

# Penerapan Teknologi Tani Presisi Sistem Kontrol Fertigasi dan Sirkulasi Udara Otomatis pada Kelompok Tani Batu Tikumbak Berbasis *IoT*

Nuur Insan Tangkelangi<sup>1</sup>, Rosmiati<sup>2</sup>, Sukmawati<sup>3</sup>, Baso Ali<sup>4</sup>

<sup>1234</sup>Universitas Cokroaminoto Palopo, Indonesia

<sup>1</sup>nuurinsan@uncp.ac.id,

<sup>2</sup>rosmiati03@uncp.ac.id,

<sup>3</sup>watisukma02@gmail.com,

<sup>4</sup>basoali@uncp.ac.id

## Article Info

### Kata Kunci:

*Sistem Kontrol,  
Fertigasi,  
Pengendalian Suhu,  
Greenhouse,  
Internet of Things  
(IoT)*

Copyright © 2025  
The Author(s)



Lisensi: cc-by-sa

## Abstrak

Program ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi irigasi dan pengendalian suhu melalui penerapan sistem fertigasi dan sirkulasi udara otomatis berbasis IoT guna membantu kelompok tani Batu Tikumbak beradaptasi terhadap tantangan panas ekstrem. Intervensi utama yang dilakukan meliputi perancangan dan pemasangan alat sistem kontrol otomatis fertigasi untuk mengoptimalkan distribusi air dan nutrisi, serta penerapan perangkat pengendali suhu guna mengurangi tekanan panas yang merugikan pertumbuhan tanaman. Kegiatan pengabdian ini menggunakan metode Participatory Action Research (PAR), yaitu pendekatan yang menggabungkan partisipasi masyarakat, implementasi tindakan, dan refleksi untuk meningkatkan kapasitas dan keberlanjutan program. Rangkaian kegiatan mencakup koordinasi dengan mitra, pengenalan teknologi, pelatihan, dan pendampingan agar keberlanjutan sistem dapat terjamin. Hasil pelaksanaan program ini diharapkan dapat meningkatkan keseragaman pertumbuhan tanaman dan kualitas hasil panen yang lebih baik dibandingkan kondisi sebelum intervensi. Melalui program ini diharapkan kombinasi sistem fertigasi cerdas dan pengendalian suhu dapat meningkatkan efisiensi produksi, meminimalkan kerugian akibat iklim ekstrem, serta menjadi solusi yang dapat diterapkan pada usaha pertanian serupa.

## Pendahuluan

Desa Bone Lemo di Kecamatan Bajo Barat, Kabupaten Luwu, memiliki potensi besar dalam pengembangan pertanian hortikultura. Salah satu penggerak utama di wilayah ini adalah Kelompok Tani Batu Tikumbak yang telah mengelola berbagai jenis sayuran, seperti slada, sawi, dan pakcoy. Kelompok ini sudah dilengkapi sarana produksi berupa *greenhouse*, *area pembibitan*, dan *sistem penanaman dalam bak*, yang memungkinkan mereka memproduksi hingga sekitar 2.500 batang per bulan dengan harga jual rata-rata Rp5.000 per paket. Kondisi tersebut menunjukkan adanya peluang untuk meningkatkan nilai ekonomi lokal melalui pengelolaan yang lebih efektif serta pemanfaatan teknologi pertanian modern (Mas dkk., 2022; Méndez-Guzmán dkk., 2022).

Namun demikian, sistem produksi yang diterapkan saat ini masih bersifat manual, khususnya dalam pengawasan fertigasi dan sirkulasi udara di dalam *greenhouse*. Pengamatan yang mengandalkan cara manual sering kali menyebabkan keterlambatan respons terhadap perubahan lingkungan, sehingga berpotensi mengurangi produktivitas dan meningkatkan risiko gagal panen (Ardiansah dkk., 2020). Di sisi lain, pemasaran produk juga belum optimal karena masih terbatas pada jalur konvensional dan strategi pemasaran digital yang terencana (Fharaz dkk., 2022; Tri Waluyo, 2022).

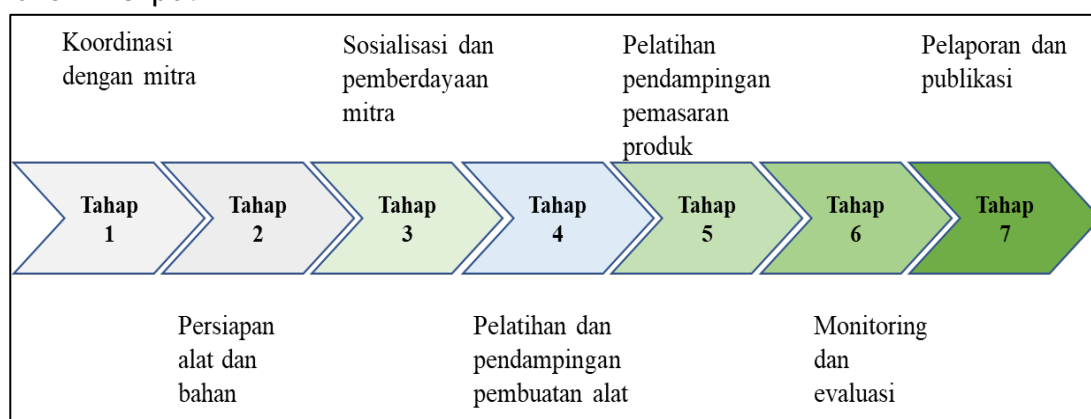
Kondisi ini berdampak pada dua aspek utama yang saling berkaitan. Pertama, dari sisi ekonomi, potensi keuntungan kelompok tani belum dapat termanfaatkan secara maksimal karena keterbatasan pemanfaatan teknologi yang dapat meningkatkan efisiensi produksi dan distribusi. Hal ini menyebabkan proses usaha tani berjalan secara konvensional, sehingga produktivitas rendah khususnya pada cuaca yang ekstrem, biaya operasional relatif tinggi, dan margin keuntungan yang diperoleh tidak optimal. Kedua, dari aspek kapasitas sumber daya manusia, petani masih memiliki keterbatasan keterampilan dalam menggunakan teknologi berbasis *Internet of Things (IoT)* dan strategi pemasaran digital. Keterbatasan ini membuat mereka sulit untuk mengakses peluang pasar yang lebih luas dan meningkatkan daya tawar produk hortikultura yang dihasilkan. Kurangnya pelatihan dan pendampingan yang berkesinambungan turut memperlambat kemampuan adaptasi petani terhadap perkembangan teknologi pertanian modern (Kusumawardhani dkk., 2025; Achmad dkk., 2024). Jika kondisi ini tidak segera diatasi, maka upaya peningkatan daya saing produk hortikultura pada kelompok tani Batu Tikumbak akan semakin terhambat dan peluang pengembangan usaha mereka tetap berada pada level yang stagnan.

Oleh karena itu, dipandang perlu untuk melaksanakan program pengabdian kepada masyarakat yang fokus pada penerapan teknologi presisi berbasis IoT untuk mendukung sistem fertigasi dan pemantauan suhu lingkungan secara otomatis, serta pelatihan pemasaran digital dengan dukungan kemasan yang lebih higienis dan menarik. Program ini juga mendukung pencapaian beberapa *Sustainable Development Goals (SDGs)*, seperti ketahanan pangan (SDG 2), pertumbuhan ekonomi lokal (SDG 8), pembangunan infrastruktur inovatif (SDG 9), dan pola produksi

yang berkelanjutan (SDG 12). Selain itu, kegiatan ini sejalan dengan *Indikator Kinerja Utama (IKU) Perguruan Tinggi*, khususnya terkait keterlibatan mahasiswa dalam implementasi hasil penelitian untuk masyarakat. Melalui pendekatan tersebut, diharapkan Kelompok Tani Batu Tikumbak dapat meningkatkan produktivitas, memperluas pasar, dan memperkuat ketahanan ekonomi masyarakat setempat.

## Metode

Program pengabdian ini menggunakan metode *Participatory Action Research* (PAR), yaitu pendekatan yang menggabungkan partisipasi masyarakat, implementasi tindakan, dan refleksi untuk meningkatkan kapasitas dan keberlanjutan program (Fuadi dkk., 2025; Rif'ah & Ilma, 2022). Pendekatan ini sesuai dengan karakteristik program yang menuntut keterlibatan aktif kelompok tani dalam setiap tahapan, mulai dari perencanaan hingga evaluasi (Talib dkk., 2025). Rangkaian kegiatan yang dilakukan meliputi:



Gambar 1. Alur Program PKM

Berikut adalah deskripsi singkat dari tiap tahapannya:

1. Koordinasi dengan Mitra: Dilakukan melalui pertemuan awal untuk menyepakati tujuan, sasaran, serta peran masing-masing pihak dalam pelaksanaan program.
2. Persiapan Alat dan Bahan: Menyusun daftar kebutuhan teknis, pengadaan perangkat IoT, komponen pendukung, serta bahan untuk pengemasan dan pemasaran produk.
3. Sosialisasi dan Pemberdayaan Mitra: Penyampaian konsep program, manfaat penerapan teknologi pertanian presisi, dan pentingnya penguatan pemasaran digital kepada anggota kelompok tani.
4. Pelatihan dan Pendampingan Pembuatan Alat: Pelatihan instalasi dan pengoperasian perangkat monitoring berbasis sensor (suhu, kelembapan, pH, dan kedalaman air) yang terhubung ke mikrokontroler.
5. Pelatihan dan Pendampingan Pemasaran Produk: Pengenalan strategi pemasaran digital, pembuatan akun marketplace, desain kemasan, serta penerapan SOP pasca panen.

6. Monitoring dan Evaluasi: Pemantauan penggunaan teknologi dan perkembangan pemasaran dilakukan secara berkala, diikuti evaluasi melalui observasi, wawancara, dan kuesioner.
7. Pelaporan dan Publikas: Penyusunan laporan kegiatan, publikasi hasil pengabdian, serta rekomendasi pengembangan program ke depannya.

## Hasil

Program Pengabdian Masyarakat (PKM) ini dilaksanakan sejak Juni hingga Agustus dengan tujuan meningkatkan efisiensi dan produktivitas usaha tani mitra melalui penerapan teknologi berbasis IoT dan sistem sirkulasi udara otomatis di greenhouse. Pada kondisi awal, usaha mitra mengalami tantangan serius akibat teriknya panas matahari yang menyebabkan peningkatan suhu lingkungan secara signifikan. Hal ini mengakibatkan kerusakan pada tanaman, penurunan produktivitas bibit, dan tingginya angka kegagalan panen. Hal ini disebabkan oleh faktor iklim mikro yang tidak terkendali dan ditambah keterbatasan pengawasan manual yang membuat respon terhadap perubahan lingkungan sering terlambat (Hussain dkk., 2021; Zhang dkk., 2022).

Berikut adalah deeskripsi dari langkah-langkah yang telah dilakukan dalam program pengabdian ini:

### A. Koordinasi awal dengan mitra

Koordinasi dilakukan sebagai tahap pertama dan kunci keberhasilan program. Tim pengabdian mengadakan serangkaian pertemuan resmi dan informal untuk menyamakan persepsi, merumuskan kebutuhan prioritas, serta menyusun agenda pelaksanaan program. Diskusi awal melibatkan pemetaan masalah utama, yakni fluktuasi suhu tinggi, ketidakstabilan kadar air, dan pH media tanam yang berdampak pada kualitas bibit. Selain itu, tim juga melakukan asesmen kapasitas mitra, termasuk keterampilan teknologi, kemampuan manajemen usaha, dan kesiapan lahan yang tersedia (Li dkk., 2023). Kesepakatan teknis meliputi jadwal kegiatan, pembagian tugas, serta komitmen untuk mendukung keberlanjutan program pasca pelaksanaan (Rahman dkk., 2023).



Gambar 1. Kondisi Awal Greenhouse Kelompok Tani Batu Tikumbak

Gambar di atas menunjukkan kondisi awal greenhouse yang dimiliki oleh kelompok Tani Batu Tikumbak di Bone Lemo, yang menunjukkan tanda-tanda keterlantaran dan ketidakoptimalan pemanfaatan. Seluruh tanaman hortikultura di dalamnya mengalami kerusakan fisiologis yang signifikan, ditandai dengan daun yang berubah warna menjadi cokelat, batang yang mengering dan kehilangan elastisitas, serta media tanam yang tampak gersang tanpa adanya pertumbuhan vegetatif yang sehat. Kondisi ini merupakan dampak langsung dari paparan suhu ekstrem yang melebihi ambang batas toleransi tanaman, sehingga mengakibatkan kegagalan proses budidaya dan hilangnya produktivitas lahan. Situasi tersebut mencerminkan ketidakberlanjutan sistem pengelolaan greenhouse pada fase awal sebelum adanya intervensi teknologi yang tepat guna.

### **B. Penyediaan, Pembuatan, dan Pendampingan Teknologi di *Greenhouse***

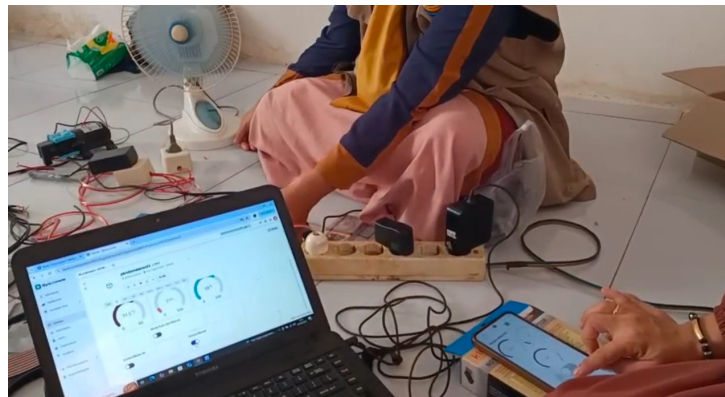
Pada tahap ini, program difokuskan pada pengadaan komponen, perakitan sistem otomatis, serta pendampingan intensif kepada mitra untuk menanggulangi persoalan utama berupa paparan panas matahari berlebih, fluktuasi suhu ruang tanam, serta ketidakstabilan kadar air dan pH pada area pembibitan. Rangkaian perangkat yang disiapkan meliputi sensor ultrasonik sebagai pengukur ketinggian air (dipasang dengan jarak deteksi efektif  $\leq 150$  cm dari permukaan air agar pembacaan stabil), sensor DHT11 untuk memantau suhu–kelembapan udara, modul Arduino Uno sebagai pengendali utama, driver/relay pompa air dan kipas, serta paranet (*shade net*) sebagai pelindung pasif untuk menurunkan intensitas radiasi matahari yang masuk ke greenhouse. Pemasangan paranet dilakukan pada sisi atap dan dinding yang paling menerima radiasi langsung, sehingga penurunan suhu ruang dapat dicapai tanpa beban energi tambahan; studi-studi terkini menunjukkan jaring penaung efektif memperbaiki mikrometeorologi di bawah naungan dan menurunkan beban panas di siang hari, yang berimplikasi pada stabilitas iklim mikro dan peningkatan performa fisiologis tanaman.



Gambar 2. Pemasangan Paranet

Sistem kontrol otomatis kemudian diprogram dengan ambang suhu 30 °C sebagai titik kendali (*set-point*) untuk kipas/ventilasi, didasarkan pada temuan

agronomi bahwa sayuran daun yang dibudidayakan di lingkungan tropis (se[erti selada, sawi, pakcoy) umumnya memiliki kisaran suhu fotosintetis dan pertumbuhan yang optimal hingga sekitar 22–30 °C; melewati batas atas tersebut laju fotosintesis dan kualitas bibit cenderung menurun. Dengan set-point 30 °C, kipas/blower akan aktif saat suhu mendekati/menembus ambang, dan berhenti ketika suhu kembali ke zona aman. Pendekatan ini sejalan dengan rekomendasi pengelolaan mikroklimat tropis yang mengombinasikan ventilasi aktif dan peneduhan pasif agar fluktuasi suhu harian teredam tanpa konsumsi energi berlebih.



Gambar 3. Perakitan Alat Sistem Kontrol Fertigasi dan Sirkulasi Udara Berbasis IoT

Pada subsistem air, sensor ultrasonik membaca muka air bak secara *real-time* dan mengirim data ke Arduino Uno untuk dibandingkan dengan ambang ketinggian yang ditetapkan. Ketika permukaan turun melewati batas minimum (mis. akibat penguapan tinggi di siang hari panas), pompa otomatis diaktifkan untuk mengisi kembali dari tandon hingga kembali ke rentang aman, sehingga akar bibit tidak mengalami kekeringan maupun perendaman berlebih. Pemilihan sensor ultrasonik didasarkan pada karakteristiknya yang non-kontak, murah, dan akurat pada jarak dekat–menengah ( $\leq 1,5$  m) bila dipasang tegak lurus terhadap permukaan air. Di saat yang sama, DHT11 menyediakan umpan balik suhu–kelembapan untuk menyinkronkan kerja kipas dan strategi ventilasi, menjaga kelembapan tidak terlalu tinggi agar risiko penyakit jamur menurun.



Gambar 4. Pendampingan Pemasangan dan Penggunaan Alat

Seluruh logika kendali ditanamkan di *Arduino Uno* karena platform ini terbukti tangguh, mudah diprogram, dan luas dukungannya pada ekosistem sensor/aktuator pertanian presisi. Skema seperti ini lazim pada arsitektur *IoT greenhouse* modern: sensor (DHT11, ultrasonik) → mikrokontroler (*Arduino Uno*) → aktuator (pompa, blower) → antarmuka pemantauan (dashboard/ponsel) untuk inspeksi jarak jauh, notifikasi batas, serta pencatatan historis guna analisis lanjutan dan *fine-tuning* ambang. Bukti penerapan serupa—menggabungkan *Arduino*, jaringan sensor murah, dan kendali aktuator—telah dilaporkan meningkatkan efisiensi penggunaan air/energi serta respons cepat terhadap deviasi kondisi, sehingga cocok diadopsi pada skala *greenhouse* komunitas. Selama implementasi, tim juga menambahkan paranet sebagai *passive cooling*, sehingga beban kerja kipas menurun dan umur pakai komponen meningkat. Setelah perakitan, mitra dilatih melakukan pemasangan, kalibrasi dasar (mis. validasi bacaan DHT11 terhadap termohigrometer referensi, uji jarak dan sudut sensor ultrasonik), pembacaan data, dan perawatan rutin, agar sistem dapat dioperasikan dan dipelihara secara mandiri.

## Simpulan

Program pengabdian kepada masyarakat ini berhasil mengimplementasikan sistem fertigasi otomatis berbasis *Arduino Uno* pada *greenhouse* mitra. Sistem ini memanfaatkan sensor ultrasonik untuk memantau ketinggian air dalam bak penampungan dengan jarak deteksi efektif hingga 150 cm, sehingga suplai air dapat terjaga secara stabil dan tepat waktu. Mekanisme pompa otomatis yang diatur melalui mikrokontroler memungkinkan pengisian ulang air terjadi hanya ketika permukaan air berada di bawah ambang batas minimum yang telah ditentukan, sehingga risiko kekurangan maupun kelebihan air dapat diminimalkan. Hal ini mendukung keberlanjutan pasokan nutrisi dan meningkatkan efisiensi penggunaan air dalam praktik fertigasi.

Selanjutnya, program juga menerapkan pengendalian suhu berbasis kipas otomatis dengan titik kendali pada suhu 30 °C, sesuai dengan kisaran optimal bagi pertumbuhan bibit sayuran daun tropis. Untuk mendukung pengendalian suhu tanpa beban energi berlebih, dipasang paranet pada sisi *greenhouse* yang menerima paparan radiasi matahari langsung. Kombinasi antara sistem fertigasi otomatis dan pengaturan suhu ini terbukti meningkatkan stabilitas lingkungan tumbuh, mengurangi beban kerja manual petani, serta memperpanjang umur pakai komponen *greenhouse*. Melalui kegiatan pendampingan, mitra telah dilatih dalam hal instalasi, kalibrasi, pengoperasian, dan perawatan, sehingga sistem dapat dioperasikan secara mandiri dan berkelanjutan.

## Daftar Pustaka

Achmad, A., Karto, A., & Asril, A. (2024). Small business empowerment strategy in the agricultural sector through digital entrepreneurship. *International Journal of Management Science and Information Technology*.

- Ardiansah, I., Bafdal, N., Suryadi, E., & Bono, A. (2020). Greenhouse monitoring and automation using Arduino: A review on precision farming and Internet of Things (IoT). *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, 10(2), 703–709.
- Chavan, S. G., Samaranayake, P., & Lan, Y.-C. (2025). Optimal energy-efficient shade screen and ventilation control settings for a greenhouse. *Energy Management Journal*.
- Fharaz, V. H., Kusnadi, N., & Rachmina, D. (2022). Pengaruh literasi digital terhadap literasi e-marketing pada petani. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 10(1), 169–179.
- Johnson, R., & Alvarez, P. (2022). Automated irrigation management using ultrasonic sensors in tropical nurseries. *Agricultural Engineering Review*, 18(2), 102–114.
- Kumar, V., & Singh, R. (2024). Energy-efficient microcontroller applications in precision agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 213, 108391.
- Kusumawardhani, A., Atma Dirgatama, C. H., & Puspitasari, H. M. (2025). Transformation of agricultural product marketing through digital marketing: Efforts to improve the competitiveness of farmers. *Bubungan Tinggi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 7(3).
- Lee, M., Tan, H., & Ooi, K. (2023). Temperature and humidity optimization for leafy vegetable growth in tropical climates. *Horticultural Science*, 58(1), 55–66.
- Mas, F. A. R., Suciya, S. W., Pauzi, G. A., & Junaidi, J. (2022). Smart greenhouse monitoring with soil temperature and humidity control on Internet of Things (IoT) based orchid plants. *Journal of Energy, Material, and Instrumentation Technology*, 3(3), 79–88.
- Méndez-Guzmán, H. A., Padilla-Medina, J. A., Martínez-Nolasco, C., Martínez-Nolasco, J. J., Barranco-Gutiérrez, A. I., Contreras-Medina, L. M., & Leon-Rodriguez, M. (2022). IoT-based monitoring system applied to aeroponics greenhouse. *Sensors*, 22(15), 5646.
- Smith, J., Carter, L., & Gomez, A. (2022). Optimum temperature and humidity for microclimate control in greenhouse cultivation. *Journal of Greenhouse Horticulture*, 35(4), 221–230.
- Tri Waluyo. (2022). Digital marketing strategy for local agribusiness products in Indonesia. *Jurnal Sosial Sains dan Komunikasi*, 1(01), 64–71.
- Wang, Y., Chen, L., & Zhao, F. (2023). IoT-based climate control systems for sustainable greenhouse farming. *Sustainability*, 15(7), 3287.
- Yilmaz, H., Tan, A., & Erkan, M. (2023). Impact of shading nets on greenhouse microclimate and crop performance. *International Journal of Greenhouse Climate Control*, 12(2), 87–95.