

Penguatan Literasi *Smart Farming* untuk Mendorong Inovasi Pertanian bagi Komunitas Petani Muda di Klaten, Jawa Tengah

Zaenal Abidin*¹, Adhi Kusumastuti², Samsudin Anis³

¹Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Tata Busana, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

³Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

*e-mail: z.abidin@mail.unnes.ac.id¹, adhi_kusumastuti@mail.unnes.ac.id²,
samsudin_anis@mail.unnes.ac.id³

Abstrak

Smart farming memiliki potensi besar untuk mengatasi tantangan efisiensi pertanian dan memastikan ketahanan pangan. Konsep *smart farming* juga menawarkan solusi inovatif untuk mengubah teknik pertanian tradisional dan meningkatkan produktivitas pertanian dengan melibatkan penggunaan teknologi terkini seperti *Internet of Things (IoT)*, *cloud computing*, dan *machine learning*. *Smart farming* mempunyai potensi untuk menarik generasi muda ke bidang pertanian. Kegiatan pengabdian ini melibatkan Komunitas Petani Muda Klaten yang memiliki peran sentral dalam menciptakan inovasi baru di bidang pertanian. Program pengabdian ini fokus pada pendampingan bagi para petani muda untuk mengenal lebih jauh tentang teknologi-teknologi terkini yang dapat digunakan di bidang pertanian, dan penguatan literasi *smart farming*. Hasil pengabdian kepada masyarakat mengindikasikan bahwa 52,08% petani setuju bahwa informasi berkenaan dengan *smart farming* yang disajikan para pengabdian komprehensif, mudah dipahami dan mampu meningkatkan pemahaman mereka tentang *smart farming*. Dari aspek literasi, 58,33% petani setuju bahwa program pendampingan yang dilakukan oleh tim pengabdian efektif meningkatkan literasi *smart farming* mereka, selain itu pemahaman mereka tentang *smart farming* juga semakin bertambah. Sementara itu dari aspek pengembangan keterampilan diperoleh bahwa 47,92% petani setuju bahwa pelatihan tentang implementasi *IoT* yang diberikan tim pengabdian bermanfaat dan bersifat praktis, serta meningkatkan keterampilan teknis mereka dalam teknologi *smart farming*.

Kata kunci: *IoT*, Pertanian, Petani Muda, *Smart Farming*

Abstract

Smart farming has great potential to address the challenges of agricultural efficiency and ensure food security. *Smart farming* concept also offers innovative solutions to transform traditional farming techniques and increase agricultural productivity by applying the latest technologies such as the *Internet of Things (IoT)*, *cloud computing*, and *machine learning*. *Smart farming* has the potential to attract the younger generation to the agricultural sector. The Klaten Young Farmers Community which has a central role in creating new innovations in the agricultural sector was involved. This program focused on mentoring them on the applicability of the latest technologies in agriculture and strengthening *smart farming* literacy. The results indicated that 52.08% of farmers agreed that the information regarding *smart farming* presented by the community service workers was comprehensive, easy to understand and able to increase their understanding of *smart farming*. In terms of literacy, 58.33% of farmers agreed that the mentoring program was effective in increasing their *smart farming* literacy. Moreover, their understanding of *smart farming* also increased. Meanwhile, from the aspect of skills development, it was found that 47.92% of farmers agreed that the training on *IoT* implementation was useful and practical, and improved their technical skills in *smart farming* technology.

Keywords: *Farming, IoT, Smart Farming, Young Farmer*

1. PENDAHULUAN

Smart farming memiliki potensi besar untuk mengatasi tantangan efisiensi pertanian dan memastikan ketahanan pangan (Defranco *et al.*, 2023; Kalaiselvi *et al.*, 2023). Hal ini melibatkan penggunaan teknologi seperti *Internet of Things (IoT)* (Doshi *et al.*, 2019; Zamora-Izquierdo *et al.*, 2019), komputasi awan (Mekala & Viswanathan, 2017; Paraforos & Griepentrog,

2021), pembelajaran mesin, dan pertanian presisi untuk mengoptimalkan produksi pertanian (Prajapati *et al.*, 2023). *Smart farming* memungkinkan petani memantau tanaman dari jarak jauh menggunakan jaringan sensor nirkabel dan membuat keputusan berdasarkan data untuk pengelolaan yang lebih baik (Javaid *et al.*, 2022; Visconti *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2018) dan meningkatkan efisiensi operasional dan mengoptimalkan hasil panen (Güven *et al.*, 2023; Said Mohamed *et al.*, 2021).

Secara keseluruhan, *smart farming* menawarkan solusi inovatif untuk mengubah teknik pertanian tradisional dan meningkatkan produktivitas pertanian (Prajapati *et al.*, 2023). Selain itu *smart farming* juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan (MacPherson *et al.*, 2022). Dengan mengurangi penggunaan bahan kimia yang berlebihan dan mengoptimalkan manajemen sumber daya, pertanian menjadi lebih ramah lingkungan. Dengan berkembangnya teknologi, *smart farming* akan terus memainkan peran kunci dalam membentuk masa depan pertanian yang cerdas dan berkelanjutan (Clapp & Ruder, 2020; Giua *et al.*, 2022; Klerkx *et al.*, 2019).

Smart farming mempunyai potensi untuk menarik generasi muda ke bidang pertanian, namun terbatasnya informasi telah menghambat para generasi muda ini dalam menerapkan praktik *smart farming* (Alimad *et al.*, 2024; Jansuwan & Zander, 2021).

Di Jawa Tengah, banyak sekali komunitas petani muda yang telah terbentuk, salah satunya adalah Komunitas Petani Muda Klaten (KPMK). KPMK adalah sebuah komunitas yang terbentuk atas keprihatian lima pemuda asal Klaten melihat bahwa minat anak muda di bidang pertanian di Klaten semakin berkurang. Sementara di Klaten sendiri banyak sekali lahan kosong yang tidak digarap. Berdasarkan Sensus Pertanian 2023 (BPS, 2023) disebutkan bahwa jumlah petani milenial yang berumur 19-39 tahun ada sekitar 21,93% dari total petani di Indonesia. Angka ini tumbuh cukup signifikan setelah sebelumnya pada saat Komunitas Petani Muda Klaten terbentuk, jumlah petani milenial masih 8%. Keberadaan petani muda ini cukup sentral, karena menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor 04 Tahun 2019 (Kementerian Pertanian, 2019), mereka punya andil dalam menyukseskan Gerakan Pembangunan Sumber Daya Manusia Pertanian menuju lumbung pangan dunia 2045.



Gambar 1. Infografis data anggota, kegiatan dan wilayah kerja Komunitas Petani Muda Klaten (Petani Muda Klaten, 2021)

Komunitas Petani Muda Klaten bertujuan untuk mencetak 1.000 petani muda produktif yang mampu menjadi produsen pangan berskala nasional. Untuk mencapai visi tersebut, KPMK telah menjabarkan tiga misi utama: (1) mendorong pemuda Klaten untuk bertani; (2) memberikan pelatihan dan pendampingan penerapan teknologi pertanian; dan (3) meningkatkan kesejahteraan petani melalui peningkatan proses produksi dan distribusi. Semboyan motivasi mereka, "Petani Keren, Petani Sukses, dan Petani Kaya," mencerminkan komitmen mereka untuk menjadikan pertanian menarik dan menguntungkan.

Hingga 2 September 2022, komunitas ini memiliki 317 anggota (lihat Gambar 1), dan menurut informasi terkini dari Ketua Komunitas, keanggotaannya telah berkembang menjadi lebih dari 400. Program yang mereka jalankan meliputi Ngobrol Pertanian (Ngoper), Atraksi, Pendampingan, dan Pelatihan, yang tersebar di empat wilayah kerja—Kecamatan Tulung, Polanharjo, Jatinom, Gantiwarno, dan Cawas—serta tujuh desa binaan. Fokus program-program ini sebagian besar adalah pendampingan, berbagi pengetahuan, dan memfasilitasi peningkatan produksi dan distribusi pertanian. Mereka juga melakukan kegiatan penyadaran terkait pengelolaan limbah bekerja sama dengan berbagai pemangku kepentingan.

Meskipun berbagai kegiatan telah dilakukan, KPMK belum sepenuhnya mengintegrasikan teknologi pertanian cerdas ke dalam program-programnya. Kesenjangan ini diakui oleh Ketua Komunitas dalam percakapan dengan tim pengabdian masyarakat UNNES, yang mengungkapkan bahwa meskipun mereka bekerja sama dengan mitra universitas, fokus utamanya adalah pada pengetahuan pertanian. Diskusi tentang pertanian cerdas, khususnya pada tingkat teknis, masih minim. Tinjauan situs web KPMK selanjutnya menunjukkan bahwa tidak ada kegiatan yang secara khusus ditujukan untuk memperkenalkan pertanian cerdas yang telah didokumentasikan.

Untuk mengatasi keterbatasan ini dan untuk memastikan bahwa anggota KPMK dibekali dengan pengetahuan tentang pertanian cerdas, dilakukan kegiatan berikut: (1) memberikan bantuan kepada anggota muda KPMK untuk memperdalam pemahaman mereka tentang teknologi terkini yang mendukung transformasi pertanian, (2) memperkuat literasi pertanian cerdas melalui program terpadu dalam kegiatan KPMK yang ada, dan (3) menawarkan pelatihan tentang perancangan sistem berbasis IoT dan teknologi cerdas yang mendukung pertanian cerdas.

2. METODE

Kegiatan pendampingan penguatan literasi pertanian cerdas dilakukan secara luring bersama Komunitas Petani Muda Klaten di Desa Bono, Kecamatan Tulung, Klaten. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini terdiri dari lima tahap seperti ditunjukkan pada Gambar 2, dengan rincian sebagai berikut:

a. Tahap Persiapan

Pada tahap ini, tim pengabdian akan menyiapkan semua bahan dan peralatan yang diperlukan untuk kegiatan, meliputi:

- 1) Penyiapan perangkat produk pertanian cerdas berbasis *IoT* dan peralatan pendukungnya.
- 2) Penyusunan materi pendampingan yang mencakup teknologi baru dan literasi pertanian cerdas.

Tahap persiapan diperkirakan memakan waktu dua minggu untuk memastikan semua komponen siap untuk sesi praktik.

b. Tahap Pelaksanaan Pengabdian Kepada Masyarakat

Tahap ini terdiri dari beberapa kegiatan, yang masing-masing dirancang untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta dalam pertanian cerdas:

1) Pengenalan Teknologi Baru

Dengan durasi selama 1 hari, peserta diperkenalkan dengan berbagai teknologi baru yang sedang mengubah pertanian. Teknologi ini mencakup sensor pintar, alat otomasi, dan inovasi dalam analisis data untuk pertanian.

2) Penguatan Literasi Pertanian Cerdas

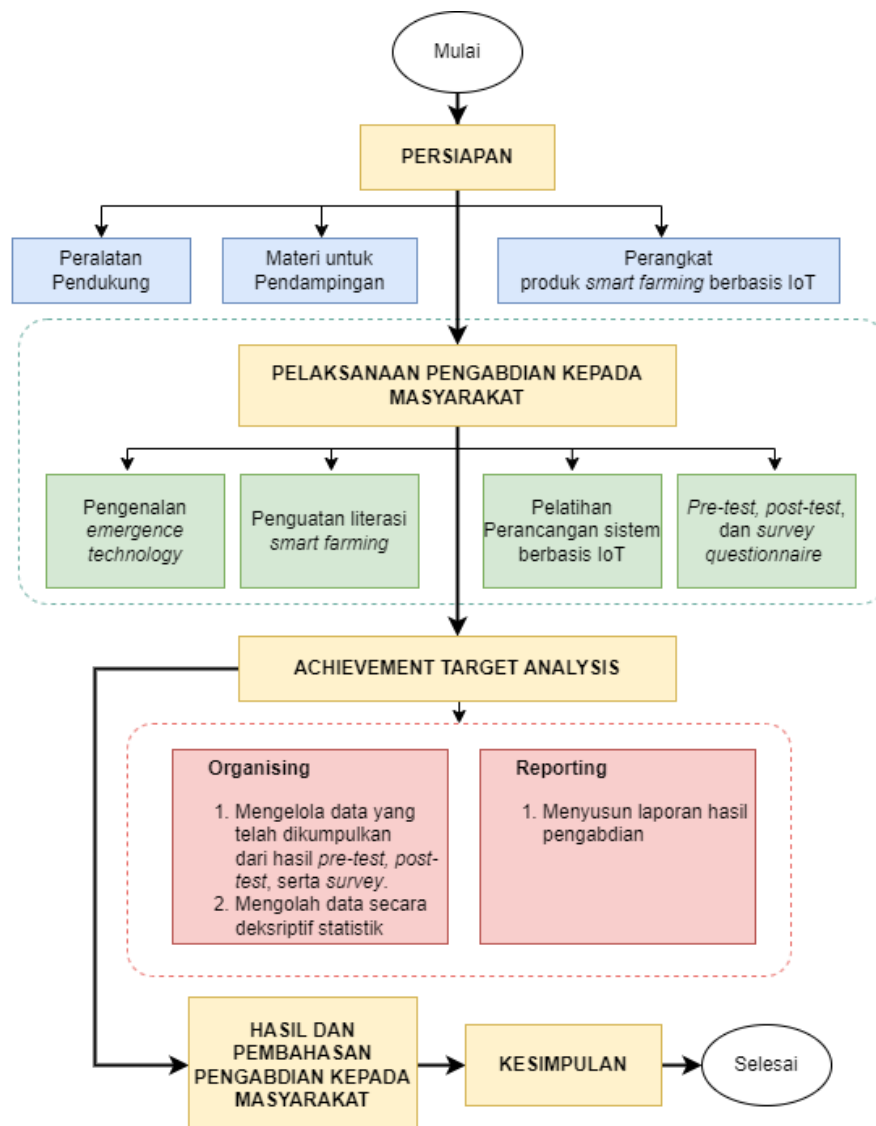
Dengan durasi selama 2 hari, sesi ini berfokus pada pengenalan konsep pertanian cerdas, dengan penekanan khusus pada sistem pemantauan tanaman menggunakan perangkat nirkabel. Peserta mempelajari bagaimana teknologi ini dapat mengoptimalkan praktik pertanian.

3) Desain Sistem Berbasis IoT

Dalam sesi praktik selama 3 hari ini, peserta bekerja langsung dengan perangkat IoT yang disiapkan oleh tim layanan. Mereka berlatih merancang dan merakit sistem pemantauan tanaman dasar, memperoleh pengalaman praktis dengan teknologi tersebut.

4) Kuesioner Pra-Uji, Pasca-Uji, dan Survei

Pra-uji dilakukan sebelum kegiatan dimulai untuk menilai pengetahuan dasar peserta tentang teknologi pertanian cerdas. Pada akhir program, kuesioner pasca-uji dan survei diberikan untuk mengukur peningkatan pengetahuan dan mengumpulkan umpan balik tentang program ini.



Gambar 2. Diagram alir metode pelaksanaan

c. Tahap Analisis Pencapaian Target

Pada tahap ini, data yang dikumpulkan dari pra-uji, pasca-uji, dan survei dianalisis untuk mengukur keberhasilan program:

1) Organisasi Data

Data yang dikumpulkan akan diatur dan dikategorikan secara sistematis.

2) Pengolahan Data

Statistik deskriptif digunakan untuk menganalisis kemajuan peserta, membandingkan hasil pra-tes dan pasca-tes untuk menilai peningkatan literasi dan keterampilan pertanian cerdas.

- d. Tahap Penyusunan Hasil dan Diskusi
Tahap ini melibatkan penyusunan laporan terperinci tentang hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Laporan akan mencakup interpretasi data statistik untuk memahami dampak kegiatan terhadap pengetahuan dan keterampilan peserta.
- e. Tahap Penarikan Kesimpulan
Tahap akhir dilakukan untuk menarik kesimpulan dari analisis data. Tahap ini melibatkan meringkas keberhasilan program secara keseluruhan dan mengidentifikasi hal-hal penting untuk perbaikan di masa mendatang. Wawasan dari program akan digunakan untuk menyempurnakan kegiatan pengabdian kepada masyarakat di masa mendatang.
- f. Evaluasi Keberhasilan
Keberhasilan program dievaluasi menggunakan kombinasi metode:
 - 1) Perbandingan Pra-Tes dan Pasca-Tes:
Peningkatan literasi pertanian cerdas peserta dievaluasi dengan membandingkan hasil pra-tes dan pasca-tes.
 - 2) Observasi Langsung:
Tim layanan mengamati peserta selama aktivitas perancangan sistem berbasis IoT untuk menilai kemampuan mereka dalam menerapkan pengetahuan dalam praktik.
 - 3) Wawancara:
Wawancara mendalam dengan peserta terpilih dilakukan untuk mengumpulkan wawasan kualitatif tentang dampak pelatihan terhadap praktik pertanian mereka.

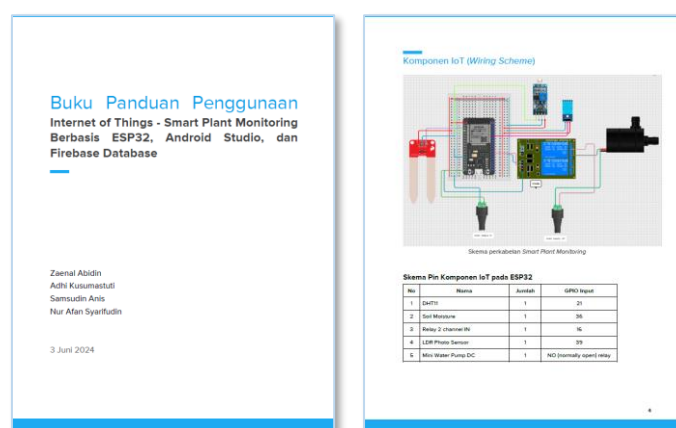
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan ini tim pengabdian menyiapkan berbagai keperluan yang akan digunakan untuk kegiatan pengabdian kepada masyarakat meliputi persiapan peralatan pendukung, persiapan materi pendampingan, dan persiapan semua komponen untuk perangkat produk *smart farming* berbasis IoT.



Gambar 3. Ujicoba prototipe *Smart Plant Monitoring* berbasis ESP32



Gambar 4. Cover dan salah satu halaman yang ada dalam buku panduan

Pada tahap ini, dikembangkan prototipe Smart Plant Monitoring berbasis ESP32. Uji coba internal dilakukan untuk memastikan bahwa prototipe yang dikembangkan bisa berfungsi sesuai yang diharapkan. Prototipe *Smart Plant Monitoring* berbasis ESP32 dapat dilihat pada Gambar 3.

Dalam tahap ini sebuah buku berjudul “Buku Panduan Penggunaan *Internet of Things - Smart Plant Monitoring* Berbasis ESP32, Android Studio, dan Firebase Database” telah disusun (lihat Gambar 4). Buku ini digunakan sebagai petunjuk teknis cara kerja penggunaan prototipe *Smart Palnt Monitoring* yang telah kami kembangkan. Di dalam buku tersebut memuat instruksi teknis penggunaan alat, dan juga pengenalan komponen yang digunakan dalam *Smart Plant Monitoring*.

3.2. Tahap Pengabdian Kepada Masyarakat

Pada tahap pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilakukan beberapa kali diskusi dan koordinasi dengan mitra Komunitas Petani Muda Klaten (KPMK). Komunikasi awal dilakukan pada tanggal 23, 29, dan 30 Desember 2023 bersama dengan Ketua KPMK, Bapak Muhammad Ichsan. Komunikasi ini dilakukan untuk mengkonfirmasi apakah topik *smart farming* telah dilakukan di komunitas tani di Desa Bono, Kecamatan Tulung, Klaten. Hasil konfirmasi ini selanjutnya digunakan untuk menyusun agenda utama yaitu penguatan literasi *smart farming* kepada KPMK.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dikemas dalam kegiatan *sharing session* sesuai dengan agenda dari KPMK yang merupakan agenda rutin untuk bertukar informasi seputar pertanian. Kegiatan dilaksanakan di Basecamp Ngawen sekaligus peresmian basecamp baru KPMK.

Dalam kegiatan ini para petani peserta kegiatan *sharing session* diberikan dua materi. Materi pertama adalah pengenalan ragam teknologi terkini yang dapat dimanfaatkan di dunia pertanian, seperti sensor, robotika, IoT, *cloud computing*, *artificial intelligence*, *data analytics*, *machine learning*, dan *decision support systems*. Pengenalan berbagai teknologi ini bertujuan untuk meningkatkan literasi petani terkait dengan *smart farming*.



Gambar 5. Praktik menggunakan prototipe *Smart Plant Monitoring*

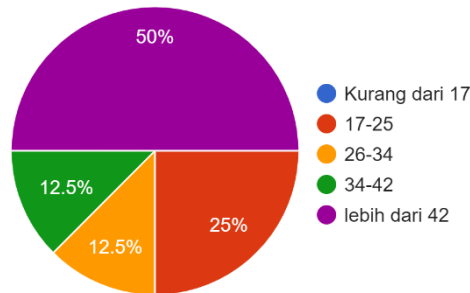
Materi kedua adalah pengenalan teknis komponen-komponen yang ada pada prototipe *Smart Plant Monitoring*. Para petani dikenalkan dengan semua komponen sistem yang telah direkit menjadi *Smart Plant Monitoring*. Selanjutnya mereka diajak untuk mempraktikkan secara langsung bagaimana prototipe *Smart Plant Monitoring* bekerja (lihat Gambar 5).

3.3. Tahap Evaluasi dan Umpan Balik

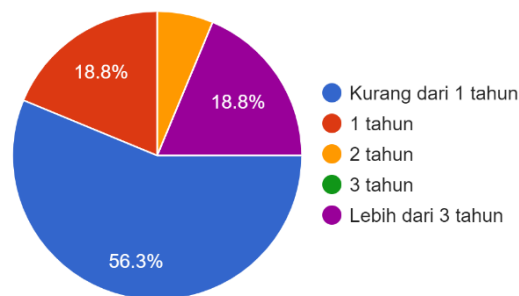
Pada tahap ini, pengabdi menggali sejauh mana persepsi petani terhadap hasil kegiatan pendampingan yang telah dilakukan. Sebuah angket yang telah dikemas dalam Google Form diberikan kepada para petani diakhir kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Dari 20 peserta yang hadir, hanya 16 peserta yang mengisi angket secara lengkap. Angket terdiri dari tiga bagian, yaitu (a) **demografi informasi** (jenis kelamin, rentang usia responden dan lama bergabung dalam komunitas); (b) **pernyataan *close-ended question*** yang dibagi menjadi tiga bagian: akses informasi (3 item), literasi *smart farming* (3 items), dan pengembangan keterampilan (3 items); dan (c) **evaluasi program secara keseluruhan**.

3.3.1. Demografi Informasi

Informasi demografi peserta pengabdian ditunjukkan pada Gambar 6. Jumlah responden petani laki-laki yang ikut serta dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat adalah 56,25% (N = 9), sedangkan jumlah responden petani perempuan adalah 43,75% (N = 7). Sementara itu setengah dari jumlah responden yang terlibat dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini berusia lebih dari 42 tahun (50% atau N = 8), dan 25% berusia 17-25 tahun. Gambar 7 menunjukkan bahwa mayoritas dari mereka kurang dari 1 tahun bergabung dalam KPMK (56,3% atau N = 9). Sementara yang telah bergabung dalam KPMK selama setahun dan lebih dari tiga tahun sama adalah sebesar 18,8% (N = 3), dan 6,3% (N = 1) telah bergabung di KPMK selama 2 tahun.



Gambar 6. Rasio usia responden yang terlibat dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat



Gambar 7. Rasio masa keanggotaan di KPMK

3.3.2. Akses Informasi, Literasi Smart Farming, dan Pengembangan Keterampilan

Aspek informasi dalam kajian ini adalah menelaah persepsi responden terhadap informasi berkenaan teknologi baru di bidang pertanian yang dikenalkan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Aspek literasi *smart farming* membahas tentang seberapa besar persepsi responden terhadap kemampuan literasi mereka setelah mengikuti kegiatan ini. Aspek pengembangan keterampilan mengukur persepsi responden terhadap keterampilan yang mereka rasakan setelah mengikuti kegiatan ini. Sementara itu, pada bagian evaluasi mengukur persepsi responden atas kebermanfaatannya kegiatan ini untuk masyarakat khususnya Kelompok Petani Muda Klaten.

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh bahwa secara akumulatif rata-rata untuk aspek informasi 52,08% petani setuju bahwa informasi berkenaan dengan *smart farming* yang disajikan para pengabdian komprehensif, mudah dipahami dan mampu meningkatkan pemahaman mereka tentang *smart farming*. Dari aspek literasi *smart farming*, 58,33% petani setuju bahwa program pendampingan yang dilakukan oleh tim pengabdian efektif meningkatkan literasi *smart farming* mereka, selain itu pemahaman mereka tentang *smart farming* juga semakin bertambah. Sementara itu dari aspek pengembangan keterampilan diperoleh bahwa 47,92% petani setuju bahwa pelatihan tentang implementasi IoT yang diberikan tim pengabdian bermanfaat dan bersifat praktis, serta meningkatkan keterampilan teknis mereka dalam teknologi *smart farming*.

Tabel 1. Hasil analisis tiga aspek

Kode	Pernyataan	Sangat Tidak Setuju	Tidak Setuju	Netral	Setuju	Sangat Setuju
AI1	Pengenalan terhadap teknologi baru telah meningkatkan pemahaman saya tentang transformasi pertanian secara signifikan.	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	7 (43,75%)	9 (56,25%)
AI2	Saya sekarang merasa mendapat informasi lengkap tentang teknologi terbaru yang mendukung <i>Smart Farming</i> .	0 (0%)	0 (0%)	2 (12,5%)	9 (56,25%)	5 (31,25%)
AI3	Informasi yang diberikan selama program ini komprehensif dan mudah dipahami.	0 (0%)	0 (0%)	3 (18,75%)	9 (56,25%)	4 (25%)
SF1	Program terpadu telah secara efektif meningkatkan literasi saya dalam <i>Smart Farming</i> .	0 (0%)	0 (0%)	1 (6,25%)	9 (56,25%)	6 (37,5%)
SF2	Saya merasa yakin dengan pengetahuan saya tentang praktik dan teknologi <i>Smart Farming</i> .	0 (0%)	1 (6,25%)	3 (18,75%)	9 (56,25%)	3 (18,75%)
SF3	Program ini telah memberi saya sumber daya yang berharga untuk meningkatkan pemahaman saya tentang <i>Smart Farming</i> .	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	10 (62,5%)	6 (37,5%)
PK1	Pelatihan tentang IoT dan desain sistem cerdas bersifat praktis dan bermanfaat.	0 (0%)	0 (0%)	3 (18,75%)	8 (50%)	5 (31,25%)
PK2	Saya mampu merakit perangkat berbasis IoT untuk aplikasi pertanian cerdas.	1 (6,25%)	3 (18,75%)	3 (18,75%)	5 (31,25%)	4 (25%)
PK3	Sesi pelatihan langsung telah meningkatkan keterampilan teknis saya dalam teknologi <i>Smart Farming</i> .	0 (0%)	2 (12,5%)	1 (6,25%)	10 (62,5%)	3 (18,75%)
EV1	Secara keseluruhan, program ini telah memenuhi harapan saya dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan saya dalam <i>Smart Farming</i> .	0 (0%)	0 (0%)	2 (12,5%)	12 (75%)	2 (12,5%)
EV2	Saya akan merekomendasikan program ini kepada petani muda lainnya yang tertarik dengan <i>Smart Farming</i> .	0 (0%)	1 (6,25%)	1 (6,25%)	11 (68,75%)	3 (18,75%)

Keterangan: AI = aspek informasi, SF = literasi *smart farming*, PK = pengembangan keterampilan, dan EV= evaluasi dan umpan balik

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang bertujuan untuk memperkuat literasi pertanian cerdas di kalangan Komunitas Petani Muda Klaten telah berhasil dilaksanakan. Para petani diperkenalkan dengan konsep pertanian cerdas melalui demonstrasi praktis menggunakan teknologi IoT, khususnya prototipe pemantauan tanaman cerdas berbasis ESP32, yang berfungsi sebagai alat simulasi langsung. Paparan ini memberikan wawasan berharga kepada para peserta tentang penggunaan teknologi dalam manajemen pertanian, yang menjadi dasar bagi inovasi masa depan dalam praktik pertanian mereka.

Hasil penting dari kegiatan ini adalah partisipasi tidak hanya petani muda tetapi juga petani yang lebih berpengalaman, termasuk petani melon dan anggota komunitas petani

perempuan, yang dikategorikan sebagai petani senior. Keterlibatan mereka sangat berdampak, karena pengalaman mereka yang luas dalam manajemen pertanian di wilayah Klaten melengkapi pengetahuan teknis yang diberikan melalui program ini. Kolaborasi antara petani muda dan petani senior ini merupakan langkah penting menuju modernisasi pertanian di Klaten. Upaya mendorong kemitraan dapat membantu menjembatani kesenjangan antara metode pertanian tradisional dan pendekatan modern yang digerakkan oleh teknologi.

Hasil dari kegiatan pengabdian ini menunjukkan bahwa teknologi pertanian cerdas berpotensi diadopsi oleh petani muda di Klaten, terutama dengan dukungan dan pendampingan yang berkelanjutan. Pada masa yang akan datang, penting untuk mengembangkan hasil tersebut melalui pengembangan program pelatihan yang lebih maju yang berfokus pada penerapan praktis alat pertanian cerdas. Lebih jauh lagi, untuk mempercepat penerapan teknologi, perlu mengintegrasikan petani senior ke dalam inisiatif ini, sehingga meningkatkan produktivitas pertanian secara keseluruhan di wilayah tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Negeri Semarang yang telah memberi dukungan *financial* terhadap pengabdian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimad, N., Al-Tawaha, A. R. M., Thangadurai, D., Sangeetha, J., & Chavan, V. S. (2024). Mitigating climate change and ensuring food security through application of mycorrhiza in the climatesmart farming system. In *Mycorrhizal technology: Managing plant stress and mitigating climate change using mycorrhizae* (pp. 237-251). Apple Academic Press. <https://doi.org/10.1201/9781003429708-16>
- BPS. (2023, 4 Desember 2023). *Hasil pencacahan lengkap sensus pertanian 2023 - tahap i*. Retrieved 15 Januari from <https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2023/12/04/2050/hasil-pencacahan-lengkap-sensus-pertanian-2023---tahap-i.html>
- Clapp, J., & Ruder, S.-L. (2020). Precision technologies for agriculture: Digital farming, gene-edited crops, and the politics of sustainability. *Global Environmental Politics*, 20(3), 49-69. https://doi.org/10.1162/glep_a_00566
- Defranco, J. F., Kshetri, N., & Voas, J. (2023). 'Sensing' the farm [Review]. *Computer*, 56(10), 108-112. <https://doi.org/10.1109/MC.2023.3296762>
- Doshi, J., Patel, T., & Bharti, S. k. (2019). Smart farming using iot, a solution for optimally monitoring farming conditions. *Procedia Computer Science*, 160, 746-751. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.016>
- Giua, C., Materia, V. C., & Camanzi, L. (2022). Smart farming technologies adoption: Which factors play a role in the digital transition? *Technology in Society*, 68, 101869. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101869>
- Güven, B., Baz, İ., Kocaoğlu, B., Toprak, E., Barkana, D. E., & Özdemir, B. S. (2023). Smart farming technologies for sustainable agriculture: From food to energy. In *A sustainable green future: Perspectives on energy, economy, industry, cities and environment* (pp. 481-506). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-24942-6_22
- Jansuwan, P., & Zander, K. K. (2021). Getting young people to farm: How effective is thailand's young smart farmer programme? *Sustainability*, 13(21), 11611. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/21/11611>
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., & Suman, R. (2022). Enhancing smart farming through the applications of agriculture 4.0 technologies. *International Journal of Intelligent Networks*, 3, 150-164. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijin.2022.09.004>

- Kalaiselvi, K., Anand, A. J., Tanwar, P., & Raza, H. (2023). *Advanced technologies for smart agriculture* [Book]. River Publishers. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85175667430&partnerID=40&md5=84de07b78b2a6a6cf8cf319a3fbd40d>
- Kementerian Pertanian. (2019). *Peraturan menteri pertanian nomor 04 tahun 2019 tentang pedoman gerakan pembangunan sumber daya manusia pertanian menuju lumbung pangan dunia 2045*. Jakarta
- Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 90-91, 100315. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- MacPherson, J., Voglhuber-Slavinsky, A., Olbrisch, M., Schöbel, P., Dönitz, E., Mouratiadou, I., & Helming, K. (2022). Future agricultural systems and the role of digitalization for achieving sustainability goals. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(4), 70. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00792-6>
- Mekala, M. S., & Viswanathan, P. (2017, 10-11 Feb. 2017). A novel technology for smart agriculture based on iot with cloud computing. 2017 International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC),
- Paraforos, D. S., & Griepentrog, H. W. (2021). Digital farming and field robotics: Internet of things, cloud computing, and big data. In M. Karkee & Q. Zhang (Eds.), *Fundamentals of agricultural and field robotics* (pp. 365-385). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-70400-1_14
- Petani Muda Klaten. (2021). *Profil: Komunitas petani muda klaten*. <https://www.petanimudaklaten.org/p/profil.html>
- Prajapati, J. B., Barad, R., Patel, M. B., Saini, K., Prajapati, D., & Engineer, P. (2023). Smart farming ingredients: Iot sensors, software, connectivity, data analytics, robots, drones, gis-gps. In *Applying drone technologies and robotics for agricultural sustainability* (pp. 31-49). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-6413-7.ch003>
- Said Mohamed, E., Belal, A. A., Kotb Abd-Elmabod, S., El-Shirbeny, M. A., Gad, A., & Zahran, M. B. (2021). Smart farming for improving agricultural management. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 24(3, Part 2), 971-981. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2021.08.007>
- Visconti, P., de Fazio, R., Velázquez, R., Del-Valle-Soto, C., & Giannoccaro, N. I. (2020). Development of sensors-based agri-food traceability system remotely managed by a software platform for optimized farm management. *Sensors*, 20(13), 3632. <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/13/3632>
- Zamora-Izquierdo, M. A., Santa, J., Martínez, J. A., Martínez, V., & Skarmeta, A. F. (2019). Smart farming iot platform based on edge and cloud computing. *Biosystems Engineering*, 177, 4-17. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2018.10.014>
- Zhang, L., Dabipi, I. K., & Brown Jr., W. L. (2018). Internet of things applications for agriculture. In *Internet of things a to z* (pp. 507-528). <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9781119456735.ch18>