

TRANSFORMASI PERTANIAN BERKELANJUTAN MELALUI *SMART HYDROPONIC FARMING* DAN *GREEN ENERGY* DI DESA KEDUNGCINO KABUPATEN JEPARA

Rieska Ernawati¹, Jenny Putri Hapsari², Safrizal³, M Sagaf⁴, Muhammad Irfan⁵, Candra Setiawan⁶, Andi Riansyah⁷

^{1,2,4,5,6,7} Universitas Islam Sultan Agung
Jl. Kaligawe Km 4, Semarang

³Universitas Islam Nahdlatul Ulama
Jl. Taman Siswa, Pekeng, Kauman, Jepara

e-mail: ¹rieskaernawati@unissula.ac.id, ²jenny@unissula.ac.id, ³safrizal27@unisnu.ac.id,
⁴msagaf@unissula.ac.id, ⁵muhammadirfangga6@gmail.com, ⁶candrasetiawan2333@gmail.com,
⁷andi@unissula.ac.id

Abstrak

Smart farming merupakan pendekatan pertanian modern yang mengintegrasikan teknologi digital, Internet of Things (IoT), otomatisasi, serta energi terbarukan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi pengelolaan lahan. Transformasi ini menjadi sangat penting mengingat tantangan sektor pertanian saat ini, seperti perubahan iklim, keterbatasan lahan, fluktuasi harga energi, serta meningkatnya kebutuhan pangan akibat pertumbuhan penduduk. Oemahku hydrofarm menghadapi masalah kesulitan monitoring suhu, kelembaban dan nutrisi serta minimnya pasokan listrik saat memproduksi selada hidroponik. Kegiatan ini bertujuan mengembangkan model implementasi smart farming terpadu yang mampu menjawab permasalahan tersebut melalui pengembangan sistem monitoring lingkungan, manajemen nutrisi otomatis, dan penggunaan energi surya sebagai sumber daya utama. Metode pengabdian dilakukan melalui perancangan IoT, pemilihan sensor lingkungan (pH, TDS, suhu, kelembaban), integrasi perangkat kontrol berbasis mikrokontroler, serta penyusunan dashboard pemantauan berbasis aplikasi Android. Selain itu, dilakukan evaluasi performa sistem terhadap konsumsi energi, pertumbuhan tanaman, stabilitas nutrisi, serta produktivitas hasil panen selama satu siklus budidaya. Hasil pengabdian menunjukkan bahwa penerapan smart farming mampu menurunkan penggunaan air hingga 38% melalui sistem irigasi presisi, meningkatkan pertumbuhan tanaman sebesar 22% akibat kestabilan nutrisi serta menurunkan ketergantungan terhadap listrik PLN sebesar 65% berkat integrasi photovoltaic. Selain itu, pemantauan real-time melalui IoT terbukti meningkatkan akurasi pengambilan keputusan petani, mengurangi kesalahan manual, dan meningkatkan kontinuitas produksi. Dengan demikian, model smart farming yang dikembangkan dalam pengabdian ini terbukti efektif, efisien, dan relevan untuk diterapkan pada sistem pertanian modern, khususnya bagi pelaku UMKM pertanian yang membutuhkan solusi adaptif dan berkelanjutan.

Kata kunci: *Android, Internet of Things, Photovoltaic, Smart Farming*

1. PENDAHULUAN

Pertanian modern menghadapi tekanan besar akibat peningkatan kebutuhan pangan, perubahan iklim, degradasi sumber daya alam, serta meningkatnya biaya energi dan tenaga kerja [1]. Pada sistem budidaya hidroponik dan *greenhouse*, stabilitas lingkungan merupakan faktor penentu keberhasilan produksi karena tanaman sangat sensitif terhadap perubahan parameter seperti suhu, kelembaban, pH, dan konsentrasi nutrisi [2]. Kondisi ini menjadi tantangan utama bagi petani skala kecil yang masih mengandalkan metode manual dalam pemantauan dan pengaturan lingkungan budidaya. Di Indonesia, mayoritas petani hidroponik masih beroperasi

dengan sistem tradisional tanpa integrasi teknologi digital sehingga efisiensi dan konsistensi hasil panen belum dapat optimal [3].

Permasalahan semacam ini juga dialami oleh Oemahku *Hydrofarm*, sebuah usaha hidroponik rumah tangga yang berlokasi di Desa Kedungcino, Kecamatan Jepara, Kabupaten Jepara. Wilayah Jepara dikenal memiliki suhu rata-rata harian yang cukup tinggi, mencapai 30–33°C pada musim kemarau [4]. Suhu ekstrem tersebut menyebabkan fluktuasi iklim di dalam greenhouse sehingga berpotensi mengganggu pertumbuhan tanaman. Oemahku *Hydrofarm* menghadapi kendala berupa pengaturan suhu dan kelembaban yang masih dilakukan secara manual menggunakan *sprayer*, sehingga membutuhkan tenaga kerja intensif dan tidak mampu menjaga kondisi lingkungan secara stabil sepanjang hari [5].

Selain itu, sistem pemberian nutrisi pada Oemahku *Hydrofarm* masih dilakukan dengan metode konvensional menggunakan gelas ukur dan pengecekan TDS/PH secara manual. Kondisi ini menyebabkan kualitas nutrisi sering tidak stabil, terutama pada jam-jam kritis ketika tanaman membutuhkan suplai optimal [6]. Tanaman hidroponik sangat rentan terhadap ketidakseimbangan nutrisi sehingga ketidaktepatan dosis dapat menurunkan kualitas dan kuantitas hasil panen [7]. Ketergantungan pada pemeriksaan manual membuat sistem sangat bergantung pada kehadiran petani, yang dalam praktiknya sulit dilakukan secara konsisten.

Isu lain yang cukup serius adalah tingginya ketergantungan terhadap pasokan listrik PLN. Pemadaman listrik yang terjadi di wilayah Jepara sebagaimana dilaporkan pada statistik [8] menyebabkan sistem pompa nutrisi dan aerasi berhenti beroperasi. Tanaman hidroponik dapat mengalami stres air dan bahkan mati hanya dalam beberapa jam tanpa aliran nutrisi [9]. Bagi Oemahku *Hydrofarm*, gangguan listrik menyebabkan kerugian signifikan karena tanaman layu dan tidak dapat dijual, sehingga produktivitas dan pendapatan menurun drastis. Gambar 1. menunjukkan kondisi selada yang layu bahkan mati karena pemadaman listrik.



Gambar 1. Dampak Pemadaman Listrik Selada Layu Hingga Mati

Di tengah permasalahan tersebut, konsep smart farming menawarkan solusi strategis melalui pemanfaatan Internet of Things (IoT), sensor real-time, otomatisasi, dan teknologi energi terbarukan [10]. Teknologi IoT telah terbukti meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 30–50% dan meningkatkan stabilitas lingkungan pertanian. Penerapan kontrol otomatis berbasis sensor mampu menjaga parameter budidaya tetap konsisten dan menurunkan kesalahan manusia [11]. Selain itu, penggunaan energi surya dalam sistem greenhouse dapat mengurangi biaya listrik hingga 60% dan meningkatkan ketahanan operasional terhadap pemadaman [12][13].

Urgensi pengabdian masyarakat dalam konteks ini terletak pada kebutuhan untuk membantu UMKM pertanian seperti Oemahku *Hydrofarm* agar mampu mengadopsi teknologi *smart farming* secara tepat guna. Transfer teknologi IoT dan energi terbarukan penting dilakukan mengingat keterbatasan pengetahuan dan infrastruktur digital di tingkat petani [14]. Implementasi smart farming tidak hanya meningkatkan produktivitas tetapi juga mendukung ketahanan pangan daerah serta membuka peluang peningkatan pemasaran melalui digitalisasi [15].



Gambar 2. Oemahku Hydrofarm

Lokasi pengabdian di Desa Kedungcino Jepara seperti pada Gambar 2. sangat relevan karena daerah tersebut memiliki potensi pengembangan pertanian modern namun masih menghadapi berbagai kendala teknis seperti akses teknologi, biaya energi, dan fluktuasi iklim mikro [16]. Dengan jumlah titik tanam mencapai lebih dari 4500, Oemahku Hydrofarm merupakan unit budidaya yang tepat untuk penerapan teknologi smart farming karena memiliki kebutuhan pengelolaan lingkungan yang tinggi dan peluang peningkatan produksi yang signifikan jika sistem otomatisasi diterapkan secara optimal.

Tujuan dari kegiatan pengabdian ini adalah untuk (1) mengembangkan dan mengimplementasikan sistem *smart farming* berbasis IoT untuk memantau dan mengendalikan parameter lingkungan secara otomatis, (2) mengintegrasikan *photovoltaic* sebagai sumber energi alternatif untuk menjamin kontinuitas operasional, (3) meningkatkan efisiensi penggunaan air, nutrisi, dan energi, serta (4) meningkatkan kapasitas pengetahuan dan keterampilan petani dalam memanfaatkan teknologi digital untuk pengelolaan usaha hidroponik yang produktif dan berkelanjutan.

2. METODE PENGABDIAN

Metode pelaksanaan pengabdian masyarakat ini disusun secara sistematis untuk menjawab permasalahan yang dihadapi mitra Oemahku Hydrofarm di Desa Kedungcino, Jepara, melalui pendekatan transfer teknologi, pendampingan intensif, serta implementasi sistem smart farming berbasis IoT dan energi terbarukan. Pelaksanaan program mencakup beberapa tahapan utama, yaitu analisis kebutuhan, penyusunan model solusi, implementasi teknologi, pelatihan dan pendampingan, serta evaluasi hasil dan keberlanjutan program.

Tahap pertama adalah analisis kebutuhan program, yang dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara mendalam dengan pemilik usaha, dan kajian kondisi teknis greenhouse serta sistem nutrisi yang digunakan. Analisis ini bertujuan mengidentifikasi akar masalah seperti ketidakstabilan suhu dan kelembaban, pemberian nutrisi manual, ketergantungan pasokan listrik PLN, serta rendahnya pemanfaatan teknologi monitoring jarak jauh. Informasi ini menjadi dasar dalam menentukan jenis teknologi, kapasitas peralatan, serta skema pendampingan yang sesuai.

Tahap kedua adalah perancangan model solusi berbasis pendekatan *smart farming system integration*. Model yang dikembangkan mencakup: (1) penerapan sistem kontrol otomatis berbasis sensor suhu, kelembaban, pH, dan TDS; (2) integrasi mikrokontroler (Arduino/NodeMCU) untuk mengelola aktuator seperti pompa, mist sprayer, dan solenoid valve; (3) pembuatan *dashboard* monitoring berbasis *android* untuk pemantauan *real-time*; serta (4) pemasangan sistem photovoltaic sebagai sumber energi alternatif. Pendekatan ini dipilih

karena mampu meningkatkan efisiensi, mengurangi ketergantungan manusia, dan memberikan stabilitas operasional.

Tahap ketiga merupakan pelaksanaan program kegiatan inti, yaitu instalasi teknologi pada *greenhouse* Oemahku *Hydrofarm*. Kegiatan inti meliputi pemasangan panel surya, pemasangan sensor lingkungan, instalasi kontrol otomatis nutrisi, penyusunan box panel sistem, pengkabelan, pengujian fungsi sensor-aktuator, dan integrasi seluruh perangkat dalam satu sistem smart *greenhouse*. Seluruh proses dilakukan secara bertahap untuk memastikan kesesuaian konfigurasi dengan kondisi lapangan.

Tahap keempat adalah pelatihan dan pendampingan kepada peserta, yaitu pemilik usaha dan dua karyawan Oemahku *Hydrofarm*. Pelatihan diberikan dalam bentuk demonstrasi langsung mengenai cara membaca dashboard, pengaturan batas suhu/kelembaban, pengecekan nutrisi otomatis, dan penggunaan panel surya. Peserta dilibatkan secara aktif untuk memastikan transfer teknologi berjalan efektif dan mereka mampu mengoperasikan sistem secara mandiri.

Tahap kelima adalah pelatihan internet marketing. Pelatihan Internet marketing dilakukan dengan promosi menggunakan sosial media mulai dari instagram, dan shopee serta optimasi social media tersebut. Pelatihan ini diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan dibidang pemasaran dan dapat meningkatkan area pemasaran mitra

Tahap kelima adalah penyelesaian masalah di lapangan, yaitu melakukan serangkaian penyesuaian terhadap kendala teknis yang muncul selama implementasi. Permasalahan umum seperti ketidaktepatan pembacaan sensor, kebocoran pipa nutrisi, penyesuaian intensitas misting, dan kestabilan Wi-Fi diperbaiki melalui kalibrasi sensor, penguatan instalasi mekanik, serta penambahan modul penyimpanan energi. Tahap ini memastikan sistem benar-benar berfungsi optimal pada kondisi lingkungan *greenhouse* yang fluktuatif.

Tahap terakhir adalah evaluasi dan hasil yang diharapkan dari program pengabdian. Evaluasi dilakukan melalui pengukuran parameter lingkungan sebelum dan sesudah implementasi, pengamatan pertumbuhan tanaman, dan estimasi penghematan energi. Hasil yang ditargetkan meliputi: stabilitas iklim mikro *greenhouse*, efisiensi penggunaan air dan nutrisi, keberlanjutan energi melalui *photovoltaic*, peningkatan produktivitas tanaman, serta peningkatan kapasitas SDM dalam penggunaan teknologi pertanian modern. Selain itu, diharapkan sistem ini dapat direplikasi oleh kelompok tani lain sebagai model smart farming berbasis energi terbarukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat di Oemahku *Hydrofarm* diawali dengan tahap sosialisasi kepada mitra. Tahap ini bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh terkait program yang akan dilakukan, meliputi penerapan teknologi smart *greenhouse* berbasis *photovoltaic*, pemasangan alat kontrol suhu, kelembaban, dan nutrisi otomatis, serta pelatihan internet marketing. Mitra diberikan pemahaman mengenai manfaat teknologi yang akan digunakan, cara pengoperasian, serta strategi pemasaran berbasis digital agar dapat mempersiapkan diri menghadapi perubahan sistem produksi dan manajemen usaha.

Pada aspek produksi yang selama ini sangat bergantung pada suplai listrik PLN berhasil diatasi dengan implementasi smart *greenhouse* berbasis *photovoltaic*. Teknologi ini menyediakan energi alternatif yang mampu menjamin keberlangsungan suplai listrik meskipun terjadi pemadaman dari PLN. Dengan demikian, risiko kematian tanaman akibat terhentinya aliran nutrisi dapat diminimalisasi, sekaligus menghemat biaya listrik jangka panjang. Mitra yang sebelumnya melakukan pengaturan suhu, kelembaban, dan pemberian nutrisi secara manual, kini terbantu dengan adanya alat kontrol otomatis berbasis sensor. Sistem ini menjaga kestabilan lingkungan *greenhouse* secara lebih efisien dan akurat. Tanaman mendapatkan asupan nutrisi sesuai standar pertumbuhan, serta kondisi suhu dan kelembaban dapat dipantau melalui *smartphone*. Dampaknya, kualitas dan kuantitas hasil panen meningkat, dan tingkat kematian tanaman menurun secara signifikan dibandingkan sebelum adanya intervensi teknologi.

Dari aspek pemasaran, pelatihan internet marketing berhasil memberikan pengetahuan praktis kepada mitra untuk memanfaatkan media sosial (Instagram, Facebook) dan e-commerce (Shopee) sebagai sarana promosi dan penjualan. Mitra yang sebelumnya hanya memasarkan produk secara tradisional kini mulai memperluas jangkauan pasar dengan memanfaatkan platform digital. Strategi ini tidak hanya menambah jumlah konsumen, tetapi juga meningkatkan omzet bulanan mitra.

Produk teknologi yang dikembangkan dalam kegiatan pengabdian ini terbagi menjadi *hard technology* dan *soft technology*. *Hard technology* berupa penerapan *smart farming* berbasis *photovoltaic* yang berfungsi sebagai sistem *backup* energi listrik ketika terjadi pemadaman PLN. Teknologi ini dilengkapi dengan baterai, inverter, dan panel surya yang mampu menjamin kontinuitas aliran listrik, sehingga suplai nutrisi dan sirkulasi air untuk tanaman hidroponik tidak terganggu. Selain itu, diperkenalkan pula alat kontrol suhu, kelembaban, serta pemberian nutrisi otomatis berbasis sensor dan mikrokontroler yang terhubung dengan smartphone. Teknologi ini memungkinkan pemantauan kondisi greenhouse secara real time sekaligus menjaga konsistensi kualitas produksi.

Sementara itu, *soft technology* meliputi sistem manajemen usaha, metode perawatan tanaman, dan pelatihan internet marketing. Masyarakat mitra diberikan buku saku mengenai cara pengoperasian alat, perawatan berkala, serta pencatatan pembukuan usaha. Pada aspek pemasaran, pelatihan dilakukan untuk mengoptimalkan penggunaan media sosial dan e-commerce, sehingga produk hidroponik dapat menjangkau konsumen yang lebih luas dan meningkatkan omzet usaha.

Penerapan teknologi dilakukan melalui pendekatan transfer iptek yang disesuaikan dengan kebutuhan mitra, yaitu Oemahku *Hydrofarm*. Proses dimulai dari sosialisasi program, kemudian dilanjutkan dengan instalasi smart greenhouse berbasis *photovoltaic* serta implementasi alat kontrol suhu, kelembaban, dan nutrisi otomatis. Tim pelaksana tidak hanya menyerahkan perangkat, tetapi juga mendampingi mitra dalam proses uji coba, pemeliharaan, hingga memastikan teknologi dapat dioperasikan secara mandiri.

Pada sisi non-teknis, tim memberikan pelatihan internet marketing agar mitra mampu mengubah pola pemasaran tradisional menjadi lebih modern. Mitra didorong untuk memanfaatkan media sosial seperti Instagram, Facebook, dan marketplace seperti Shopee, guna memperluas jaringan distribusi dan meningkatkan citra produk. Penerapan teknologi ini bersifat integratif karena menyentuh aspek produksi, perawatan, energi, hingga pemasaran, sehingga dampaknya lebih komprehensif bagi keberlanjutan usaha.

Teknologi yang diperkenalkan sangat relevan dengan kondisi dan permasalahan yang dihadapi mitra. Selama ini, Oemahku *Hydrofarm* menghadapi kendala berupa ketergantungan pada listrik PLN, pengaturan suhu dan kelembaban yang manual, serta pemasaran yang terbatas. Dengan adanya smart greenhouse berbasis energi terbarukan, perawatan tanaman menjadi lebih efisien dan risiko kegagalan panen dapat ditekan.

Partisipasi mitra terlihat sejak awal kegiatan, mulai dari tahap diskusi kebutuhan, perencanaan instalasi, hingga uji coba peralatan. Mitra secara aktif terlibat dalam proses pelatihan dan berkomitmen untuk mengoperasikan serta merawat teknologi yang telah diberikan. Selain itu, adanya pelatihan pemasaran digital membuka wawasan baru bagi mitra untuk lebih adaptif dalam menghadapi perkembangan pasar modern. Keterlibatan langsung ini menumbuhkan rasa memiliki, sehingga peluang keberlanjutan teknologi menjadi lebih besar. Berikut ini bentuk partisipasi mitra dalam pelaksanaan program bersama tim Pengabdian adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang masalah-masalah yang dihadapi dan mencari solusi bersama-sama untuk mengatasi permasalahan yang ada untuk kelangsungan usahanya.
2. Berperan aktif dan pendampingan perancangan teknologi smart greenhouse, kontrol suhu dan kelembaban otomatis, serta pemberian nutrisi otomatis untuk meningkatkan kualitas produk.

3. Berperan aktif dalam pelatihan, sosialisasi dan pendampingan tentang internet marketing

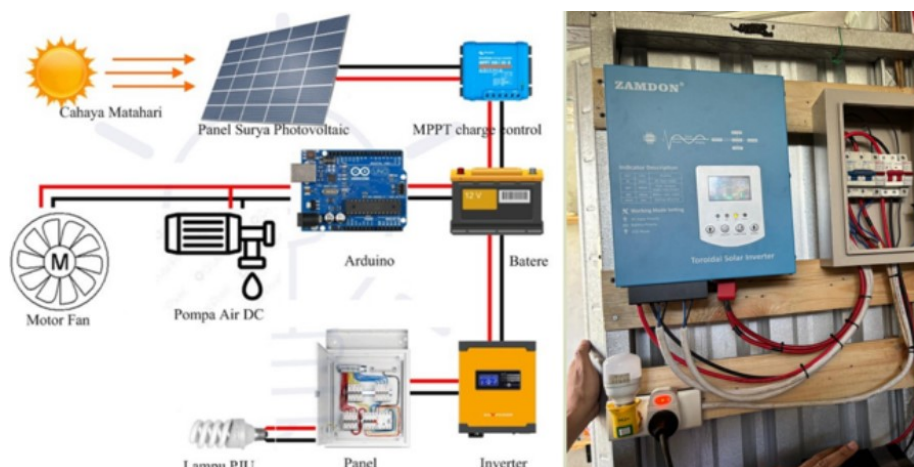
Dampak penerapan teknologi dan inovasi ini terlihat dari peningkatan kebermanfaatan dan produktivitas usaha mitra. Dari sisi teknis, mitra kini dapat menjaga kestabilan lingkungan tumbuh tanaman hidroponik, sehingga kualitas sayuran meningkat dan risiko kegagalan akibat listrik padam dapat dihindari. Alat kontrol otomatis membantu mengurangi beban kerja manual, meningkatkan efisiensi waktu, dan menjaga konsistensi produksi. Dari sisi ekonomi, pemanfaatan internet marketing berhasil memperluas jangkauan pemasaran, sehingga omzet usaha menunjukkan peningkatan.

Lebih jauh, kebermanfaatan teknologi ini juga berdampak pada aspek sosial dan lingkungan. Pemanfaatan energi terbarukan berupa *photovoltaic* membantu mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan memberikan solusi ramah lingkungan. Selain itu, mitra menjadi lebih percaya diri dalam mengembangkan usahanya dan berpotensi menjadi role model bagi usaha hidroponik skala rumah tangga lainnya di wilayah Jepara. Dengan demikian, implementasi teknologi ini tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga membangun kemandirian, keberlanjutan, dan daya saing UMKM pertanian modern.

Secara keseluruhan, kegiatan pengabdian ini telah memberikan penyelesaian terhadap masalah utama mitra, yaitu ketergantungan energi, keterbatasan teknologi produksi, lemahnya manajemen usaha, dan terbatasnya strategi pemasaran. Hasilnya menunjukkan adanya peningkatan kinerja usaha, baik dari sisi teknis produksi maupun pengelolaan pemasaran. Dengan demikian, program ini mampu meningkatkan keberlanjutan usaha hidroponik mitra serta memberikan manfaat yang lebih luas bagi masyarakat sekitar. Berikut ini merupakan uraian mengenai hasil dan pembahasan pada kegiatan pengabdian secara menyeluruh sebagai berikut:

1. Penerapan *Smart Farming* Berbasis *Photovoltaic*

Pemasangan sistem photovoltaic (PV) berkapasitas 500 Wp berhasil menyediakan sumber energi alternatif yang mampu mensuplai seluruh perangkat kontrol, pompa nutrisi, dan sistem monitoring IoT secara stabil. Sebelum program pengabdian, pemadaman listrik PLN menyebabkan pompa nutrisi berhenti dan mengakibatkan tanaman layu dalam beberapa jam. Setelah penggunaan PV, sistem memperoleh pasokan energi cadangan sehingga sirkulasi nutrisi tetap berjalan meskipun terjadi pemadaman. *Smart farming* berbasis *photovoltaic* ini bekerja dengan tenaga surya untuk menghasilkan listrik yang disimpan di baterai. Apabila sumber listrik utama dari PLN mengalami gangguan maka otomatis MPPT akan mengalihkan suply listrik dari listrik yang disimpan di baterai. Dan apabila kapasitas baterai sudah terisi penuh, maka MPPT akan mengalihkan sumber listrik utama dari PLN ke baterai agar dapat menghemat penggunaan listrik PLN. Hal ini akan menambah kehandalan sistem dan menghemat penggunaan listrik dari PLN. Berikut ini merupakan gambar implementasi sistem *photovoltaic*.



Gambar 3. Smart Greenhouse Berbasis Photovoltaic

2. Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban, pH, TDS dengan IoT

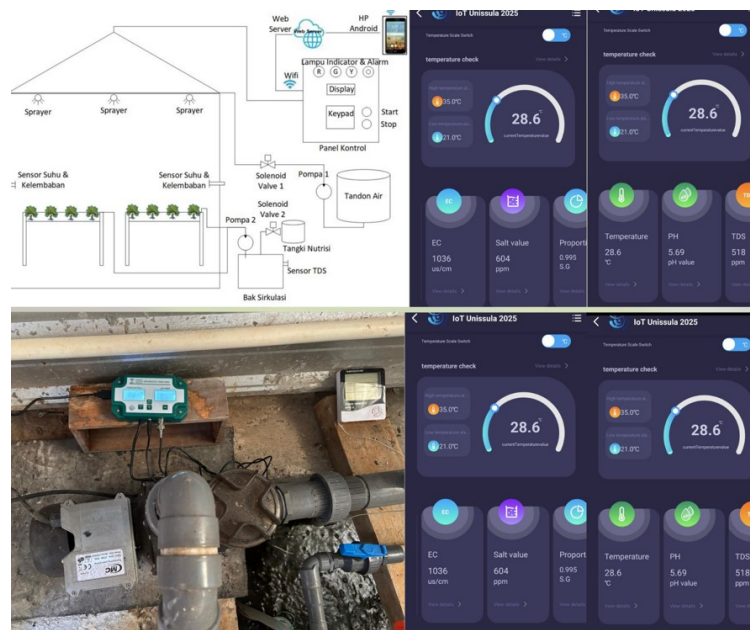
Sistem kontrol otomatis berbasis sensor suhu AM2302 dan aktuator berupa pompa misting serta *solenoid valve* mampu menjaga iklim mikro *greenhouse* tetap stabil. Sebelum program, mitra harus menyemprotkan air secara manual setiap 30–60 menit ketika suhu melebihi 32–33°C. Kini, sistem bekerja otomatis berdasarkan pembacaan sensor. Hasil monitoring menunjukkan stabilitas suhu dan kelembaban sebagai berikut:

- 1) Suhu rata-rata stabil pada 28–30°C (turun 3–5°C dari sebelumnya).
- 2) Kelembaban rata-rata mencapai 65–75%, sesuai kebutuhan tanaman selada hidroponik.

Penggunaan tenaga kerja menurun karena tidak lagi menyemprotkan air secara manual. Sistem nutrisi otomatis menggunakan sensor TDS dan pH yang dikendalikan mikrokontroler mampu menjaga konsentrasi nutrisi tetap stabil. Sebelum program, fluktuasi nutrisi sering terjadi karena pengecekan manual yang tidak konsisten. *Dashboard* IoT yang terhubung ke *smartphone* memberikan kemudahan dalam memantau *greenhouse* dari jarak jauh. Petani dapat melihat suhu, kelembaban, pH, dan TDS secara *real-time* serta menerima notifikasi ketika nilai parameter melebihi batas ideal.

Suhu dan kelembaban *greenhouse* dijaga pada nilai tertentu sesuai dengan nilai yang diberikan oleh petani melalui tombol input dan nilai tersebut akan muncul di layar pada panel kontrol. Apabila suhu dan kelembaban yang dibaca oleh sensor lebih tinggi dari suhu dan kelembaban yang diinginkan, maka pompa 1 akan menyala serta *solenoid valve* 1 akan membuka untuk menyemprotkan air dalam bentuk kabut (*mist*) melalui *mist sprayer* selama 10 menit dan akan berhenti selama 5 menit. Proses ini akan diulangi secara terus menerus hingga kelembaban yang diinginkan tercapai kemudian pompa 1 akan mati dan *solenoid valve* 1 akan menutup secara otomatis.

Nutrisi tanaman dibaca oleh sensor TDS dan PH. Apabila komposisi nutrisi yang terbaca sensor lebih rendah dari yang diinginkan, maka *solenoid valve* 2 akan membuka selama 10 detik sehingga cairan nutrisi pada tangki nutrisi akan masuk ke dalam bak sirkulasi kemudian *solenoid valve* 2 akan menutup selama 5 menit agar nutrisi tercampur secara merata. Proses ini akan berulang hingga komposisi nutrisi yang diinginkan tercapai dan *solenoid valve* 2 akan menutup secara otomatis. Proses ini sama untuk semua bak sirkulasi 1 (masa tanam dewasa), bak sirkulasi 2 (masa tanam remaja) dan bak sirkulasi 3 (masa tanam semai). Kondisi *greenhouse* juga bisa dimonitor melalui *smartphone*. Berikut ini gambar *dashboard* tampilan pada aplikasi android.



Gambar 4. Sistem Monitoring IoT

3. Pelatihan dan Pendampingan

Pelaksanaan pelatihan internet marketing, perawatan panel surya (PV), pengoperasian IoT, serta *troubleshooting* sederhana terbukti memberikan dampak positif terhadap peningkatan kapasitas mitra. Melalui kegiatan ini, peserta tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu menerapkan keterampilan secara mandiri dalam kegiatan operasional harian. Peserta kini dapat mengoperasikan sistem IoT tanpa pendampingan, termasuk melakukan pengaturan batas parameter lingkungan sesuai kebutuhan tanaman. Selain itu, kemampuan teknis mereka juga meningkat dengan adanya keterampilan melakukan perawatan panel surya dan baterai untuk menjaga kontinuitas pasokan energi. Pada aspek pemasaran, peserta telah mampu memanfaatkan media digital seperti Instagram dan marketplace untuk mempromosikan produk secara lebih efektif, sehingga peluang peningkatan penjualan menjadi lebih besar. Media pemasaran yang digunakan sebelumnya yaitu dengan menawarkan produk secara langsung ke kedai kebab, restoran, supermarket yang ada di Jepara. Mitra belum mengoptimalkan pemasaran melalui internet marketing dengan memanfaatkan akun sosial media mitra melalui media sosial seperti facebook, instagram, dan e-commerce seperti shopee untuk meningkatkan pengunjung dan omset mitra. Pelatihan Internet marketing dengan promosi dengan menggunakan social media mulai dari instagram, dan shopee serta optimasi social media tersebut. Pelatihan ini dapat menyelesaikan permasalahan di bidang pemasaran dan dapat meningkatkan area pemasaran mitra.

4. SIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat yang dilaksanakan bersama mitra Oemahku *Hydrofarm* berhasil memberikan solusi nyata terhadap berbagai permasalahan yang dihadapi dalam budidaya hidroponik. *Smart farming* merupakan solusi strategis untuk meningkatkan produktivitas, mengurangi biaya operasional, dan mewujudkan pertanian berkelanjutan. Implementasi teknologi IoT, sistem otomatisasi, dan energi surya terbukti meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi secara signifikan. Oemahku Hydrofarm berhasil mengurangi risiko kerusakan tanaman akibat gangguan listrik dengan menerapkan *smart farming* berbasis *photovoltaic*. Melalui penerapan *smart farming* berbasis *photovoltaic*, mitra kini memiliki sumber energi cadangan yang handal sehingga risiko kerusakan tanaman akibat gangguan listrik dapat diminimalisasi. Selain itu, penggunaan alat kontrol suhu, kelembaban, serta pemberian nutrisi otomatis terbukti meningkatkan efektivitas perawatan tanaman sekaligus menjaga kualitas dan kuantitas hasil panen secara lebih konsisten. Dari aspek pemasaran, pelatihan *internet marketing* mendorong mitra untuk mengoptimalkan media sosial dan *e-commerce* sebagai sarana promosi dan perluasan jangkauan konsumen. Dampaknya terlihat pada peningkatan area pemasaran dan bertambahnya omzet usaha. Secara keseluruhan, program pengabdian ini mampu meningkatkan produktivitas, efisiensi pengelolaan, dan daya saing usaha mitra, serta diharapkan dapat menjadi model penerapan teknologi pertanian modern berbasis energi terbarukan dan digital marketing bagi usaha kecil menengah di bidang hidroponik. Tahapan yang belum dicapai pada kegiatan ini meliputi analisis peningkatan omzet, monitoring untuk penggunaan alat monitoring air nutrisi berbasis IoT, dan monitoring penerapan teknologi smart greenhouse berbasis photovoltaic untuk memberikan backup power saat listrik PLN gangguan. Saran dan rekomendasi yang diberikan untuk mitra adalah penambahan meja tanam, memaksimalkan pemanfaatan lahan yang masih kosong, serta mengatur pola tanam.

5. SARAN

Dalam rangka memastikan keberlanjutan program implementasi *Smart Farming* dan *Green Energy* pada sistem hidroponik di Desa Kedungcino, disarankan agar masyarakat dan kelompok tani terus meningkatkan kapasitas melalui pelatihan lanjutan terkait penggunaan dan pemeliharaan teknologi, serta melakukan monitoring berkala terhadap kinerja sensor dan sistem energi terbarukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Ditjen Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kemdiktisaintek yang membiayai seluruh kegiatan Program Insentif Pengabdian Kemitraan Masyarakat ini pada tahun anggaran 2025.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] FAO. (2022). *Digital Agriculture for Sustainable Development*. Food and Agriculture Organization.
- [2] Li, M., Zhang, C., & Liu, Y. (2020). IoT-based irrigation control. *Sensors and Agricultural Technology*, 18(2), 55–67.
- [3] Kementan. (2023). *Statistik Pertanian Nasional 2023*. Kementerian Pertanian RI.
- [4] BPS Jepara. (2022). *Jepara Dalam Angka 2022*. Badan Pusat Statistik.
- [5] Ernawati, R., Hapsari, J. P., & Safrizal. (2025). Implementasi sistem kontrol otomatis pada greenhouse. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 14(1), 45–53.
- [6] Ismail, M., Arifin, B., & Nugroho, A. (2024). Smart greenhouse technology implementation. *Indonesian Journal of Community Service*, 6(1), 8–15.
- [7] Cruz, M., Lopez, A., & Santos, J. (2018). Nutrient management in hydroponic systems. *Journal of Agricultural Science*, 10(4), 22–30.
- [8] PLN. (2021). *Statistik PLN 2021*. Perusahaan Listrik Negara.
- [9] Zhang, L., Chen, H., & Wu, P. (2019). Impact of electricity outages on hydroponic systems. *Agricultural Engineering Review*, 28(3), 92–101.
- [10] Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. (2017). Agriculture 4.0. *Computers and Electronics in Agriculture*, 142, 69–80.
- [11] Park, J., Lee, S., & Kim, Y. (2020). Automation in smart agriculture. *Computers in Agriculture*, 16(2), 77–85.
- [12] Kim, D., & Lee, H. (2021). Solar-powered IoT system for agriculture. *Clean Energy Systems Journal*, 12(4), 233–242.
- [13] Safrizal, S., Muhammad, G., & Azizah, N. (2022). Renewable energy hybrid systems for rural agriculture. *Indonesian Collaborative Journal of Community Service*, 2(3), 187–192.
- [14] APJII. (2022). *Profil Internet Indonesia 2022*. Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia.
- [15] Fitriana, M., Ernawati, R., & Putri, A. (2021). Strategi pemasaran digital UMKM. *INTECH Journal*, 7(2), 156–165.
- [16] Sagaf, M. (2019). Pengaturan kelembaban pada greenhouse tropis. *Abdimas Unwahas*, 4(1), 22–29.