



Inovasi Teknologi Otomatisasi Berbasis Mikrokontroler pada Budidaya Hidroponik dan Lele untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan Masyarakat Kelurahan Kedurus

**Fitriyatul Qulub^{1*}, Osmalina Nur Rahma², Franky Chandra Satria Arisgraha³,
Dhiela Huriyah Andiani⁴, Dyo Wiratama⁵, Daniel Agathon⁶, Verlita Wijaya⁷,
Alamah Ulzanati Habibullah⁸, M. Rifqi Aditya PN⁹**

^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9} Teknik Biomedis, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia

*Corresponding author: fitriyatul.qulub@fst.unair.ac.id

Received 23-09-2025

Revised 16-10-2025

Published 04-12-2025

ABSTRAK

Program pengabdian masyarakat dengan judul “Inovasi Teknologi Otomatisasi Berbasis Mikrokontroler untuk Optimalisasi Budidaya Hidroponik dan Lele sebagai Solusi Ketahanan Pangan di Kelurahan Kedurus” dilaksanakan untuk menjawab tantangan keterbatasan lahan dan fluktuasi pangan di wilayah perkotaan. Kegiatan ini memadukan akuakultur lele dan hidroponik dalam ekosistem yang efisien dan ramah lingkungan. Tahapan pelaksanaan meliputi koordinasi dengan perangkat kelurahan dan kelompok masyarakat, sosialisasi, pre-test, serta pelatihan inti. Workshop otomasi pakan lele berbasis mikrokontroler menekankan prinsip desain, cara kerja, dan praktik langsung penggunaan teknologi untuk menekan biaya dan meningkatkan efisiensi, sedangkan materi hidroponik berkonsentrasi pada teknik pemilihan media, nutrisi, dan perawatan tanaman. Melalui diskusi, tanya jawab, dan praktik lapangan, partisipasi masyarakat sangat aktif. Hasil awal menunjukkan bahwa pengetahuan, keterampilan, dan kesadaran tentang pentingnya inovasi teknologi untuk kemandirian pangan telah meningkat. Diharapkan program ini akan menjadi model ketahanan pangan berkelanjutan di Kelurahan Kedurus dengan mendorong kelompok belajar dan rencana pendampingan berkelanjutan.

Kata kunci: Ketahanan Pangan, Hidroponik, Budidaya Lele, Otomasi Mikrokontroler, Kelurahan Kedurus

ABSTRACT

The program “Inovasi Teknologi Otomatisasi Berbasis Mikrokontroler untuk Optimalisasi Budidaya Hidroponik dan Lele sebagai Solusi Ketahanan Pangan di Kelurahan Kedurus” was held to address the problems of limited land and food shortages in urban areas. This activity combines lele aquaculture and hydroponics in an ecosystem that is both efficient and good for the environment. The steps of the implementation include working with the village and community groups, socializing, taking a pre-test, and the main training. The workshop on automating catfish feed based on microcontrollers focused on design principles, how the technology works, and hands-on practice to lower costs and improve efficiency. The hydroponics materials, on the other hand, focused on how to choose media, nutrients, and care for plants. Melalui diskusi, tanya jawab, dan praktik lapangan, partisipasi masyarakat sangat aktif. The initial results indicate that knowledge, skills, and awareness regarding the significance of technological innovation for food independence have improved. It is hoped that this program will serve as a model for sustainable food security in Kelurahan Kedurus by promoting study groups and plans for ongoing support.

Keywords: Food security, Hydroponics, Catfish Farming, Microcontroller Automation, Kelurahan Kedurus



PENDAHULUAN

Ketahanan pangan merupakan salah satu isu strategis nasional yang berhubungan langsung dengan kemandirian masyarakat serta keberlanjutan ekonomi lokal. Di tengah pesatnya urbanisasi dan perubahan iklim, masyarakat perkotaan kini menghadapi keterbatasan lahan pertanian dan sumber daya alam, yang pada akhirnya berdampak pada menurunnya ketersediaan pangan di tingkat rumah tangga (Yahya & Hertati, 2023; Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2024). Dalam konteks ini, pendekatan urban farming menjadi alternatif yang semakin relevan. Melalui kegiatan bercocok tanam di area terbatas, masyarakat kota tidak hanya dapat memenuhi sebagian kebutuhan pangannya sendiri, tetapi juga berkontribusi terhadap lingkungan yang lebih hijau dan produktif. Hal ini sangat penting terutama di wilayah padat penduduk seperti Kelurahan Kedurus, Kecamatan Karang Pilang, Kota Surabaya, yang memiliki kepadatan penduduk mencapai 15.765 jiwa/km² (Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2024).

Masyarakat Kelurahan Kedurus memiliki potensi besar untuk mengembangkan sistem pertanian modern seperti hidroponik dan budidaya ikan lele. Sebagian warga bahkan telah menginisiasi sistem tersebut secara mandiri. Namun, upaya ini masih didominasi oleh metode tradisional yang kurang efisien dari segi waktu, tenaga, serta hasil produksi (Prabowo, 2020). Di sisi lain, keterbatasan pengetahuan masyarakat terhadap teknologi otomatisasi, misalnya pemanfaatan mikrokontroler dan sensor, menjadi salah satu hambatan utama dalam mengembangkan sistem pertanian terpadu yang berdaya guna tinggi (Putro, 2024).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem otomatisasi dalam bidang pertanian mampu meningkatkan efisiensi kerja, mengurangi risiko kegagalan panen, serta menekan biaya operasional (Siregar & Rivai, 2019). Sistem berbasis mikrokontroler seperti Arduino terbukti efektif dalam mengatur penyiraman tanaman hidroponik secara otomatis menggunakan sensor kelembaban tanah, maupun dalam mengatur pemberian pakan ikan secara terjadwal dan terukur (Nasution, 2022; Qulub et al., 2023; Widiyanti, 2024). Teknologi ini bersifat low cost, mudah diimplementasikan, dan dapat digunakan oleh masyarakat umum tanpa memerlukan keahlian teknis yang tinggi.

Selain aspek produksi, tantangan lain yang dihadapi masyarakat adalah keterbatasan kemampuan dalam manajemen usaha dan pemasaran hasil budidaya. Minimnya pencatatan data produksi serta kurangnya pemahaman terhadap pemasaran digital menyebabkan hasil produk lokal sulit bersaing di pasar yang lebih luas (Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Kota Surakarta, 2023). Padahal, berbagai studi menunjukkan bahwa digitalisasi usaha mikro dapat meningkatkan efisiensi operasional dan memperluas jangkauan pasar secara signifikan (Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Kota Surakarta, 2023).

Dalam hal ini, penguatan literasi teknologi menjadi kunci. Pengalaman penelitian Qulub (2023) menunjukkan bahwa penerapan teknologi digital dan pelatihan berbasis aplikasi Sistem Ibu dan Anak (SiBA) mampu meningkatkan kemampuan kader kesehatan dalam melakukan pemantauan pertumbuhan anak secara real time. Begitu pula dengan pelatihan rancang bangun alat deteksi kelelahan berbasis audiovisual yang melatih generasi muda memahami mikrokontroler dan elektronika dasar sebagai keterampilan praktis serta wirausaha berbasis teknologi (Qulub, 2023). Kedua contoh tersebut memperlihatkan bagaimana inovasi sederhana yang dekat dengan masyarakat dapat memberi dampak luas melalui peningkatan pengetahuan hingga pemberdayaan ekonomi lokal.

Melalui integrasi teknologi otomasi dan pendekatan pemberdayaan masyarakat, diharapkan sistem budidaya hidroponik dan ikan lele skala rumah tangga dapat berjalan lebih efisien, produktif, dan berkelanjutan. Pendekatan ini juga mendukung beberapa tujuan Sustainable Development Goals (SDGs), antara lain SDG 2 (Tanpa Kelaparan), SDG 9 (Industri, Inovasi, dan Infrastruktur), serta SDG 12 (Produksi dan Konsumsi Berkelanjutan). Dengan demikian, penerapan teknologi otomasi berbasis mikrokontroler dalam urban farming bukan hanya menjadi solusi teknis, tetapi juga langkah nyata dalam meningkatkan ketahanan pangan dan kemandirian ekonomi masyarakat perkotaan (Widiyanti, 2023; Putra, 2021).

Oleh karena itu, kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat Kelurahan Kedurus dalam penerapan teknologi otomasi berbasis mikrokontroler pada sistem budidaya hidroponik dan ikan lele, mengembangkan model pertanian terpadu yang efisien dan mudah dioperasikan, serta mendorong kemandirian ekonomi warga melalui peningkatan produktivitas, efisiensi, dan kemampuan pemasaran digital hasil budidaya (Gustiar, F., 2024). Dengan demikian, penerapan teknologi otomasi berbasis mikrokontroler dalam *urban farming* bukan hanya menjadi solusi teknis, tetapi juga langkah nyata dalam meningkatkan ketahanan pangan, literasi teknologi, dan kemandirian ekonomi masyarakat perkotaan (Nugraha, 2025)

METODE PELAKSANAAN

Metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian ini adalah pendekatan partisipatif, di mana masyarakat tidak hanya menjadi penerima manfaat, tetapi juga dilibatkan aktif dalam setiap tahapan kegiatan. Dengan cara ini, program lebih relevan dengan kebutuhan warga dan memiliki peluang lebih besar untuk berkelanjutan.

Pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui lima tahapan utama sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan dan Koordinasi

Pada tahap awal, tim melakukan koordinasi dengan perangkat kelurahan, kader, dan kelompok masyarakat yang menjadi sasaran kegiatan. Persiapan meliputi perizinan, penyusunan jadwal kegiatan, penyiapan modul pelatihan, serta persiapan alat dan bahan untuk praktik hidroponik dan otomasi pakan lele.

2. Tahap Sosialisasi Program

Kegiatan dilanjutkan dengan sosialisasi kepada masyarakat Kedurus mengenai tujuan program, manfaat yang akan diperoleh, serta penjelasan singkat tentang konsep hidroponik dan budidaya lele dengan dukungan teknologi. Sosialisasi ini dilakukan agar masyarakat memiliki pemahaman awal dan lebih siap mengikuti seluruh rangkaian kegiatan.

3. Tahap Pelatihan dan Workshop

Tahap ini merupakan inti dari kegiatan, di mana peserta mendapatkan pelatihan budidaya hidroponik dan workshop tentang otomasi pakan lele berbasis mikrokontroler. Kegiatan diikuti oleh 30 peserta yang terdiri atas warga, kader kelurahan, dan pemuda setempat. Pelatihan dilaksanakan dengan durasi 2 jam per sesi. Penyampaian materi dilakukan secara sederhana dan praktis, disertai demonstrasi langsung sistem hidroponik dan alat otomasi berbasis Arduino agar masyarakat mudah memahami. Peserta juga diberi kesempatan untuk praktik langsung dalam mebgoperasikan, dan mengatur jadwal pemberian pakan ikan, sehingga ilmu yang diperoleh tidak hanya berhenti pada teori.

4. Tahap Pendampingan dan Implementasi

Setelah pelatihan, masyarakat tidak langsung dilepas, tetapi tetap didampingi oleh tim pelaksana. Pendampingan dilakukan selama empat minggu dengan frekuensi kunjungan dua kali setiap minggu, melibatkan tim dosen dan 5 mahasiswa pendamping. Kegiatan ini bertujuan agar peserta lebih percaya diri dalam menerapkan teknik hidroponik di rumah masing-masing serta mengoperasikan sistem otomasi pakan ikan. Selama tahap ini, sebanyak dua unit prototipe sistem otomasi pakan ikan dan dua sistem hidroponik mini dipasang sebagai model percontohan. Tahap pendampingan ini penting untuk memastikan bahwa teknologi benar-benar dipraktikkan dan tidak berhenti pada kegiatan pelatihan saja..

5. Tahap Evaluasi dan Refleksi

Tahap terakhir adalah evaluasi kegiatan yang dilakukan bersama masyarakat, kader, dan perangkat kelurahan. Evaluasi dilakukan menggunakan kuesioner umpan balik terhadap seluruh peserta untuk menilai tingkat pemahaman dan penerapan teknologi.. Evaluasi juga mencakup identifikasi tantangan yang ditemui di lapangan serta masukan dari peserta untuk pengembangan program selanjutnya. Hasil evaluasi ini menjadi dasar perbaikan sekaligus acuan untuk tahap berikutnya, agar program bisa lebih tepat sasaran dan berkelanjutan.



Gambar 1. Diagram alir metode pelaksanaan Pengabdian Masyarakat

Dengan lima tahapan tersebut, program pengabdian ini diharapkan tidak hanya memberikan ilmu baru, tetapi juga membentuk kebiasaan baru dalam mengelola pangan keluarga. Pendekatan partisipatif menjadikan masyarakat merasa memiliki program, sehingga peluang untuk terus berjalan meski tanpa pendampingan penuh dari tim akan semakin besar.

HASIL KEGIATAN

Kegiatan pengabdian masyarakat di Kelurahan Kedurus dilaksanakan sesuai dengan jadwal dan susunan acara yang telah disusun bersama mitra pada tanggal 4 Agustus 2025. Acara ini bertempat di balai pertemuan Kelurahan Kedurus, yang dipilih karena lokasinya strategis dan representatif sebagai pusat kegiatan masyarakat. Kegiatan diikuti oleh 25 orang peserta, yang terdiri atas perangkat kelurahan, kader, ibu rumah tangga, serta kelompok warga muda yang memiliki ketertarikan terhadap budidaya pangan mandiri. Jumlah peserta tersebut mencerminkan antusiasme masyarakat yang cukup tinggi terhadap inovasi di bidang pertanian perkotaan.

Acara dimulai pukul 08.00 WIB dengan sesi registrasi peserta, di mana para peserta menerima paket materi pelatihan dan alat tulis. Setelah registrasi selesai, kegiatan dilanjutkan dengan acara pembukaan yang diawali dengan menyanyikan lagu Indonesia Raya, diikuti sambutan-sambutan dari pihak kelurahan dan tim pelaksana. Sambutan pertama disampaikan oleh Bapak Lurah Kelurahan Kedurus, yang dalam kesempatan tersebut menyampaikan apresiasi atas terselenggaranya kegiatan ini. Beliau menegaskan bahwa kegiatan pengabdian masyarakat yang mengusung tema inovasi teknologi dalam budidaya pangan mandiri sejalan dengan semangat

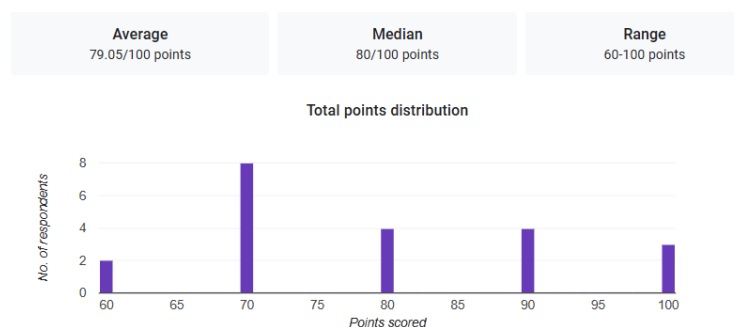
pemerintah kota untuk mendorong kemandirian dan ketahanan pangan keluarga di wilayah perkotaan. Dalam sambutannya, Pak Lurah juga menyoroti pentingnya pemanfaatan lahan sempit di perkotaan agar tetap produktif, serta mengajak warga untuk aktif berpartisipasi dan menularkan pengetahuan yang diperoleh kepada lingkungan sekitar.



Gambar 2. Sambutan Pak Lurah Kelurahan Kedurus

Sambutan berikutnya disampaikan oleh ketua tim pelaksana kegiatan, yang menjelaskan latar belakang dan tujuan program, yaitu untuk meningkatkan literasi teknologi masyarakat melalui pelatihan hidroponik dan otomasi pakan lele berbasis mikrokontroler. Ditekankan pula bahwa kegiatan ini tidak hanya berorientasi pada hasil fisik berupa alat atau instalasi hidroponik, tetapi juga pada pemberdayaan masyarakat agar mampu mengelola dan mengembangkan sistem pertanian modern secara mandiri.

Setelah itu dilakukan *ice breaking* sederhana dan pre-test untuk mengukur pemahaman awal peserta terkait budidaya hidroponik dan pemeliharaan lele. Hasil pre-test menunjukkan bahwa sebagian besar peserta masih memiliki pengetahuan terbatas tentang teknik hidroponik maupun otomasi pakan ikan. Hasil pre-test menunjukkan bahwa rata-rata tingkat pemahaman peserta masih rendah, dengan nilai rata-rata 79,05 dari 100, menandakan bahwa sebagian besar peserta belum mengenal prinsip dasar sistem hidroponik maupun cara kerja mikrokontroler.



Gambar 3. Hasil pre-tes

Sesi Materi I disampaikan oleh Ibu Risnani Pudji Rahayu, S.Agr, yang membawakan topik mengenai budidaya hidroponik. Beliau memperkenalkan konsep dasar hidroponik mulai dari media tanam, jenis nutrisi, sistem aliran air, hingga perawatan tanaman agar tumbuh optimal. Penyampaian materi dilakukan dengan bahasa sederhana sehingga mudah dipahami masyarakat. Peserta juga ditunjukkan contoh instalasi hidroponik sederhana yang bisa dibuat dengan peralatan rumah tangga, sehingga mereka termotivasi untuk mencoba langsung di rumah.



Gambar 4. Pemaparan materi dari Ibu Risnani Pudji Rahayu, S.Agr

Setelah istirahat singkat, kegiatan berlanjut dengan Materi II berupa workshop otomasi pakan lele berbasis mikrokontroler yang dipandu oleh Bapak Franky Chandra Satria Arisgraha, S.T., M.T.. Dalam sesi ini, peserta diperkenalkan pada permasalahan umum budidaya lele, khususnya terkait biaya dan keteraturan pemberian pakan. Beliau menjelaskan prinsip kerja alat otomatisasi pakan ikan, mulai dari desain, pengaturan jadwal, hingga simulasi penggunaannya. Materi ini sangat menarik perhatian peserta karena dianggap langsung menjawab kendala yang sering mereka hadapi.



Gambar 5. Pemaparan materi Pak Franky Chandra Satria Arisgraha, S.T., M.T.

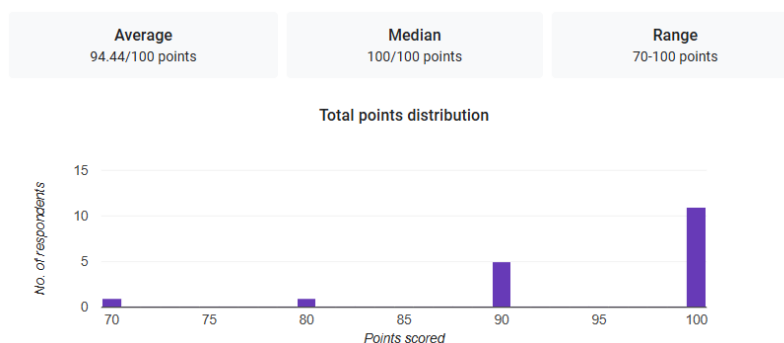
Kegiatan kemudian dilanjutkan dengan sesi diskusi dan tanya jawab. Peserta aktif bertanya mengenai berbagai hal teknis, misalnya cara membuat instalasi

hidroponik dengan biaya terjangkau, bagaimana menjaga tanaman tetap subur, serta langkah-langkah merakit alat otomasi pakan lele agar awet dan mudah digunakan. Tingginya partisipasi ini menunjukkan bahwa materi yang diberikan sangat relevan dengan kebutuhan masyarakat.



Gambar 6. Sesi tanya jawab peserta dengan narasumber

Sebagai penutup, dilakukan post-test untuk mengukur peningkatan pemahaman peserta. Hasilnya menunjukkan peningkatan signifikan dibandingkan pre-test, di mana sebagian besar peserta mampu menjawab dengan benar pertanyaan mengenai teknik hidroponik maupun prinsip kerja otomasi pakan lele. Kegiatan kemudian ditutup dengan pembagian kenang-kenangan serta sesi foto bersama seluruh peserta, narasumber, dan panitia. Berdasarkan hasil post-test, rata-rata nilai meningkat menjadi 94,44 dari 100, atau terjadi peningkatan sebesar 19,47% dibandingkan hasil awal. Sebagian besar peserta mampu menjawab dengan benar pertanyaan mengenai nutrisi tanaman hidroponik, cara merakit sistem pompa otomatis, serta logika pengaturan waktu pada alat pakan lele.



Gambar 7. Hasil Post test

Secara keseluruhan, kegiatan berjalan lancar dan sesuai dengan rencana. Capaian kegiatan ini dapat dirangkum sebagai berikut:

1. Peningkatan pengetahuan peserta mengenai teknik budidaya hidroponik dari materi yang disampaikan oleh Ibu Risnani Pudji Rahayu, S.Agr.
2. Pemahaman baru tentang budidaya lele berbasis teknologi melalui workshop otomasi pakan oleh Bapak Franky Chandra Satria Arisgraha, S.T., M.T.
3. Antusiasme masyarakat yang tinggi, ditunjukkan dengan keaktifan dalam praktik, diskusi, dan tanya jawab.
4. Terbentuknya kelompok warga yang berminat untuk mengembangkan hidroponik dan budidaya lele terpadu sebagai langkah awal menuju kemandirian pangan keluarga.

Program ini juga memberikan dampak nyata terhadap peningkatan literasi teknologi warga. Berdasarkan hasil evaluasi kualitatif, peserta mengaku bahwa pelatihan ini membuka wawasan baru tentang penerapan teknologi sederhana untuk pertanian rumah tangga dan efisiensi sumber daya, terutama dalam hal penghematan air dan pengurangan biaya pakan ikan. Meski pengukuran efisiensi air dan biaya operasional belum dihitung secara numerik, observasi lapangan menunjukkan adanya potensi penghematan yang signifikan setelah sistem otomatisasi digunakan secara penuh.

Dengan capaian ini, kegiatan pengabdian masyarakat di Kelurahan Kedurus dapat dikatakan berhasil mencapai tujuan utama, yaitu meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam penerapan teknologi otomasi berbasis mikrokontroler untuk mendukung ketahanan pangan lokal. Peningkatan nilai pre-test dan post-test menjadi indikator kuantitatif keberhasilan program dalam aspek pembelajaran, sedangkan antusiasme dan partisipasi warga menjadi indikator keberhasilan sosial yang menunjukkan kesiapan masyarakat menuju penerapan teknologi pertanian modern yang berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian masyarakat berjudul "Inovasi Teknologi Otomatisasi Berbasis Mikrokontroler untuk Optimalisasi Budidaya Hidroponik dan Lele sebagai Solusi Ketahanan Pangan di Kelurahan Kedurus" telah berjalan sesuai rencana. Untuk meningkatkan efisiensi budidaya, program ini memperkenalkan metode hidroponik untuk lahan yang lebih kecil dan otomasi pakan lele. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan kesadaran masyarakat tentang teknologi tepat guna; terbentuknya kelompok warga yang berkomitmen untuk mempertahankan praktik budidaya; dan munculnya produk nyata seperti instalasi hidroponik sederhana, modul pendukung, dan prototipe alat otomasi pakan lele. Berdasarkan hasil evaluasi, terjadi peningkatan pengetahuan peserta sebesar 19,47%, dari nilai rata-rata pre-test 79,05 menjadi post-test 94,44, yang menunjukkan efektivitas kegiatan pelatihan dalam meningkatkan pemahaman Masyarakat.

Untuk meningkatkan keuntungan, diperlukan pendampingan rutin, penyempurnaan prototipe, penguatan kelompok warga, replikasi instalasi dengan bahan yang terjangkau, dan pengawasan berkelanjutan. Diharapkan bahwa program ini akan mendorong berdirinya usaha kecil yang bergantung pada hasil panen sayur dan lele. Ini akan menjadi model ketahanan pangan yang dapat diterapkan di daerah perkotaan lainnya. Dengan tindak lanjut yang konsisten, program pengabdian ini diharapkan dapat menjadi model yang bisa direplikasi di wilayah lain, serta menjadi langkah nyata dalam membangun kemandirian pangan masyarakat perkotaan

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pelaksana mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi melalui Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan (Ditjen Risbang) atas dukungan pendanaan hibah pengabdian masyarakat. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak, baik institusi maupun masyarakat, yang telah memberikan dukungan dan berpartisipasi aktif sehingga program ini dapat terlaksana dengan baik dan memberikan manfaat nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Kota Surakarta. (2023). *Kajian digitalisasi IKM dan UMKM Kota Surakarta*. Surakarta: BRIDA Kota Surakarta.
- Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. (2024). *Kecamatan Karang Pilang dalam angka 2024*. Surabaya: BPS Kota Surabaya.
- Gustiar, F., Ria, R. P., Ramadhani, F., Susilawati, & Negara, Z. P. (2024). *Pengembangan sistem budidaya tanaman sayuran secara hidroponik integrasi budidaya ikan untuk mendukung desa mandiri pangan*. Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa, v(1 i 11), 709.
- Nasution, M. I., & Harahap, M. Y. (2022). Rancang bangun pemberian nutrisi otomatis pada budidaya hidroponik berbasis mikrokontroler. *EINSTEIN (e-Journal)*, 21–27.
- Nugraha, F. A., Malihatun, I., Gayatri, S., & Bramantio, B. (2025). *Faktor penggerak digitalisasi Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah di Indonesia: Pendekatan model PEST*. Master: Jurnal Manajemen dan Bisnis Terapan, 5(1).
- Prabowo, R. R., Kusnadi, & Subagio, R. T. (2020). Sistem monitoring dan pemberian pakan otomatis pada budidaya ikan menggunakan Wemos dengan konsep Internet of Things (IoT). *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(6), 11292.
- Putra, A. P., Rulaningtyas, R., & Arisgraha, F. C. (2021). Pelatihan rancang bangun sistem monitoring kondisi air tambak berbasis Internet of Things (IoT) di SMK Perikanan dan Kelautan Kecamatan Puger Kabupaten Jember. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(4).
- Putro, H. S., Imania, I. H., & Gusman, I. N. R. (2024). Aplikasi integrated smart urban farming menggunakan konservasi hidroponik dan budidaya ikan lele dalam

- pemanfaatan lahan tidur di Kelurahan Gading, Surabaya. *Sewagati*, 8(4), 1891–1899.
- Qulub, F., Ain, K., Arifin, M. T., & Rahmania, M. (2023). Pemantauan kasus stunting di Yayasan Ar Rohmah Desa Semanding Kecamatan Dau Kabupaten Malang Jawa Timur melalui sistem Ibu dan Anak (SiBA). *Prosiding PEPADU 2023*. LPPM Universitas Mataram.
- Qulub, F., Ain, K., Putra, A. P., Quendangen, V. A., & Zalda, K. (2023). Edukasi siswa SMA Negeri 1 Kampak Kabupaten Trenggalek Provinsi Jawa Timur melalui pelatihan rancang bangun alat deteksi kelelahan berbasis audiovisual dalam peningkatan mutu kerja dan kesehatan. *Jurnal PEPADU*, 4(2), 238–245.
- Siregar, S. L. H., & Rivai, M. (2019). Monitoring dan kontrol sistem penyemprotan air untuk budidaya aeroponik menggunakan NodeMCU ESP8266. *Jurnal Teknik ITS*, 7(2), B169–B173.
- Sutedjo, A., & Murtini, S. (2021). Dampak pandemi COVID-19 terhadap kondisi sosial ekonomi pedagang keliling di Kelurahan Kedurus Kota Surabaya. *Jurnal Geografi dan Pengajarannya*, 19(1), 25–34.
- Widiyanti, P., Arisgraha, F. C., & Qulub, F. (2024). Pemanfaatan teknologi dalam mewujudkan sustainable and productive life masyarakat Kelurahan Pradah Kalikendal, Kecamatan Dukuh Pakis, Surabaya. *I-Com: Indonesian Community Journal*, 4(4), 2502–2513.
- Widiyanti, P., Qulub, F., Jayadi, A., & Sari, G. M. (2023). Solusi untuk meningkatkan kualitas kerja dan kesehatan di Desa Kare Kecamatan Kare Kabupaten Madiun melalui manajemen kelelahan berbasis audiovisual. *I-Com: Indonesian Community Journal*, 3(4), 2126–2132.