisiensi proses pemantauan pH larutan nutrisi. Sebelum program dilaksanakan, proses pengukuran dilakukan secara manual dengan waktu rata-rata sekitar 10 menit untuk setiap pengecekan, sedangkan setelah implementasi sistem IoT waktu pemantauan berkurang menjadi kurang dari 2 menit, atau meningkat efisiensinya sekitar 80%. Pengelolaan larutan nutrisi yang lebih tepat juga memberikan penghematan penggunaan nutrisi sekitar 15%, meningkatkan hasil panen sekitar 12%, serta menaikkan persentase produk yang memenuhi standar jual dari 85% menjadi 95%. Dampak tersebut berkontribusi terhadap peningkatan pendapatan usaha sekitar 10% selama periode pendampingan. Temuan ini sejalan dengan Banjardana et al. (2024) dan Yulianto et al. (2024), yang menyatakan bahwa penerapan IoT pada budidaya hidroponik mampu meningkatkan efisiensi operasional, mempercepat pengambilan keputusan, serta memberikan nilai tambah terhadap produktivitas dan keberlanjutan usaha.

Dari perspektif Technology Acceptance Model (TAM), tingkat penerimaan teknologi oleh mitra dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu

perceived usefulness (kemanfaatan) dan *perceived ease of use* (kemudahan penggunaan). Sistem yang diterapkan memberikan manfaat nyata karena mampu menampilkan kondisi pH secara real-time, mempercepat pengambilan keputusan, serta mengurangi ketergantungan pada pengukuran manual. Selain itu, penggunaan aplikasi Blynk pada smartphone memudahkan mitra dalam mengakses informasi tanpa memerlukan keahlian teknis yang kompleks. Kemudahan tersebut mendorong mitra untuk menerima dan memanfaatkan teknologi secara mandiri dalam kegiatan operasional sehari-hari.

Pelatihan dan pendampingan yang diberikan selama kegiatan juga berperan penting dalam meningkatkan keberhasilan adopsi teknologi. Melalui praktik langsung, mitra memperoleh keterampilan dalam mengoperasikan sistem, melakukan kalibrasi sensor, membaca data monitoring, serta menentukan tindakan korektif ketika nilai pH berada di luar kisaran optimal. Pendekatan ini menunjukkan bahwa pemberdayaan masyarakat tidak hanya berfokus pada penyediaan perangkat teknologi, tetapi juga pada peningkatan kapasitas sumber daya manusia agar teknologi dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan.

Hasil kegiatan pengabdian ini sejalan dengan penelitian Banjardana et al. (2024) yang menyatakan bahwa sistem monitoring hidroponik berbasis *Internet of Things* (IoT) mampu meningkatkan efektivitas pengelolaan larutan nutrisi melalui penyediaan data pemantauan secara waktu nyata. Selain itu, Yulianto et al. (2024) menjelaskan bahwa penerapan IoT pada sistem hidroponik memungkinkan proses pemantauan dilakukan secara otomatis, meningkatkan kecepatan memperoleh informasi, serta mendukung pengelolaan

budidaya yang lebih efisien. Temuan tersebut diperkuat oleh Supriyono dan Wibowo (2023) yang menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis IoT mampu menyajikan informasi kondisi lingkungan budidaya secara berkelanjutan sehingga mempermudah pengguna dalam melakukan pengambilan keputusan. Dengan demikian, implementasi sistem pemantauan pH larutan nutrisi pada kegiatan pengabdian ini tidak hanya memberikan solusi teknis bagi mitra, tetapi juga mendukung penerapan teknologi digital dalam pengelolaan usaha hidroponik skala kecil.

Selain memberikan manfaat teknis, kegiatan ini juga meningkatkan kapasitas mitra dalam mengoperasikan teknologi secara mandiri melalui pelatihan dan pendampingan. Hasil tersebut sejalan dengan Adiputra et al. (2022) yang menyatakan bahwa penerapan teknologi tepat guna melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat mampu meningkatkan kompetensi pengguna dan mempercepat adopsi teknologi. Temuan ini juga didukung oleh Firmansyah et al. (2024) yang menjelaskan bahwa pendampingan implementasi teknologi digital pada sektor pertanian dapat meningkatkan kemampuan pengguna dalam memanfaatkan teknologi untuk mendukung produktivitas dan efisiensi operasional.

Selain memberikan manfaat teknis, sistem yang diterapkan berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi operasional mitra. Monitoring yang sebelumnya dilakukan secara manual dapat dilakukan melalui perangkat berbasis internet sehingga waktu pemantauan menjadi lebih singkat dan proses pengelolaan nutrisi menjadi lebih efektif. Ketersediaan data secara berkelanjutan juga membantu mitra melakukan tindakan korektif lebih cepat

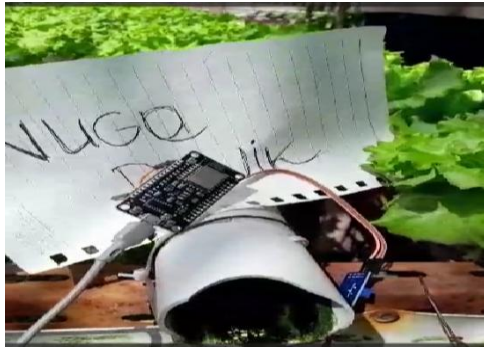
sehingga risiko penurunan kualitas tanaman dapat diminimalkan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penerapan teknologi IoT mampu meningkatkan produktivitas kerja sekaligus mendukung keberlanjutan usaha hidroponik melalui pemanfaatan teknologi digital yang mudah diadopsi oleh pelaku usaha.

Penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) pada kegiatan pengabdian ini memberikan manfaat nyata bagi mitra dalam meningkatkan kemampuan pemanfaatan teknologi digital pada budidaya hidroponik. Sistem monitoring yang sebelumnya dilakukan secara manual kini dapat dilakukan secara otomatis dan real-time, sehingga proses pengawasan menjadi lebih efektif dan efisien.

Pelatihan dan pendampingan yang diberikan selama kegiatan juga meningkatkan pengetahuan serta keterampilan mitra dalam mengoperasikan perangkat monitoring berbasis IoT. Mitra tidak hanya memahami cara menggunakan sistem, tetapi juga mampu melakukan pemeliharaan sederhana, kalibrasi sensor, dan membaca hasil monitoring sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengelolaan nutrisi tanaman.

Data hasil pengukuran dari sensor pH diproses oleh ESP32 kemudian dikirim melalui jaringan internet ke aplikasi *Blynk* sehingga dapat dipantau secara *real-time* menggunakan *smartphone*. *Platform* tersebut menampilkan nilai pH dalam bentuk angka dan grafik sehingga memudahkan pengguna memantau perubahan kondisi larutan nutrisi. Apabila nilai pH berada di luar nilai yang telah ditentukan, pengguna dapat segera melakukan tindakan korektif. Dengan sistem ini, proses monitoring menjadi lebih cepat, praktis, dan tidak lagi bergantung pada

pengukuran manual di lokasi budidaya.



Gambar 3. Alat Monitoring pH Berbasis IoT

Gambar 3 disini memperlihatkan perangkat dari *monitoring* pH nutrisi berbasis *Internet of Things* (IoT) yang digunakan pada sistem hidroponik. Perangkat terdiri atas sensor pH yang dipasang pada bak larutan nutrisi untuk mengukur tingkat keasaman secara kontinu, mikrokontroler ESP32 sebagai pengolah data sekaligus penghubung ke jaringan Wi-Fi, modul catu daya (*power supply*) sebagai sumber energi, serta kabel penghubung antar perangkat.

Dari sisi operasional, penggunaan sistem *monitoring* berbasis IoT membantu mengurangi ketergantungan terhadap pemeriksaan manual yang memerlukan waktu dan tenaga lebih banyak. Informasi kondisi pH yang diperoleh secara cepat memungkinkan mitra melakukan penyesuaian larutan nutrisi sebelum terjadi penurunan kualitas pertumbuhan tanaman. Kondisi tersebut mendukung pengelolaan budidaya yang lebih efektif dan berpotensi meningkatkan produktivitas serta efisiensi usaha hidroponik.

Secara keseluruhan, kegiatan pengabdian berhasil memberikan solusi teknologi yang sesuai dengan kebutuhan mitra. Selain meningkatkan kemampuan mitra dalam mengadopsi teknologi digital, implementasi sistem *monitoring* pH berbasis IoT juga mendukung

pengembangan usaha hidroponik yang lebih modern, efisien, dan berkelanjutan. Keberhasilan kegiatan ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi tepat guna yang disertai pelatihan dan pendampingan dapat menjadi salah satu strategi pemberdayaan masyarakat dalam menghadapi tantangan di sektor pertanian modern.

SIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Sigit Hidroponik, Kabupaten Asahan, berhasil meningkatkan kemampuan mitra dalam memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk pemantauan pH larutan nutrisi pada budidaya hidroponik. Melalui kegiatan instalasi perangkat, pelatihan, dan pendampingan, mitra mampu mengoperasikan sistem secara mandiri, membaca data pH larutan nutrisi secara waktu nyata, melakukan kalibrasi sensor sederhana, serta mengambil tindakan korektif ketika nilai pH berada di luar nilai ideal.

Penerapan sistem berbasis IoT membantu mengurangi ketergantungan pada pemantauan manual karena kondisi pH larutan nutrisi dapat dipantau secara berkelanjutan melalui aplikasi berbasis internet. Kondisi tersebut meningkatkan efektivitas pengelolaan nutrisi, mempercepat pengambilan keputusan, serta mendukung efisiensi operasional budidaya hidroponik. Dengan demikian, teknologi yang diterapkan tidak hanya meningkatkan kompetensi mitra dalam pemanfaatan teknologi digital, tetapi juga berpotensi menjadi model teknologi tepat guna yang dapat direplikasi pada usaha hidroponik skala kecil lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pelaksana mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Royal serta

Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) atas dukungan program PkM ini. Apresiasi setinggi-tingginya juga disampaikan kepada pemilik usaha bapak Sigit beserta karyawan yang telah berpartisipasi secara aktif serta memberikan kepercayaan kepada tim pengabdian untuk melaksanakan kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiputra, D., Kristanto, T., Albana, A. S., Samuel, G. W., Andriyani, S., & Kurniawan, C. J. A. (2022). Penerapan teknologi hidroponik berbasis Internet of Things (IoT) untuk mendukung pengembangan desa wisata edukasi. *ABDINE: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 200–209. <https://doi.org/10.52072/abdine.v2i2.451>
- Banjardana, A., Andriani, T., Topan, P. A., & Aryanto, N. (2024). Prototipe sistem monitoring dan kontrol pH serta nutrisi tanaman hidroponik berbasis IoT untuk pertanian. *Jurnal Informatika Teknologi dan Sains (JINTEKS)*, 6(3). <https://doi.org/10.51401/jinteks.v6i3.4341>
- Firmansyah, F., Wibisana, B., Yusuf, H. P., Iqbal, M. Z., & 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>
- Pratama, D. G., Maulindar, J., & Indah, R. P. (2023). Perancangan monitoring & pengontrol pH sayuran sawi hidroponik berbasis IoT (Internet of Things). *Innovative: Journal of Social Science Research*, 3(2), 4050–4061. <https://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/view/411>
- Prawira, F. A., Priyandoko, G., & Siswanto, D. (2023). Smart hidroponik sistem rakit apung mengontrol pH (Potential Hydrogen) tanaman pakcoy secara otomatis. *Jurnal Teknologi Elektro*, 14(3). <https://doi.org/10.22441/jte.2023.v14i3.007>
- Putri, R. E., Habib, A., & Hasan, A. (2023). Rancang bangun sistem kontrol pH larutan nutrisi dan pencahayaan berbasis Internet of Things (IoT) pada hidroponik vertikultur. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 12(1). <https://doi.org/10.32520/jtp.v12i1.2551>
- Supriyono, L. A., & Wibowo, A. F. (2023). Sistem monitoring suhu, kelembaban dan kandungan nutrisi budidaya tanaman sawi caisim hidroponik berbasis IoT. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro dan Komputer*, 3(1), 171–178. <https://doi.org/10.51903/juritek.v3i1.2035>
- Yulianto, D., Nugraha, A. F., & Rahani, F. F. (2024). Automated hydroponics system using the Internet of Things. *Jurnal Edukasi Elektro*, 8(2), 149–160. <https://doi.org/10.21831/jee.v8i2.76816>