



Transformasi Pertanian Lahan Kering melalui Sistem Hortikultura Organik Berteknologi Digital di Desa Abangsongan-Kintamani

Ida Bagus Putu Mardana^{1*}, I Nengah Edi Budiarta², Ida Bagus Putu Putra Mahartana³, Gede Darmika Yasa⁴, Gede Arya Amerta⁵, I Komang Restu Widi Artha⁶, Anak Agung Gde Suyoga Wiguna⁷, Ni Kadek Cinta Eka Putri Jayanti⁸, Putu Vina Febryanti⁹

¹⁻⁹ Universitas Pendidikan Ganesha, Bali, Indonesia

*Corresponding author: putu.mardana@undiksha.ac.id

Received 30-04-2026

Revised 10-05-2026

Published 10-06-2026

ABSTRAK

Desa Abangsongan, Kintamani, memiliki potensi hortikultura lahan kering yang besar, namun menghadapi keterbatasan air, rendahnya adopsi teknologi, serta lemahnya manajemen usaha tani. Kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan kapasitas dan produktivitas petani melalui penerapan smart farming hortikultura organik berbasis Internet of Things (IoT) dan energi surya. Metode yang digunakan adalah Participatory Action Learning System (PALS) melalui tahapan penyadaran, penguatan kapasitas, implementasi teknologi, pendampingan, evaluasi, dan penguatan kelembagaan. Program meliputi instalasi irigasi sprinkle otomatis berbasis IoT, pengembangan demplot polikultur, pelatihan pengolahan hasil, serta pemasaran digital. Hasil menunjukkan peningkatan kapasitas mitra sebesar 53,3% dan efisiensi biaya penyiraman hingga Rp1.500.000 per siklus. Novelty program terletak pada integrasi smart irrigation, energi terbarukan, dan pemberdayaan partisipatif yang berpotensi direplikasi secara berkelanjutan pada kawasan hortikultura lahan kering lainnya.

Kata kunci: *Smart farming; Irigasi IoT; Hortikultura lahan kering; Pemberdayaan petani*

ABSTRACT

Abangsongan Village, Kintamani, has significant potential for dryland horticulture development; however, limited water availability, low technology adoption, and weak farm management remain major constraints. This community service program aimed to improve farmers' capacity and productivity through the implementation of organic smart farming based on the Internet of Things (IoT) and solar energy. The program applied the Participatory Action Learning System (PALS) approach through awareness building, capacity strengthening, technology implementation, mentoring, evaluation, and institutional reinforcement. Activities included the installation of an IoT-based automatic sprinkler irrigation system, development of polyculture demonstration plots, post-harvest processing training, and digital marketing assistance. The results showed a 53.3% increase in farmers' capacity and irrigation cost savings of up to IDR 1,500,000 per production cycle. The novelty of this program lies in integrating smart irrigation, renewable energy, and participatory empowerment, making it adaptable for sustainable dryland horticulture development in other rural areas.

Keywords: *Smart farming; IoT irrigation; Dryland horticulture; Farmer empowerment*



PENDAHULUAN

Desa Abangsongan, Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli, merupakan wilayah perbukitan dengan karakteristik agraris yang didominasi sektor hortikultura, khususnya cabai, tomat, dan bawang merah. Desa ini memiliki luas wilayah sekitar 1.433 Ha yang terbagi ke dalam enam banjar dengan jumlah penduduk mencapai 2.877 jiwa. Sebagian besar masyarakat menggantungkan mata pencaharian pada sektor pertanian dengan pola budidaya yang masih bergantung pada kondisi iklim dan ketersediaan air. Kondisi geografis pada ketinggian ± 850 mdpl dengan curah hujan relatif rendah menyebabkan wilayah ini tergolong lahan kering, sehingga kebutuhan air menjadi faktor utama yang menentukan keberhasilan produksi hortikultura (Desa Abangsongan, 2026). Salah satu kelompok tani aktif di desa ini adalah Poktan Merta Sari yang mampu menghasilkan 25–35 ton hortikultura per musim tanam. Meskipun memiliki potensi produksi yang tinggi, pendapatan petani masih relatif rendah akibat tingginya biaya operasional, khususnya pada sistem penyiraman dan penggunaan input produksi konvensional.

Permasalahan utama mitra tidak hanya terletak pada keterbatasan irigasi, tetapi juga rendahnya pemanfaatan teknologi pertanian, tingginya ketergantungan terhadap pupuk kimia, lemahnya pengelolaan usaha tani, serta belum optimalnya pemasaran hasil pertanian. Sistem penyiraman yang masih dilakukan secara manual menyebabkan penggunaan air dan tenaga kerja menjadi tidak efisien, terutama saat musim kemarau. Kondisi ini berdampak pada meningkatnya biaya produksi dan tidak stabilnya produktivitas tanaman (Adnyana et al., 2025). Selain itu, sebagian besar hasil panen masih dijual dalam bentuk segar tanpa pengolahan lanjutan, sehingga nilai tambah produk relatif rendah. Dari sisi kelembagaan, kemampuan manajemen usaha dan pemasaran digital petani juga masih terbatas, sehingga akses pasar belum berkembang secara optimal (Budiarta et al., 2024).

Berbagai penelitian dan kegiatan pengabdian sebelumnya telah mengembangkan sistem smart farming berbasis IoT pada sektor hortikultura, seperti penerapan sistem penyiraman otomatis dan monitoring lahan digital (Irawan et al., 2022; Hadi et al., 2023). Namun, sebagian besar program tersebut masih berfokus pada aspek teknologi secara parsial dan belum mengintegrasikan pendekatan pemberdayaan masyarakat, diversifikasi produk, penguatan kelembagaan, serta pemanfaatan energi terbarukan dalam satu sistem terpadu. Selain itu, implementasi teknologi pada kawasan lahan kering di wilayah perbukitan masih menghadapi tantangan keberlanjutan karena keterbatasan pendampingan dan rendahnya kapasitas petani dalam pengoperasian teknologi. Kondisi ini menunjukkan bahwa diperlukan model pemberdayaan yang tidak hanya menekankan transfer teknologi, tetapi juga penguatan kapasitas masyarakat dan keberlanjutan program secara sosial dan ekonomi.

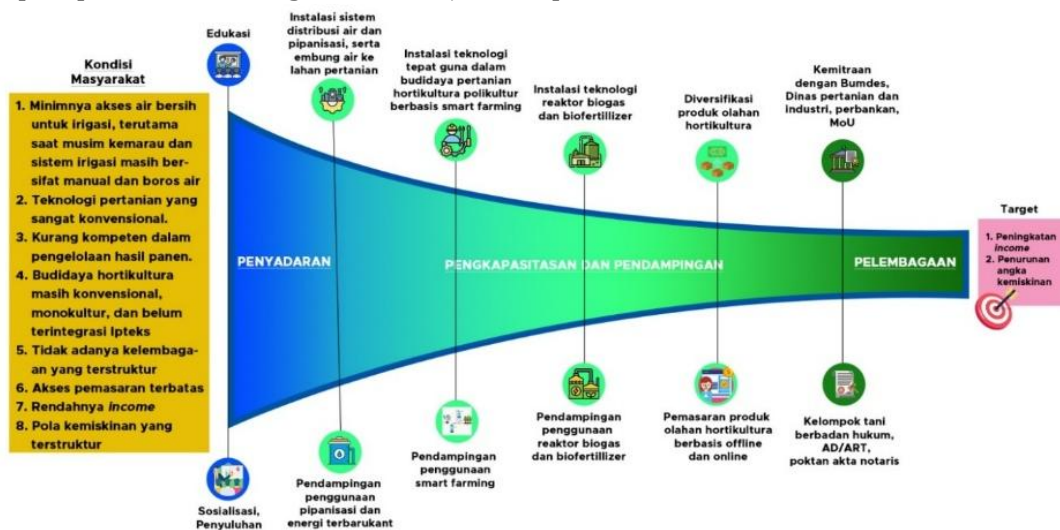
Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan pengabdian ini menawarkan pendekatan pemberdayaan partisipatif berbasis Participatory Action Learning System

(PALS) melalui integrasi sistem hortikultura organik, teknologi Internet of Things (IoT), dan energi surya pada lahan kering. Program yang dilaksanakan tidak hanya berfokus pada instalasi sistem irigasi sprinkle otomatis berbasis IoT, tetapi juga mencakup pengembangan budidaya polikultur, penggunaan input organik, pelatihan pengolahan hasil panen, penguatan manajemen usaha, serta pemasaran digital (Artha et al., 2022; Mardana et al., 2026). Keunggulan program ini dibandingkan kegiatan sebelumnya terletak pada integrasi antara teknologi irigasi cerdas, efisiensi energi berbasis solar cell, pemberdayaan kelembagaan petani, dan penguatan aspek hilirisasi produk hortikultura secara berkelanjutan.

Melalui pendekatan tersebut, kegiatan pengabdian ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air, menekan biaya produksi, memperkuat kapasitas petani dalam pengelolaan usaha tani modern, serta meningkatkan nilai tambah dan daya saing produk hortikultura. Selain memberikan dampak teknis pada produktivitas pertanian, program ini juga diarahkan untuk menciptakan sistem pertanian lahan kering yang lebih adaptif, berkelanjutan, dan berbasis teknologi tepat guna sesuai kebutuhan masyarakat Desa Abangsongan.

METODE PELAKSANAAN

Pendekatan yang digunakan dalam kegiatan pengabdian ini mengacu pada model Participatory Action Learning System (PALS) yang menekankan keterlibatan aktif masyarakat dalam proses perencanaan, pelaksanaan, refleksi, dan evaluasi program. Pendekatan ini dipilih karena mampu mengintegrasikan proses pembelajaran dan tindakan nyata secara partisipatif dalam pemberdayaan masyarakat pertanian lahan kering. Implementasi metode PALS dilaksanakan melalui lima tahapan utama, yaitu: (1) penyadaran, (2) penguatan kapasitas, (3) pendampingan, (4) evaluasi, dan (5) penguatan kelembagaan (Mayoux, 2005; Dunia & Mardana, 2009). Tahapan pelaksanaan kegiatan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan PALS Pelaksanaan Pengabdian

Tahap penyadaran dilakukan melalui kegiatan sosialisasi, penyuluhan, dan diskusi partisipatif bersama kelompok tani, pemerintah desa, dan tim pelaksana.

Kegiatan ini bertujuan meningkatkan pemahaman mitra mengenai potensi wilayah, permasalahan pertanian lahan kering, serta urgensi penerapan teknologi pertanian modern. Pada tahap ini juga dilakukan identifikasi kebutuhan mitra dan pemetaan permasalahan prioritas sebagai dasar penyusunan program intervensi.

Tahap penguatan kapasitas difokuskan pada penerapan teknologi tepat guna berbasis smart farming melalui pembangunan sistem irigasi sprinkle dan pipanisasi pada lahan hortikultura mitra. Teknologi yang diterapkan meliputi pompa air tenaga surya berkapasitas 1.300 watt, panel surya 2.000 Wp, tandon air 5000L, jaringan distribusi pipa PVC, serta sistem kontrol otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem IoT menggunakan sensor kelembapan tanah (*soil moisture sensor*) dan *mikrokontroler* untuk mengatur penyiraman secara otomatis sesuai kondisi lahan. Sistem irigasi dilengkapi sekitar 100 titik sprinkle yang mengairi lahan seluas 6 are. Selain meningkatkan efisiensi distribusi air, sistem berfungsi sebagai media belajar teknologi bagi petani sehingga dapat dioperasikan dan dipelihara secara mandiri.

Tahap pendampingan dilakukan untuk memperkuat kapasitas teknis dan manajerial mitra melalui pelatihan budidaya hortikultura polikultur, penggunaan input organik, pengolahan hasil panen, serta manajemen usaha dan pemasaran digital. Metode yang digunakan berupa ceramah, diskusi interaktif, demonstrasi teknologi, dan praktik langsung di lapangan. Pendampingan dilakukan secara berkala untuk memastikan teknologi dapat diadopsi secara optimal serta membantu petani menyelesaikan kendala teknis selama implementasi program.

Tahap evaluasi dilaksanakan menggunakan pendekatan *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur peningkatan pengetahuan dan keterampilan mitra sebelum dan sesudah kegiatan. Instrumen evaluasi berupa kuesioner dengan skala *persentase* yang mencakup aspek pemahaman teknologi irigasi IoT, keterampilan pengoperasian sistem, budidaya polikultur, pengolahan hasil panen, manajemen usaha tani, dan pemasaran digital. Selain evaluasi pengetahuan, dilakukan juga observasi lapangan dan monitoring teknis terhadap efektivitas sistem irigasi, efisiensi penggunaan air, produktivitas tanaman, serta kemampuan mitra dalam mengoperasikan teknologi secara mandiri.

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan nilai *pre-test* dan *post-test* untuk mengetahui tingkat peningkatan kapasitas mitra. Persentase peningkatan dihitung menggunakan rumus peningkatan relatif terhadap nilai awal. Validasi hasil evaluasi dilakukan melalui observasi langsung, wawancara, dokumentasi kegiatan, dan verifikasi ketercapaian indikator program. Indikator keberhasilan program meliputi peningkatan pengetahuan dan keterampilan mitra minimal 25%, efisiensi penggunaan air dan biaya penyiraman, peningkatan produktivitas lahan, serta terbentuknya kemampuan petani dalam mengoperasikan teknologi smart farming secara mandiri.

HASIL KEGIATAN

Tahap Penyadaran dan Peningkatan Persepsi Mitra

Kegiatan diawali melalui sosialisasi partisipatif kepada Poktan Merta Sari yang melibatkan anggota kelompok, perangkat desa, dan tim pelaksana. Tahap ini difokuskan pada identifikasi permasalahan lahan kering, keterbatasan air, rendahnya efisiensi penyiraman konvensional, serta pentingnya transformasi menuju sistem pertanian berbasis smart farming (Rendarwati et al., 2024; Juwanda et al., 2025). Hasil observasi awal menunjukkan sebagian besar petani masih menggunakan metode penyiraman manual dengan ketergantungan tinggi terhadap tenaga kerja dan distribusi air yang tidak merata, sehingga produktivitas dan efisiensi usaha belum optimal.

Melalui kegiatan penyuluhan dan diskusi kelompok, mitra diberikan pemahaman mengenai konsep pertanian digital, penggunaan energi terbarukan, serta peluang peningkatan produktivitas melalui sistem irigasi otomatis berbasis IoT. Hasil *pre-test* menunjukkan tingkat pemahaman mitra terhadap teknologi irigasi digital hanya sebesar 55%, yang mengindikasikan rendahnya literasi teknologi pertanian di tingkat petani. Setelah sosialisasi, terjadi peningkatan persepsi positif dan kesiapan adopsi teknologi, ditandai dengan meningkatnya antusiasme dan keterlibatan aktif mitra dalam perencanaan implementasi program. Kondisi ini sejalan dengan penelitian smart farming sebelumnya yang menyatakan bahwa keberhasilan adopsi teknologi pertanian sangat dipengaruhi oleh kesiapan pengetahuan dan partisipasi petani sejak tahap awal program (Hadi et al., 2023).

Selain meningkatkan kesadaran, tahap ini juga menjadi dasar pembentukan strategi keberlanjutan program melalui kesepakatan pembagian tugas pemeliharaan teknologi, penguatan organisasi kelompok, serta komitmen penggunaan sistem irigasi secara kolektif. Dengan demikian, proses penyadaran tidak hanya berfungsi sebagai transfer informasi, tetapi juga membangun *ownership* masyarakat terhadap program yang akan dijalankan.



Gambar 2. Kegiatan Penyadaran dan Peningkatan Persepsi Mitra Poktan Merta Sari

Implementasi Teknologi dan Penguatan Kapasitas Pertanian

Tahap implementasi difokuskan pada penerapan teknologi irigasi cerdas berbasis IoT dan energi surya sebagai solusi terhadap keterbatasan air pada lahan kering hortikultura. Sistem yang dibangun terdiri atas panel surya berkapasitas 200 WP, pompa air, jaringan pipanisasi, sensor kelembapan tanah, serta 100 titik sprinkle yang terpasang pada lahan 6 are. Teknologi ini bekerja dengan mendeteksi tingkat kelembapan tanah melalui sensor IoT yang terhubung pada sistem kontrol otomatis. Ketika kelembapan berada di bawah batas yang ditentukan, pompa air aktif secara otomatis dan mendistribusikan air melalui sprinkle secara merata sesuai kebutuhan tanaman. Sistem kemudian berhenti ketika kelembapan mencapai kondisi optimal.

Penerapan teknologi ini terbukti meningkatkan efisiensi penggunaan air dan mengurangi ketergantungan terhadap tenaga kerja manual. Sebelum program dilaksanakan, proses penyiraman dilakukan secara konvensional dengan waktu operasional panjang dan distribusi air tidak merata. Setelah implementasi sistem IoT, distribusi air lebih terukur, efisien, dan konsisten sehingga mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal (Widayana et al., 2026)(Mardana et al., 2026). Temuan ini memperkuat hasil penelitian sebelumnya bahwa penerapan *smart irrigation* berbasis IoT mampu meningkatkan efisiensi irigasi dan produktivitas pertanian pada lahan kering (Irawan et al., 2025). Dampak dari tahap ini terlihat dari peningkatan kapasitas teknis dan manajerial petani. Tingkat pemahaman mitra terhadap teknologi dan sistem budidaya meningkat hingga di atas 80%. Selain itu, mitra mulai mengadopsi pola budidaya yang lebih efisien, termasuk penggunaan air yang lebih terkontrol.

Selain pembangunan infrastruktur teknologi, kegiatan juga diintegrasikan dengan penguatan kapasitas petani melalui pelatihan operasional sistem, budidaya hortikultura polikultur, pengolahan hasil panen, serta pemasaran digital. Pendekatan praktik langsung dilakukan agar petani mampu mengoperasikan, memelihara, dan melakukan *troubleshooting* secara mandiri. Hasil pelatihan menunjukkan peningkatan teknis petani di atas 80%, terutama dalam pengoperasian sistem irigasi.

Dari aspek produksi, penerapan teknologi memberikan dampak terhadap peningkatan efisiensi budidaya melalui pengurangan kehilangan air, optimalisasi penggunaan lahan, serta penurunan kebutuhan tenaga kerja penyiraman. Pola tanam polikultur yang diterapkan juga meningkatkan intensitas pemanfaatan lahan sehingga produktivitas menjadi lebih stabil (Widiantara & Mardana, 2022). Dibandingkan program pemberdayaan pertanian konvensional yang hanya berfokus pada penyuluhan, pendekatan integratif berbasis smart farming dalam kegiatan ini memberikan kontribusi komprehensif karena menggabungkan aspek teknologi, manajemen, dan keberlanjutan secara simultan.



Gambar 3. Implementasi Teknologi Pertanian

Pendampingan, Evaluasi, dan Penguatan Kelembagaan

Tahap pendampingan dilakukan secara intensif untuk memastikan keberhasilan adopsi teknologi dan keberlanjutan program pasca kegiatan. Pendampingan meliputi monitoring operasional sistem irigasi, evaluasi distribusi air, pemeliharaan panel surya dan sensor IoT, serta pembinaan manajemen usaha tani. Strategi *maintenance* teknologi dilakukan melalui penyusunan jadwal pemeliharaan rutin, pelatihan teknis perawatan alat kepada anggota kelompok, serta penunjukan operator lokal sebagai penanggung jawab sistem. Pendekatan ini penting untuk menjamin keberlangsungan penggunaan teknologi setelah program selesai dilaksanakan (Budiarta et al., 2024; Ekayana et al., 2026).

Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan signifikan pada aspek teknis dan manajerial. Mitra mampu mengoperasikan sistem irigasi secara mandiri, memahami pengaturan kelembapan tanah, serta melakukan perawatan dasar terhadap pompa dan panel surya. Dari sisi kelembagaan, kelompok tani mulai menerapkan pembagian tugas operasional dan pengelolaan usaha yang lebih sistematis. Selain itu, penguatan pemasaran digital melalui media sosial dan *marketplace* mulai membuka akses pasar yang lebih luas sehingga mengurangi ketergantungan terhadap pengepul.

Pembahasan hasil menunjukkan bahwa integrasi teknologi IoT dengan pendekatan pemberdayaan partisipatif memberikan dampak kuat dibandingkan program yang hanya berorientasi pada bantuan alat semata. Keberhasilan program dipengaruhi oleh teknologi yang diterapkan, tetapi juga oleh kesiapan sumber daya manusia, pendampingan berkelanjutan, dan keterlibatan aktif kelompok tani dalam setiap tahapan kegiatan. Dengan demikian, model pemberdayaan ini berpotensi direplikasi pada wilayah lahan kering lainnya yang memiliki karakteristik serupa.

Tabel 1. Evaluasi Keberhasilan Pelaksanaan PkM

No.	Indikator Keberhasilan	Pre-test (%)	Post-test (%)	Peningkatan (%)	Peningkatan Relatif (%)	Implikasi
1	Pemahaman irigasi IoT	55	85	30	54.5	Adopsi teknologi meningkat
2	Keterampilan operasional	50	80	30	60.0	Mandiri operasikan sistem
3	Budidaya polikultur	60	85	25	41.7	Efisiensi lahan meningkat
4	Pengolahan hasil	55	80	25	45.5	Nilai tambah produk meningkat
5	Manajemen usaha	50	78	28	56.0	Pengelolaan lebih sistematis
6	Pemasaran digital	45	75	30	66.7	Akses pasar lebih luas
	Rata-Rata	52.5	80.5	28.0	53.3	Transformasi kapasitas signifikan

Berdasarkan hasil evaluasi pada Tabel 1, terjadi peningkatan kapasitas mitra rata-rata sebesar 53,3%, yang menunjukkan efektivitas pendekatan PALS dalam mendorong transformasi pengetahuan dan keterampilan petani. Peningkatan tertinggi terjadi pada aspek pemasaran digital dan keterampilan operasional teknologi, menandakan bahwa program tidak hanya berdampak pada aspek budidaya, tetapi juga memperkuat kemampuan hilirisasi usaha tani. Secara keseluruhan, integrasi smart farming berbasis IoT, energi surya, dan penguatan kapasitas masyarakat terbukti mampu meningkatkan efisiensi produksi, kemandirian petani, serta keberlanjutan sistem pertanian hortikultura lahan kering.

KESIMPULAN DAN SARAN

Program Desa Binaan di Desa Abangsongan berhasil meningkatkan kapasitas dan kemandirian Kelompok Tani Merta Sari melalui penerapan sistem hortikultura berbasis smart farming. Implementasi sistem irigasi sprinkle berbasis IoT dan energi surya mampu meningkatkan kemampuan mitra dalam mengoperasikan teknologi pertanian modern dengan peningkatan kapasitas rata-rata sebesar 53,3%. Teknologi yang diterapkan berhasil mengairi lahan hortikultura seluas 6 are dengan dukungan sekitar 100 titik sprinkle otomatis sehingga distribusi air menjadi lebih efisien dan terkontrol. Penerapan sistem ini juga berdampak pada penurunan biaya operasional penyiraman hingga Rp1.500.000 dalam dua siklus produksi serta mendorong efisiensi penggunaan air dan tenaga kerja. Selain aspek teknis, program turut meningkatkan

kemampuan manajemen usaha, pengolahan hasil, dan pemasaran digital sehingga mendukung penguatan daya saing usaha tani secara berkelanjutan.

Keberlanjutan program perlu diperkuat melalui pendampingan lanjutan, pemeliharaan rutin sistem IoT dan panel surya, serta pengembangan kapasitas operator lokal agar teknologi dapat dioperasikan secara mandiri dalam jangka panjang. Model smart farming yang diterapkan memiliki potensi untuk direplikasi pada wilayah lahan kering lainnya dengan karakteristik serupa, terutama pada kawasan hortikultura berbasis pertanian organik. Pengembangan program ke depan disarankan mengarah pada integrasi sistem monitoring berbasis aplikasi digital, perluasan area irigasi otomatis, serta penguatan hilirisasi produk dan jejaring pemasaran untuk meningkatkan nilai tambah dan keberlanjutan ekonomi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Pendidikan Ganesha atas dukungan pendanaan melalui skema DIPA Undiksha pada Program Pemberdayaan Desa Binaan, sehingga kegiatan pengabdian ini dapat terlaksana sesuai dengan rencana. Apresiasi juga disampaikan kepada Pemerintah Desa Abangsongan atas fasilitasi dan dukungan selama kegiatan berlangsung. Selain itu, penghargaan diberikan kepada mitra sasaran, yaitu Kelompok Tani Merta Sari, atas partisipasi aktif dan kerja sama yang baik dalam setiap tahapan pelaksanaan program.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, I. G., Nilawati, N. K. U., Aristana, I. D. G., Mardana, I. B. P., Widayana, G., Erlina, N., & Amerta, G. A. (2025). Pemberdayaan Masyarakat dalam Mitigasi Bencana Tanah Longsor dan Budi Daya Pertanian Hortikultural Berteknologi IoT di Kawasan Geopark. *Jurnal Widya Laksana*, 14(2), 300–306. <https://doi.org/https://doi.org/10.23887/jwl.v14i2.103423>
- Artha, I. K. R. W., Agung, A., Suyoga Wiguna, G., Luh, N., Lestari, A. A., Putu, N., Kristina, D., Sugiharta, W., Bagus, I., & Mardana, P. (2022). Pengembangan Sentra Pertanian Tomat Dengan Sistem Polikultur Hortikultura Berteknologi Digital Di Desa Pinggan, Kintamani. *Proceeding Senadimas Undiksha*, 997–1003.
- Budiarta, I. N. E., Widayana, G., Warpala, I. W. S., & Mardana, I. B. P. (2024). Pemberdayaan petani lahan kering dalam agrobisnis buah premium berbasis smart farming di Desa Selat Buleleng Bali. *Proceeding Senadimas Undiksha*, 9(1). <https://eproceeding.undiksha.ac.id/index.php/SENADIMAS/article/view/695>
- Desa Abangsongan. (2026). *Peraturan Desa Abangsongan Nomor 03 Tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Desa (RPJMDesa) Tahun 2019–2025*. <https://abangsongan.desa.id/index.php/artikel/2018/8/7/profil-potensi-des>
- Dunia, K., & Mardana, I. B. P. (2009). *Pengembangan model pemberdayaan masyarakat dengan Participatory Action Learning Systems (PALS) berbasis potensi wilayah dan kearifan lokal dalam pengentasan kemiskinan di Kecamatan Gerokgak Kabupaten Buleleng*. Universitas Pendidikan Ganesha.

- Ekayana, A. A. G., Putra, I. D. P. G. W., Aristana, I. D. G., Widayana, G., Julyasih, K. S. M., Suarmanayasa, I. N., Mardana, I. B. P., Amerta, G. A., Wiguna, A. A. G. S., & Mahartana, I. B. P. P. (2026). Restorasi Lumbung Pangan Melalui Transformasi Sistem Pertanian dan Peternakan Berteknologi Terbaru. *Jurnal Masyarakat Mandiri*, 10(2), 2577–2584. <https://doi.org/https://doi.org/10.31764/jmm.v10i2.38352>
- Hadi, S., Cahyati, A. I., Latif, K. A., Sujaka, T. T., & Zulfikri, M. (2023). Smart farming system pada tanaman bawang merah berbasis Internet of Things. *SISTEMASI: Jurnal Sistem Informasi*, 12(3), 739–753. <http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>
- Irawan, J., Izwar, Masykur, Darsan, H., & Andriani, D. (2025). Pendampingan Budidaya Bawang Merah (*Allium cepa* L.) dengan Aplikasi IoT (Internet of Things) sebagai Teknologi Terkini di Desa Gampong Ladang, Aceh Barat. *Jurnal Mandala Pengabdian Masyarakat*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.35311/jmpm.v6i1.563>
- Irawan, N. D., Nurdin, S., Athoillah, M., & Dinnullah, R. N. I. (2022). Desain alat smart farming penyiram bawang merah menggunakan Arduino Uno berbasis Android. *Infotekmesin*, 13(2), 272–277. <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v13i2.1539>
- Juwanda, M., Fera, M., Khotimah, K., Saputra, S., & D. (2025). Aplikasi Kompos Dalam Upaya Meminimalisir Penggunaan Pupuk Kimia dan Meningkatkan Produksi Bawang Merah. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, 6(1), 22–32. <https://doi.org/https://doi.org/10.33474/jp2m.v6i1.22558>
- Mardana, I. B. P., Warpala, I. W. S., Adnyana, I. G., Artha, I. K. R. W., Wiguna, A. A. G. S., Amerta, G. A., Jayanti, N. K. C. E. P., Febryanti, P. V., & Yasa, G. D. (2026). Pengembangan Sentra Agrotourism Hortikultura Polikultur Berteknologi Smart Farming di Kawasan Geopark. *Jurnal Masyarakat Mandiri*, 10(2), 1924–1936. <https://doi.org/https://doi.org/10.31764/jmm.v10i2.38074>
- Mayoux, L. (2005). *Participatory action learning system: An empowering approach to monitoring, evaluation, and impact assessment*. Wiley Interscience.
- Rendarwati, Lestari, E., & W. (2024). Strategi Pemberdayaan Petani Dalam Pengembangan Bawang Merah (Studi Kasus Desa Pajeng Kecamatan Gondang Kabupaten Bojonegoro). *Jurnal Ilmiah Global Education*, 5(1), 479–489. <https://doi.org/https://doi.org/10.55681/jige.v5i1.2394>
- Widayana, G., Parwata, I. G. L. A., Erlina, N., Mardana, I. B. P., Artha, I. K. R. W., Jayanti, N. K. C. E. P., Wiguna, A. A. G. S., Amerta, G. A., Febryanti, P. V., & Yasa, G. D. (2026). Pemberdayaan Pertanian Lahan Kering Melalui Pertanian Bawang Merah Organik Berteknologi Digital. *Jurnal Masyarakat Mandiri*, 10(2), 2481–2489. <https://doi.org/https://doi.org/10.31764/jmm.v10i2.37984>
- Widiantara, G. K. A., & Mardana, I. B. P. (2022). Revitalisasi kawasan Galian C melalui budi daya tani-ternak-perikanan multikultur berbasis IoT guna menyangga wisata geopark di Desa Songan A Kintamani-Bali. *Jurnal Aplikasi Dan Inovasi Iptek*, 3(2), 133–142. <https://doi.org/https://doi.org/10.52232/jasintek.v3i2.91>