JURNAL ABDIMAS INDONESIA Vol. 5, No. 4, 2025
E-ISSN 2797-2887
Copyright © 2025 The Author(s)

# Penerapan Sistem Fertigasi Otomatis Berbasis Solar Panel untuk Efisiensi Produksi Cabai di Desa Sibedi

**Erwin Ardias[1], Nela Sharon[2], Ryfial Azhar[3], Fizar Syafa'at[3]**

[1] Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako, Palu, Indonesia
[2]Prodi Farmasi, Fakultas MIPA, Universitas Tadulako, Palu, Indonesia
[3]Prodi Teknik Informatika , Fakultas Teknik, Universitas Tadulako, Palu, Indonesia

Penulis Korespondensi:
**Nela Sharon**
nela_sharon@gmail.com

**Abstrak**:

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dan pupuk pada budidaya cabai di Desa Sibedi melalui penerapan sistem fertigasi otomatis berbasis solar panel. Metode yang digunakan meliputi sosialisasi, pelatihan, instalasi teknologi, pendampingan, dan evaluasi. Mitra kegiatan adalah kelompok tani Napodara Tani. Data kegiatan ini adalah hasil penggunaan pupuk dan hasil panen cabai setelah penerapan sistem fertigasi. Data dikumpulkan dari hasil wawancara dengan petani cabai dan diolah dengan analisis deskriptif yaitu menghitung presentase sebelum dan sesudah penggunaan sistem fertigasi otomatis. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa penerapan teknologi ini dapat menghemat penggunaan air dan pupuk hingga 40–50%, serta meningkatkan efisiensi kerja petani dan hasil panen. Selain itu, pelatihan manajemen usaha tani sederhana memberikan pemahaman baru tentang pencatatan biaya produksi dan hasil panen. Program ini menunjukkan bahwa inovasi teknologi tepat guna dapat meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan usaha pertanian di wilayah minim sumber daya. Kegiatan ini juga berkontribusi terhadap pencapaian SDG 1 (Tanpa Kemiskinan), SDG 9 (Inovasi dan Infrastruktur), dan SDG 13 (Aksi Iklim).

**Kata Kunci:** *Fertigasi Otomatis, Solar Panel, Smart Farming, Cabai, Desa Sibedi*

## Pendahuluan

Desa Sibedi, Kecamatan Marawola, Kabupaten Sigi, merupakan salah satu desa agraris yang sebagian besar penduduknya menggantungkan hidup pada sektor pertanian. Dari total penduduk sebanyak 1.719 jiwa yang tersebar pada empat dusun, mayoritas bekerja sebagai petani dengan komoditas utama berupa cabai, tomat, jagung, kacang, pisang, padi, dan labu. Di antara berbagai komoditas tersebut, cabai rawit memiliki nilai ekonomi tinggi dan menjadi salah satu hasil pertanian yang paling potensial untuk dikembangkan. Berdasarkan data produksi tanaman hortikultura Sulawesi Tengah tahun 2023, produksi cabai rawit mencapai 20.450 ton, menunjukkan besarnya permintaan dan peluang pasar komoditas ini.

Meski memiliki potensi yang besar, optimalisasi budidaya cabai di Desa Sibedi masih menghadapi berbagai hambatan. Secara ekologis, desa ini memiliki karakteristik

Copyright © 2025 The Author(s)

iklim tropis dengan curah hujan berkisar 2000–3000 mm per tahun dan periode kemarau yang cukup panjang. Fluktuasi curah hujan berdampak langsung pada pola tanam dan ketersediaan air irigasi. Selain itu, kondisi tanah di desa ini cenderung padat dan memiliki kapasitas retensi air yang rendah. Meskipun belum tersedia data analisis tanah spesifik untuk Desa Sibedi, referensi dari penelitian tanah di Desa Beka—yang memiliki karakteristik geografis dan jenis tanaman serupa—menunjukkan bobot isi tanah berkisar 1,29–1,38 g/cm$^3$, kapasitas lapang sekitar 22–24%, serta kadar air jenuh 45–49%. Nilai-nilai tersebut mengindikasikan bahwa air mudah hilang akibat drainase cepat, sehingga tanaman cabai rentan mengalami stres air dan membutuhkan pengelolaan irigasi yang lebih efisien (Bintoro, et al, 2017).

Di sisi teknis, para petani masih mengandalkan metode penyiraman dan pemupukan manual. Teknik penyiraman konvensional menyebabkan pemborosan air karena tidak terjadwal dan sering dilakukan berlebihan, sedangkan pemupukan dilakukan tanpa perhitungan dosis yang tepat sehingga distribusi nutrisi tidak merata. Keterbatasan Infrastruktur listrik di sejumlah lahan pertanian juga menghambat pemanfaatan teknologi modern seperti pompa listrik atau sistem irigasi otomatis. Selain itu, serangan hama seperti thrips, kutu daun, serta penyakit layu fusarium kerap menurunkan produktivitas. Minimnya penggunaan standar pengendalian hama menyebabkan kerugian yang tidak kecil bagi petani.

Permasalahan juga terlihat pada aspek manajemen usaha tani. Pencatatan biaya produksi, penggunaan pupuk, tenaga kerja, dan hasil panen belum dilakukan secara sistematis. Kebanyakan petani membuat keputusan berdasarkan kebiasaan dan pengalaman, bukan pada data terukur. Hal ini menyulitkan petani dalam menganalisis efektivitas usaha, menghitung keuntungan, dan merencanakan pola tanam sesuai kebutuhan pasar. Sistem usaha tani yang tidak terdokumentasi dengan baik menjadi salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya efisiensi produksi dan stabilitas pendapatan.

Untuk menjawab berbagai permasalahan tersebut, Program Kemitraan Masyarakat (PKM) ini menawarkan penerapan teknologi tepat guna berupa sistem fertigasi otomatis berbasis solar panel. Sistem fertigasi memungkinkan pemberian air dan pupuk cair secara simultan dan terukur langsung ke akar tanaman melalui jaringan irigasi tetes. Teknologi irigasi presisi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan air dan pupuk, tetapi juga memastikan distribusi nutrisi lebih merata sesuai kebutuhan tanaman pada setiap fase pertumbuhan (Fakhrah, 2022). Integrasi sistem dengan panel surya memberikan keuntungan tambahan, yaitu dapat beroperasi tanpa listrik PLN dan sangat sesuai untuk wilayah pedesaan terpencil seperti Desa Sibedi.

Sebagai upaya pemberdayaan mitra, kegiatan PKM dilakukan bersama Kelompok Tani Napodara Tani. Pendekatan yang digunakan meliputi sosialisasi, pelatihan, instalasi teknologi, pendampingan, dan evaluasi. Selain penerapan sistem fertigasi, petani juga diberikan pelatihan manajemen usaha tani sederhana mencakup pencatatan biaya, hasil panen, analisis keuntungan, serta perencanaan pola tanam. Dengan demikian, intervensi program tidak hanya mengatasi permasalahan teknis, tetapi juga memperkuat tata kelola usaha tani.

Inovasi ini sejalan dengan tujuan Sustainable Development Goals (SDGs), terutama SDG 1 (Tanpa Kemiskinan), SDG 9 (Inovasi dan Infrastruktur), dan SDG 13 (Aksi Iklim). Penerapan teknologi pertanian ramah lingkungan berbasis energi terbarukan berkontribusi pada peningkatan produktivitas, efisiensi sumber daya, dan ketahanan ekonomi petani. Selain itu, program ini mendukung capaian Indikator Kinerja Utama (IKU) Perguruan Tinggi serta Asta Cita terkait peningkatan kesejahteraan masyarakat dan penguatan inovasi berbasis teknologi.

Dengan latar belakang tersebut, penerapan sistem fertigasi otomatis berbasis solar panel menjadi solusi strategis dalam meningkatkan kualitas budidaya cabai di Desa Sibedi. Teknologi ini tidak hanya menjawab kebutuhan petani terhadap efisiensi sumber daya dan kemandirian energi, tetapi juga membuka peluang transformasi menuju pertanian modern yang berkelanjutan dan berdaya saing tinggi.

## Metode Pelaksanaan

Pelaksanaan Program Kemitraan Masyarakat (PKM) di Desa Sibedi dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis yang dirancang untuk menyelesaikan dua permasalahan utama mitra, yaitu aspek produksi dan aspek manajemen usaha tani. Metode pelaksanaan meliputi lima tahapan utama—persiapan, sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, pendampingan, dan evaluasi—yang masing-masing dirancang agar partisipasi mitra berlangsung optimal dan hasil implementasi dapat terukur.

### *1. Tahap Persiapan dan Identifikasi Kebutuhan*

Tahap awal dilakukan melalui survei lapangan dan wawancara dengan Kelompok Tani *Napodara Tani* untuk mengidentifikasi kondisi eksisting, kendala utama, dan kebutuhan teknologi. Survei mencakup pengamatan terhadap kondisi tanah, pola penyiraman, penggunaan pupuk, ketersediaan air, serta akses listrik di lahan pertanian.

Selain itu, dilakukan pengukuran area lahan yang akan dijadikan lahan percontohan seluas ±250 $m^2$. Tim bersama mitra meninjau potensi penerapan fertigasi berbasis panel surya serta menentukan komponen sistem yang paling sesuai dengan kondisi lapangan. Hasil identifikasi kebutuhan menjadi dasar dalam penyusunan rencana kerja dan desain teknis sistem fertigasi.

Tahap ini juga mencakup pengadaan perangkat keras seperti panel surya, baterai, solar charge controller, pompa DC, jaringan irigasi tetes, dan tangki nutrisi. Seluruh perangkat diuji secara internal sebelum dipasang di lapangan untuk memastikan kompatibilitas, keamanan, dan kehandalan sistem.

### *2. Tahap Sosialisasi*

Sosialisasi dilakukan di balai desa dan melibatkan anggota kelompok tani, perangkat desa, dan perwakilan tokoh masyarakat. Pada tahap ini, tim PKM menjelaskan tujuan, manfaat, alur kegiatan, serta dampak jangka panjang dari penerapan sistem fertigasi otomatis berbasis solar panel.

Materi sosialisasi mencakup:

- Penjelasan konsep smart farming sederhana,
- Tantangan yang sedang dihadapi petani Desa Sibedi,
- Mekanisme kerja sistem fertigasi otomatis,
- Keterkaitan program dengan upaya peningkatan efisiensi air, pupuk, dan tenaga kerja,
- Kontribusi teknologi ini terhadap SDGs 1, 9, dan 13.

Kegiatan sosialisasi bertujuan meningkatkan pemahaman, komitmen, dan dukungan mitra sebelum program diimplementasikan.

### *3. Tahap Pelatihan dan Penguatan Kapasitas Mitra*

Tahap pelatihan dilakukan untuk membekali petani dengan pemahaman teknis dan manajerial sebelum sistem diterapkan di lapangan. Pelatihan terbagi menjadi dua bagian:

Copyright © 2025 The Author(s)

**a. Pelatihan Teknologi Fertigasi dan Energi Surya**

Materi teknis meliputi:

- Fungsi dan cara kerja panel surya, baterai, dan solar charge controller,
- Mekanisme aliran nutrisi dalam sistem fertigasi,
- Pengoperasian pompa DC dan timer digital,
- Perawatan sistem: pembersihan filter, pengecekan debit, dan pemantauan baterai.

Pelatihan dilakukan dengan metode demonstrasi langsung menggunakan perangkat yang akan dipasang di lahan mitra. Pendekatan praktis digunakan agar petani mudah memahami mekanisme kerja dan perawatan alat.

**b. Pelatihan Manajemen Usaha Tani**

Materi pelatihan manajerial mencakup:

- Pencatatan biaya produksi dan pemupukan,
- Perhitungan kebutuhan sarana produksi per musim tanam,
- Pencatatan hasil panen dan analisis keuntungan sederhana,
- Perencanaan pola tanam berdasarkan musiman dan tren pasar.

Pelatihan ini diberikan karena salah satu permasalahan utama mitra adalah minimnya pencatatan usaha, yang menyebabkan petani sulit mengevaluasi efektivitas produksi dan perencanaan usaha.

***4. Tahap Penerapan Teknologi Fertigasi Otomatis***

Penerapan sistem dilakukan melalui instalasi perangkat pada lahan percontohan bekerja sama dengan petani. Tahapan teknis meliputi:

1. Pemasangan panel surya kapasitas 150 Wp dan baterai LIFEPO4 12V 50Ah sebagai sumber energi.
2. Instalasi solar charge controller (SCC) untuk mengatur pengisian daya.
3. Pemasangan pompa DC 12V dan pengujian debit aliran.
4. Penyusunan jaringan drip irrigation dengan jarak antar emitter ±50 cm.
5. Penyiapan tangki nutrisi dan pencampuran pupuk NPK cair dalam dosis terukur.
6. Pengaturan timer digital pada durasi 5–10 menit sesuai fase pertumbuhan tanaman.

Uji fungsi dilakukan untuk memastikan:

- Pompa bekerja stabil,
- Aliran nutrisi terdistribusi merata,
- Panel surya menghasilkan energi cukup untuk menyuplai sistem,
- Timer bekerja sesuai jadwal.

Instalasi dilakukan dengan melibatkan langsung petani mitra agar mereka memahami alur pemasangan dan pemeliharaan (PPID BRIDA, 2017; Seyar, 2023)

***5. Tahap Pendampingan Lapangan***

Pendampingan dilakukan selama periode implementasi untuk memastikan sistem berjalan dengan baik. Bentuk pendampingan mencakup:

- Pemantauan kinerja sistem fertigasi setiap 5 hari,
- Evaluasi dosis pupuk dan volume air,
- Penyesuaian durasi penyiraman berdasarkan kondisi cuaca,
- Pelatihan ulang bagi petani yang membutuhkan,
- Dokumentasi proses implementasi dan perkembangan tanaman.

Pendampingan juga mencakup asistensi dalam pencatatan hasil panen untuk melihat dampak solusi terhadap peningkatan produktivitas.




Gambar 1. Foto Bersama warga desa untuk sosialisasi alat.

***6. Tahap Monitoring dan Evaluasi***

Evaluasi dilakukan untuk mengukur efektivitas teknologi dan dampaknya terhadap produksi cabai serta manajemen usaha tani. Indikator evaluasi meliputi:

- Efisiensi penggunaan air dan pupuk (target penghematan 40–50%),
- Peningkatan hasil panen (target kenaikan 30–50%),
- Stabilitas pertumbuhan tanaman,
- Peningkatan kemampuan petani dalam pencatatan usaha,
- Partisipasi aktif petani dalam pengoperasian sistem.

Evaluasi dilakukan melalui:

- Observasi lapangan,
- Wawancara dan diskusi kelompok terarah (FGD) dengan petani,
- Analisis data catatan produksi sebelum dan sesudah penerapan teknologi,
- Penilaian tingkat adopsi teknologi oleh mitra.

Hasil evaluasi menjadi dasar untuk perbaikan sistem, rekomendasi teknis, serta pengembangan program ke musim tanam berikutnya.

***7. Keberlanjutan Program***

Sebagai upaya keberlanjutan, mitra diberikan buku panduan operasional, SOP perawatan perangkat, dan modul pencatatan usaha tani. Tim juga mendorong pembentukan kelompok belajar petani agar pengetahuan mengenai teknologi fertigasi dapat dibagikan kepada petani lain di Desa Sibedi.

Program ini diharapkan dapat direplikasi pada lahan lain dengan skema swadaya atau dukungan pemerintah desa. Selain itu, keberhasilan program ini berpotensi menjadi dasar pengembangan sistem smart farming berbasis IoT pada tahap berikutnya.

Data kegiatan ini adalah hasil penggunaan pupuk dan hasil panen cabai setelah penerapan sistem fertigasi. Data dikumpulkan dari hasil wawancara dengan petani cabai dan diolah dengan analisis deskriptif yaitu menghitung presentase sebelum dan sesudah penggunaan sistem fertigasi otomatis.

Copyright © 2025 The Author(s)

## Hasil dan Pembahasan

1. Identifikasi Kebutuhan dan Penyesuaian Teknologi
   Dari hasil survei lapangan permasalahan utama yang dihadapi mitra adalah:
   a. Aspek produksi
      Rendahnya efisiensi dalam penyiraman dan pemupukan akibat sistem manual, terbatasnya ketersediaan air, dan minimnya akses listrik. Untuk mengatasi hal ini, solusi yang ditawarkan adalah penerapan sistem fertigasi otomatis berbasis solar panel. Sistem ini memungkinkan pemberian air dan pupuk cair secara bersamaan dan terukur langsung ke akar tanaman melalui jaringan irigasi tetes. Teknologi ini dilengkapi dengan timer switch yang dapat diatur sesuai kebutuhan tanaman cabai di berbagai fase pertumbuhan, tanpa memerlukan sensor atau mikrokontroler. Energi listrik disuplai dari panel surya (*surya panel*), sehingga sangat cocok diterapkan di Desa Sibedi yang belum sepenuhnya terjangkau listrik PLN. Dengan metode ini, proses penyiraman menjadi lebih tepat waktu, penggunaan air dan pupuk menjadi lebih efisien, serta tenaga kerja dapat dialihkan ke aktivitas produktif lainnya. Solusi ini diharapkan dapat meningkatkan hasil panen dan kualitas produksi cabai secara signifikan. Dengan pemanfaatan teknologi ini, potensi penurunan tingkat kematian tanaman pada fase awal pertumbuhan (Pereira, et al, 2023).
   b. Aspek manajemen usaha
      Dari sisi manajemen usaha, permasalahan yang ditemukan meliputi keterbatasan pengetahuan petani dalam perencanaan usaha tani, pengelolaan biaya produksi, pencatatan hasil, serta pemasaran hasil panen (Ashraf, 2022).

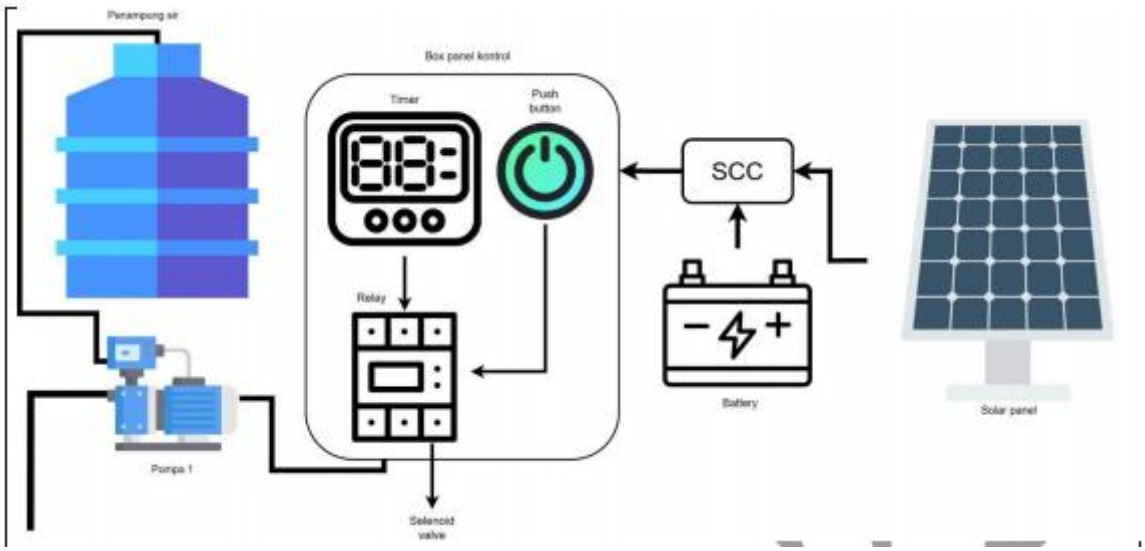


Gambar 2. Survey lokasi awal tim

2. Pelatihan dan Kapasitas Sumber Daya Manusia
   Mitra akan diberikan sosialisasi dan pelatihan penggunaan perangkat, baik dalam hal pemasangan perangkat keras, konfigurasi sistem, hingga interpretasi data hasil

pemantauan serta pendampingan manajemen usaha tani sederhana. Pelatihan ini bertujuan agar mitra dapat mengoperasikan sistem secara mandiri.

Materi yang diberikan mencakup: penyusunan rencana tanam dan kebutuhan sarana produksi, pencatatan biaya dan hasil panen secara manual. Pengelolaan waktu operasional sistem fertigasi juga diajarkan agar petani dapat menyesuaikan pola kerja yang efisien. Dengan pendekatan ini, petani anggota Kelompok Napodara Tani diharapkan mampu memahami dan menerapkan prinsip efisiensi biaya dan pengelolaan hasil usaha, sehingga tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga meningkatkan pendapatan dan keberlanjutan usaha pertanian mereka setelah program selesai.




Gambar 3. Gambar tentang pelatihan sistem solar panel

3. Implementasi dan Pengujian di Lapangan

Tim pengabdi dan mitra bekerja sama dalam melakukan pemasangan sistem solar paneldi lahan warga dan melakukan uji coba hingga alat dapat berfungsi dengan baik sehingga dapat digunakan oleh masyarakat sebagai lahan percontohan. Lahan yang digunakan sebesar 250 $m^2$.



Gambar 3. Proses Pemasangan bersama warga sekitar

Copyright © 2025 The Author(s)

4. Monitoring dan Evaluasi

   Aspek produksi: Implementasi sistem fertigasi otomatis berbasis solar panel di lahan percontohan 5 sebesar 250 $m^2$ menunjukkan peningkatan efisiensi yang signifikan. Penggunaan pupuk NPK sebelum menggunakan sistem solar panel sebanyak 15 kg dengan menghasilkan cabai sebanyak 55-60 kg per sekali panen. Panen dilakukan selama 5 hari sekali untuk lahan sebesar 250 $m^2$. Setelah pemasangan sistem solar panel, penggunaan pupuk dapat digunakan untuk 2 kali panen yang artinya menghemat hingga 50%. Hasil Panen menghasilkan 80-85 kg dengan presentase peningkatan meningkat sekitar 40%. Penggunaan alat juga menghemat sumber daya karena petani tidak perlu melakukan penyiraman air dan pupuk karena telah dibuat sistem otomatis untuk penyiraman air dan pupuk pada lahan cabai.

   Aspek manajemen: Petani mitra menunjukkan peningkatan kemampuan dalam mengelola usaha tani melalui pencatatan biaya dan hasil panen sehingga dapat menghitung jumlah penghasilan cabai terutama setelah pemasangan alat solar panel. Selain manfaat ekonomi, setelah pemasangan alat ini beberapa anggota petani yang sempat vakum kembali aktif dan ingin mengetahui tentang sistem fertigasi otomatis untuk dapat dimanfaatkan dikemudian hari. Kelompok tani yang awalnya 10 orang bertambah menjadi 18 orang. Kegiatan ini memberikan dampak sosial berupa peningkatan pengetahuan petani, pembentukan kelompok belajar serta memotivasi generasi muda untuk berinovasi di bidang pertanian.




Gambar 5. Proses monitoring kepada warga desa

Penerapan sistem fertigasi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan hasil panen petani melalu efisiensi waktu, tenaga kerja dan penggunaan pupuk. Dengan sistem yang bekerja secara otomatis dari segi Sumber Daya Manusia (SDM) , kebutuhan untuk penyiraman dan pemupukan menjadi berkurang karena proses penyiraman dan pemupukan tidak lagi memerlukan tenaga secara manual sehingga petani dapat menghemat waktu kerja, meningkatkan konsitensi perawatan tanaman dan mengalokasikan waktu untuk kegiatan lain sehingga lebih produktif . Sistem fertigasi otomatis menjadikan penggunaan pupuk lebih hemat, efisien karena penyiraman yang merata. Hal ini ditandai dengan penghematan pupuk hingga 50% dan peningkatan hasil panen hingga 40%. Hal ini berdampak karena tanaman menerima nutrisi secara optimal dan teratur sehingga memiliki dampak yang positif terhadap hasil panen (Fajar, 2018).

Penerapan sistem fertigasi otomatis juga berdampak pada aspek manajemen usaha tani terutama dalam meningkatkan kemampuan petani dalam merencanakan dan mengelola kegiatan budidaya secara terstruktur. Dengan adanya pencatatan lebih baik

terkait biaya oprasional, penggunana pupuk serta hasil panen, petani dapat mengevaluasi keuntungan usaha lebih akurat dan mengambil keputusan lebih tepat untuk musim tanam berikutnya (Romadi, 2023). Dampak positif lainnya adalah menarik minat masyarakat lainnya untuk bergabung dan kembali aktif dalam kelompok tani sehingga jumlah anggota meningkat dari seblumnya. Bertambahnya jumlah anggoa tani menunjukkan bahwa inovasi dan teknologi tidak hanya meningkaykan efisiensi produksi, tetapi juga meningkatkan kelembagaan kelompok melalui peningkatkan partisipasi , kolaborasi dan semangat belajar bersama dalam menerapkan teknologi pertanian modern (Romadi, 2023)

## Simpulan

Penerapan sistem fertigasi otomatis berbasis solar panel terbukti efektif meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk hingga 50%, menghemat sumber daya, meningkatkan produktivitas tanaman cabai hingga 40%, dan memperkuat kemampuan manajemen usaha tani masyarakat Desa Sibedi. Kegiatan ini menunjukkan pentingnya penerapan teknologi tepat guna berbasis energi terbarukan untuk mendukung pertanian berkelanjutan di daerah pedesaan.

## Ucapan Terimakasih

Terima kasih disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi dan Universitas Tadulako melalui LPPM atas dukungan pendanaan kegiatan ini, serta kepada Pemerintah Desa Sibedi dan kelompok Napodara Tani, mahasiswa serta semua yang terlibat aktif dan membantu selama pelaksanaan kegiatan.

## Referensi

Ashraf, A., & Jamil, K. (2022). Solar-powered irrigation system as a nature-based solution for sustaining agricultural water management in the Upper Indus Basin. *Nature-Based Solutions*, *2*. https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2022.100026

Bintoro, A., Widjajanto, D., & Isrun. (2017). Karakteristik Fisik Tanah Pada Beberapa Penggunaan lahan di Desa Beka Kecamatan Marawola Kabupaten Sigi. *E-J. Agrotekbis*, *5*(4).

Fajar, A., H Abdullah, S., & Priyati, A. P. (2018). RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA SISTEM KONTROL FERTIGASI DENGAN IRIGASI TETES. *Jurnal Agrotek UMMat*, *5*(1). https://doi.org/10.31764/agrotek.v5i1.236

Fakhrah, F., Unaida, R., Faradhillah, F., Usrati, K., & Wati, M. (2022). Analisis Efektivitas Penyaluran Air Melalui Penerapan Irigasi Tetes (Drip Irigation) Pada Tanaman Cabai Di Lahan Kering. *Jurnal Agrium*, *19*(3). https://doi.org/10.29103/agrium.v19i3.8749

Pereira, D., Leitao, J. C. C., Gaspar, P. D., Fael, C., Falorca, I., Khairy, W., Wahid, N., el Yousfi, H., Bouazzama, B., Siering, J., Hansmann, H., Zascerinska, J., Camilleri, S., Busuttil, F., Borg, M., Mizzi, J., Micallef, R., & Cutajar, J. (2023). Exploring Irrigation and Water Supply Technologies for Smallholder Farmers in the Mediterranean Region. *Sustainability (Switzerland)*, *15*(8). https://doi.org/10.3390/su15086875

PPID Pelaksana/BRIDA Sulteng. Mahasiswa UKM Robotech Universitas Tadulako

Copyright © 2025 The Author(s)

Berpartisipasi dalam Lomba TTG Berbasis Otomasi dengan Inovasi "Smart Agriculture Machida Method Hydroponic Cultivation." brida.sultengprov.go.id. 2024 Oct 27;

Romadi, U., Gunawan, G., & Mohammad, F. H. (2023). The Influence of Participatory Technology and Institutional Participation of Farmer Groups on Farmer Business Development. *Jurnal Penyuluhan*, *19*(02). https://doi.org/10.25015/19202341384

Seyar, M. H., & Ahamed, T. (2023). Development of an IoT-Based Precision Irrigation System for Tomato Production from Indoor Seedling Germination to Outdoor Field Production. *Applied Sciences (Switzerland)*, *13*(9). https://doi.org/10.3390/app13095556