

Kumawula, Vol.9, No.2, Agustus 2026, 403 – 410

DOI: <https://doi.org/10.24198/kumawula.v9i2.66080>

ISSN 2620-844X (online)

ISSN 2809-8498 (cetak)

Tersedia online di <http://jurnal.unpad.ac.id/kumawula/index>

PEMBERDAYAAN PETANI MELALUI PELATIHAN DAN IMPLEMENTASI IRIGASI TETES BERBASIS KONSEP MEKANIKA FLUIDA UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PENGGUNAAN AIR DAN KAPASITAS PRODUKSI PADA TANAMAN CABAI

Jeane Cornelda Rende^{1*}, Theresje Mandang¹, Kamaruddin Kamaruddin²

¹ Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Fisika, Universitas Negeri Manado, Indonesia

² Program Studi Fisika, Jurusan Fisika, Universitas Negeri Manado, Indonesia

*Korespondensi : jeanerende@unima.ac.id

ABSTRACT

This Community Service Activity (PKM) was carried out in response to the problems of limited water access and dependence on conventional irrigation systems faced by the "Pa Wali Walian" Farmers Group in Kampung Jawa Village, North Tondano District, Minahasa Regency. These conditions have resulted in low water-use efficiency and limited productivity and farm management in chili cultivation. To address these issues, activities were designed to sustainably improve farmers' knowledge, skills, and production capacity in using a drip irrigation system based on fluid mechanics concepts. The program was implemented through training, the installation of drip irrigation systems, and support for farm business management. A quantitative approach was used with a pre-experimental design (one-group pre-test and post-test), involving 17 farmers as participants. Data were collected through knowledge tests and closed-ended questionnaires using a Likert scale. The results showed a significant improvement in participants' knowledge, with the average score increasing from 6.24 (pre-test) to 9.29 (post-test), which was confirmed by a paired-samples t-test analysis ($p < 0.05$). Participants' assessment of the drip irrigation system was also positive, particularly in terms of water and labor-use efficiency (average score of 27.47 out of 35) and farm management efficiency (average score of 27.71 out of 35). Satisfaction with the training was high (average score of 32.47 out of 40). These findings indicate that the application of a fluid-based drip irrigation system is practical, well received by the community, and is expected to make a significant contribution to increased productivity, resource efficiency, and sustainable local food security in the future.

Keywords: *Drip irrigation; horticulture; water-use efficiency; food security; community empowerment*

ABSTRAK

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini dilaksanakan sebagai respons terhadap permasalahan keterbatasan akses air dan ketergantungan pada sistem irigasi konvensional yang dihadapi oleh Kelompok Tani "Pa Wali Walian" di Kelurahan Kampung Jawa, Kecamatan Tondano Utara, Kabupaten Minahasa. Kondisi tersebut berdampak pada rendahnya efisiensi penggunaan air serta terbatasnya produktivitas dan manajemen usaha pertanian cabai. Untuk

RIWAYAT ARTIKEL

Diserahkan : 12/08/2025
Diterima : 06/04/2026
Dipublikasikan : 01/08/2026

menjawab permasalahan tersebut, kegiatan dirancang untuk meningkatkan pengetahuan, keterampilan, serta kapasitas produksi petani secara berkelanjutan dalam menggunakan sistem irigasi tetes berbasis konsep mekanika fluida. Program dilaksanakan melalui pelatihan, instalasi sistem irigasi tetes, dan pendampingan manajemen usaha tani. Pendekatan kuantitatif digunakan dengan desain pre-eksperimental (one group pre-test and post-test) melibatkan 17 petani sebagai peserta. Pengumpulan data dilakukan melalui tes pengetahuan dan kuesioner tertutup berskala Likert. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan pada pengetahuan peserta, dengan skor rata-rata naik dari 6,24 (pre-test) menjadi 9,29 (post-test), serta terkonfirmasi melalui analisis paired sample t-test ($p < 0,05$). Penilaian peserta terhadap sistem irigasi tetes juga positif, terutama dalam aspek efisiensi penggunaan air dan tenaga kerja (rerata skor 27,47 dari 35) serta efisiensi manajemen usaha tani (rerata 27,71 dari 35). Tingkat kepuasan terhadap pelatihan tergolong tinggi (rerata 32,47 dari 40). Temuan ini menegaskan bahwa penerapan sistem irigasi tetes berbasis konsep fluida bersifat aplikatif, dapat diterima dengan baik oleh masyarakat yang diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan produktivitas, efisiensi sumber daya, dan ketahanan pangan lokal secara berkelanjutan di masa yang akan datang.

Kata Kunci: Irigasi tetes; hortikultura; efisiensi air; ketahanan pangan; pemberdayaan masyarakat

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan merupakan isu krusial yang dihadapi oleh wilayah pertanian, khususnya di Indonesia, seperti agrikultur yang memiliki potensi besar untuk pengembangan, namun terkendala oleh tantangan dalam pengelolaan sumber daya. Kelompok Tani “Pa Wali Walian” di Kecamatan Tondano Utara menjadi contoh konkret dari fenomena ini, terdapat peluang besar untuk budidaya tanaman hortikultura, terutama cabai, tetapi mengalami masalah serius dalam hal irigasi akibat kondisi geografis dan iklim yang tidak menentu. Sumber daya air yang tidak dikelola dengan optimal berdampak negatif pada biaya produksi dan hasil panen yang fluktuatif, dengan demikian memengaruhi stabilitas produksi petani (Lidya Yuniati et al., 2024; Rumihin, 2024).

Salah satu solusi yang ditawarkan adalah implementasi sistem irigasi tetes berbasis konsep fluida, yang mampu mendistribusikan air secara efisien langsung ke akar tanaman dengan kehilangan air yang minimal dibandingkan dengan sistem irigasi tradisional yang saat ini mereka gunakan. Irigasi secara manual umumnya menggunakan tangki kocor berpotensi menyebabkan pemborosan air,

membutuhkan tenaga kerja dan kurang efisien. Oleh karena itu, penerapan sistem irigasi tetes berbasis konsep fisika fluida muncul sebagai solusi yang menjanjikan. Penelitian menunjukkan bahwa sistem ini dapat menghemat penggunaan air hingga 30-60% serta meningkatkan hasil panen antara 20-90%, tergantung pada jenis tanaman dan kondisi lingkungan (Steven Witman, 2021). Prinsip kerja sistem ini mengandalkan hukum Bernoulli dan kontinuitas fluida, yang memungkinkan pengendalian tekanan dan debit air dengan presisi tinggi (Mustopa et al., 2024). Namun, tantangan dalam hal transfer teknologi dan penerimaan sistem ini di kalangan petani kecil, seperti yang diidentifikasi oleh Witman (Steven Witman, 2021), menunjukkan bahwa kurangnya pelatihan dan pemahaman tentang teknologi baru menjadi penghambat utama.

Lebih lanjut, keberhasilan mengintegrasikan energi terbarukan untuk pompa irigasi masih terbatas, dan hal ini juga menjadi area yang perlu pengembangan (Kurdi et al., 2023). Oleh karena itu, sangat penting untuk melaksanakan pendekatan pemberdayaan masyarakat yang melibatkan aspek edukatif dan partisipasi petani, guna meningkatkan kapasitas dan kemandirian

mereka. Kegiatan ini diharapkan dapat menjawab pertanyaan penelitian mengenai seberapa jauh sistem irigasi tetes berbasis konsep fluida dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dan produksi pertanian pada kelompok Tani “Pa Wali Walian”.

Dengan mengimplementasikan pelatihan untuk meningkatkan pemahaman mengenai sistem irigasi tetes yang menerapkan konsep fisika fluida dan kegiatan ini juga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dan kapasitas produksi yang signifikan, yang pada gilirannya akan mendukung ketahanan pangan jangka panjang di komunitas tersebut. Berbagai upaya pemberdayaan petani melalui kegiatan edukasi dan pendampingan dalam meningkatkan kapasitas petani sesuai permasalahan yang ada telah banyak dilaporkan (Aini et al., 2023; Nursuhud et al., 2024; Wahyuni et al., 2023). Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan untuk memecahkan permasalahan dengan menawarkan solusi berbasis teknologi yang tepat guna, dan dapat menjadi model yang dapat diterapkan di wilayah lain yang memiliki konteks serupa di Indonesia (Romy Aulia et al., 2023; Rumihin, 2024).

METODE

Kegiatan pengabdian yang dilakukan oleh Tim pelaksana Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) bersama Mitra Kelompok Tani “Pa Wali Walian” menggunakan pendekatan partisipatif dan edukatif. Kegiatan ini dilaksanakan di Kampung Jawa, Kecamatan Tondano Utara, dengan melibatkan 17 anggota aktif dari mitra, berlangsung pada bulan Juni-Agustus 2025. Pendekatan ini mengombinasikan pelatihan, penerapan teknologi, serta pendampingan berkelanjutan yang diintegrasikan dalam lima tahapan utama (Gambar 1).

Tahap pertama mencakup sosialisasi program untuk memperkenalkan tujuan dan manfaat kegiatan kepada para anggota kelompok tani. Setelah sosialisasi, peserta akan mengikuti pelatihan yang fokus pada sistem irigasi tetes berdasarkan prinsip fluida,

bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mereka. Implementasi teknologi dilakukan melalui instalasi dan pengoperasian sistem irigasi tetes di lahan pertanian mitra, selanjutnya diikuti dengan pendampingan untuk memastikan bahwa keterampilan yang diajarkan dapat diterapkan secara mandiri oleh peserta. Proses evaluasi dilakukan untuk menilai keberhasilan program baik dari aspek pengetahuan dan keterampilan, serta dampaknya terhadap efisiensi penggunaan air dan produktivitas pertanian. Evaluasi ini menggunakan angket dengan skala Likert yang dapat memberikan gambaran mengenai persepsi peserta terhadap efisiensi sistem.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

Instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data mencakup tes untuk mengukur peningkatan pengetahuan peserta dengan menggunakan *pre-test* dan *post-test* untuk menilai efektivitas program, serta angket tertutup dengan skala Likert untuk mengevaluasi persepsi mereka mengenai efisiensi penggunaan air dan manajemen usaha pertanian cabai (Kamaruddin et al., 2024; Wahyuni et al., 2023). Untuk analisis data, N-gain dihitung untuk mengukur peningkatan pengetahuan, dan uji *Paired Sample t-test* dilakukan untuk mengkonfirmasi signifikansi skor *pre-test* dan *post-test*, dengan tingkat signifikansi 5% (Kamaruddin et al., 2024;

Mursalat et al., 2025). Skala Likert berupa pernyataan dari sangat tidak setuju (1) - sangat setuju (5) untuk mengevaluasi sikap atau persepsi mereka mengenai efisiensi penggunaan air dan manajemen usaha pertanian cabai serta evaluasi pelaksanaan kegiatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan pelatihan sistem irigasi tetes berbasis pada konsep fluida melibatkan 17 orang anggota aktif dari Kelompok Tani “Pa Wali Walian”. Kegiatan Pelatihan dilakukan secara *indoor* dengan muatan materi pelatihan yaitu sistem irigasi tetes berbasis konsep fluida dan manajemen usaha tani dalam mendukung ketahanan pangan. Kegiatan pelatihan diawali dengan registrasi peserta dan pengisian *pre-test*. Selanjutnya pembukaan yang dilakukan dengan penyampaian sambutan ketua pelaksana program pengabdian kepada masyarakat (PkM) Dr. Jeane Cornelda Rende, M.Si. dan Sambutan Mitra Ketua Kelompok Tani “Pa Wali Walian”, Penyampaian materi yang dibawa oleh Dra. Theresje Mandang, M.Si. bersama Kamaruddin, M.Si. dan kegiatan diakhiri dengan foto bersama seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Dokumentasi Pada Kegiatan Pelatihan

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Kegiatan selanjutnya adalah implementasi yang dilakukan secara *outdoor* seperti yang ditampilkan pada Gambar 3. Peserta begitu antusias untuk melakukan instalasi dan praktek lapangan dengan bersama-sama melakukan penanaman cabai dan mengamati proses irigasi

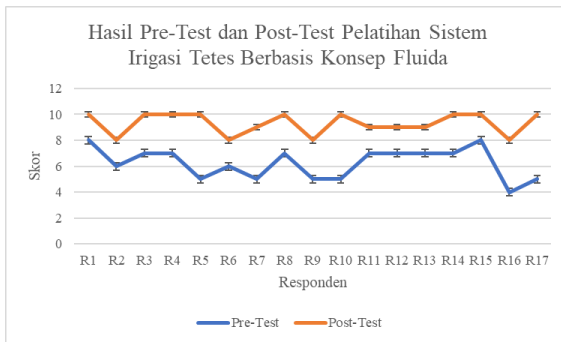
tetes dengan menerapkan konsep fluida. Kegiatan ini dilanjutkan dengan pendampingan dan diskusi yang diakhiri dengan pengisian *post-test* dan evaluasi.



Gambar 3. Dokumentasi Pada Kegiatan Implementasi

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Secara demografis, peserta berusia antara 27 hingga 67 tahun, dengan rata-rata usia 51,18 tahun. Data ini menunjukkan bahwa mayoritas peserta berada dalam kategori usia produktif hingga pra-lansia, yang umumnya masih memiliki kapabilitas fisik dan motivasi yang tinggi untuk mengadopsi teknologi baru dalam pertanian. Peserta termuda berusia 27 tahun, sedangkan yang tertua berusia 67 tahun. Secara keseluruhan, pelaksanaan pelatihan berjalan baik dengan partisipasi aktif seluruh peserta. Dari sekian banyak peserta, 10 orang (58,82%) berada dalam rentang usia produktif (≤ 55 tahun), sedangkan 7 orang (41,18%) tergolong pra-lansia (> 55 tahun). Proporsi ini menunjukkan bahwa mayoritas peserta masih berada dalam usia yang adaptif terhadap inovasi teknologi, sehingga potensi keberlanjutan implementasi sistem irigasi tetes dalam kelompok tani ini tampak cukup tinggi. Dari evaluasi menggunakan *pre-test* dan *post-test*, terdapat peningkatan signifikan dalam pengetahuan teknis peserta. Gambar 4 menampilkan hasil analisis perbandingan nilai *Pre-test* dan Post Test pada kegiatan pelatihan dan implementasi irigasi tetes berbasis konsep fluida yang telah dilakukan.



Gambar 4. Peningkatan Pengetahuan Peserta Pelatihan Irigasi Tetes Berbasis Konsep Fluida

(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

Grafik pada Gambar 4, menunjukkan distribusi peningkatan skor per individu secara visual, yang mengindikasikan bahwa materi pelatihan diserap dengan baik. Kegiatan pelatihan yang dilakukan sejalan dengan penelitian mengenai efektivitas pendekatan berbasis praktik lapangan dalam meningkatkan retensi pengetahuan peserta. Hal ini menunjukkan bahwa penyesuaian metode penyampaian materi dengan kondisi lokal serta penerapan langsung praktik instalasi irigasi tetes berkontribusi dalam membangun pemahaman peserta tentang prinsip-prinsip dasar fluida serta aplikasinya di lapangan. Pemberdayaan masyarakat dalam memanfaatkan teknologi yang dilakukan oleh (Rosita et al., 2025) mengonfirmasi bahwa keterlibatan langsung petani dalam praktik teknologi pertanian dapat mendongkrak pemahaman mereka (Dianto, 2023).

Dari analisis terhadap 17 responden, diperoleh peningkatan rata-rata skor dari 6,24 pada *pre-test* menjadi 9,29 pada *post-test*, dengan selisih rata-rata sebesar 3,06 poin. Semua peserta menunjukkan peningkatan pada skor mereka, termasuk beberapa yang awalnya memiliki nilai rendah (≤ 5). Efektivitas dari peningkatan pengetahuan ini juga diukur menggunakan Normalized Gain (N-gain) yang hasilnya menunjukkan rata-rata N-gain sebesar 0,83 yang termasuk dalam kategori tinggi (Kamaruddin et al., 2024; Susilawati et al., 2023). Dalam literatur, nilai N-gain dapat dikategorikan sebagai rendah ($N\text{-gain} < 0,3$), sedang ($0,3 \leq N\text{-gain} < 0,7$), dan tinggi ($N\text{-gain} \geq 0,7$) (Kamaruddin et al., 2024; Komari et al., 2024).

Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat variasi tingkat pengetahuan yang awal, mayoritas peserta mampu memanfaatkan materi pelatihan dengan optimal.

Pendekatan partisipatif yang diterapkan mulai dari sosialisasi, pelatihan, implementasi teknologi, hingga pendampingan berkelanjutan diyakini menjadi faktor utama dalam keberhasilan transfer teknologi kepada peserta. Selisih rata-rata hasil juga diuji dengan Uji-T untuk mengukur signifikansi perbedaan seperti yang ditampilkan pada Gambar 5. Hasil analisis menunjukkan nilai p-value $< 0,05$, yang menandakan bahwa peningkatan skor tersebut signifikan secara statistik setelah diberikan pelatihan (Kamaruddin et al., 2024). Ini berarti pelatihan yang diberikan efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta.

t-Test: Paired Two Sample for Means		
	<i>Pre-Test</i>	<i>Post-Test</i>
Mean	6,235	9,294
Variance	1,441	0,721
Observations	17	17
Pearson Correlation	0,418	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	16	
t Stat	-11,024	
P(T<=t) one-tail	0,000	
t Critical one-tail	1,746	
P(T<=t) two-tail	0,000	
t Critical two-tail	2,120	

Gambar 5. Hasil Uji T
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

Penilaian efisiensi sistem irigasi tetes dan manajemen usaha tani dilakukan menggunakan skala Likert 1–5, dengan hasil yang menunjukkan skor rata-rata 27,06 untuk efisiensi penggunaan air dan tenaga kerja, sementara manajemen usaha tani memperoleh skor rata-rata sebesar 27,88. Responden menegaskan bahwa penerapan sistem irigasi tetes berkontribusi dalam penghematan air, mengurangi kelelahan, dan memberikan distribusi air yang lebih merata, terutama pada tanaman cabai, yang sangat tergantung pada kelembaban tanah. Penelitian oleh (Fahrudin et

al., 2023) menunjukkan bahwa penerapan irigasi tetes semi otomatis telah membantu efisiensi penggunaan air dalam budidaya cabai di lahan tadah hujan, yang mencerminkan hasil yang serupa (As'ari & Qiram, 2023).

Di samping keuntungan dari sistem irigasi, pelatihan mengenai manajemen usaha tani juga memberikan manfaat besar. Pelatihan ini membantu petani dalam menyusun rencana dan mencatat biaya usaha secara tertib, mengatasi metode konvensional yang biasanya kurang terdokumentasi. Hal ini sejalan dengan pendapat Hasibuan (2023) yang menyatakan bahwa keberhasilan inovasi teknologi dalam pertanian memerlukan penguatan kapasitas manajerial para petani. Evaluasi keseluruhan dari pelaksanaan kegiatan menunjukkan skor rata-rata 32,76 dari skala maksimal 40, yang menunjukkan bahwa peserta sangat puas dengan pelatihan, pendampingan, dan manfaat yang mereka peroleh. Temuan ini mencerminkan hasil-hasil yang sebelumnya yaitu penggunaan sistem irigasi yang efisien dapat meningkatkan hasil pertanian secara keseluruhan (Mustopa et al., 2024). Melalui sistem irigasi tetes, efisiensi air dapat dilakukan dan menunjang ketersediaan kebutuhan air. Sehingga dapat mendorong untuk peningkatan produktivitas tanaman dan upaya ketahanan pangan dapat dilakukan sekalipun air terbatas.

Beberapa peserta secara eksplisit mengungkapkan bahwa kegiatan ini telah membuka wawasan baru tentang pentingnya efisiensi dalam usaha tani dan potensi penggunaan energi terbarukan, seperti panel surya, yang mungkin dapat diintegrasikan dalam praktik pertanian mereka. Temuan ini memberikan implikasi praktis bagi pengembangan model pelatihan teknologi yang berbasis pada sains terapan untuk petani lokal. Oleh karena itu, untuk meningkatkan efisiensi lebih lanjut, diperlukan integrasi teknologi irigasi berbasis sensor otomatis, serta pelatihan tambahan dalam pencatatan biaya produksi dan pengelolaan hasil panen (Hasibuan, 2023; Mustopa et al., 2024).

SIMPULAN

Program pengabdian ini berhasil memberdayakan Kelompok Tani “Pa Wali Walian” melalui implementasi sistem irigasi tetes berbasis fluida. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan air, tetapi juga pengetahuan teknis dan kapasitas manajerial petani. Evaluasi kegiatan menunjukkan kepuasan tinggi dari peserta. Rekomendasi untuk keberlanjutan program meliputi: replikasi ke kelompok tani lain, dukungan kelembagaan untuk pengelolaan sistem, integrasi dengan energi terbarukan, dan monitoring jangka panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis selaku pelaksana kegiatan Pengabdian Kepada masyarakat (PkM) bersama mitra Kelompok Tani “Pa Wali Walian” menyampaikan terima kasih atas dukungan pendanaan dari Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) Kemdikristek RI pada Tahun Anggaran 2025, sesuai dengan Kontrak Induk Nomor: 082/C3/DT.05.00/PM/2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., Yurlisa, K., Sebayang, H. T., Sumarni, T., & Fajarwati, S. K. (2023). Edukasi dan Pendampingan Kelompok Tani Desa Bokor, Kabupaten Malang melalui Lomba Kreativitas Budidaya Sayur Sehat. *Kumawula: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(1), 119 – 127. <https://doi.org/10.24198/kumawula.v6i1.42156>
- As'ari, H., & Qiram, I. (2023). Peningkatan Laju Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) melalui Penerapan Sistem Irigasi Tetes. *Jurnal Biosense*, 6(02), 265–271. <https://doi.org/10.36526/biosense.v6i02.3380>
- Dianto, I. (2023). Peningkatan Kompetensi Mahasiswa PMI: Pengalaman dari Praktik Lapangan di Dua Lembaga Mitra, Indonesia. *Jurnal At-Taghyir: Jurnal Dakwah Dan Pengembangan Masyarakat Desa*, 5(2), 227–248.

- <https://doi.org/10.24952/taghyir.v5i2.7588>
- Fahrudin, Mahrup, Padusung, Kusnarta, I. G. M., Iemaaniah, Z. M., Bustan, & Mulyati. (2023). Pendampingan Penerapan Irigasi Tetes Semi Otomatis dalam Efisiensi Penggunaan Air pada Petani Cabai Lahan Tadah Hujan Desa Sukadana Lombok Tengah Bagian Selatan. *Jurnal SIAR ILMUWAN TANI*, 4(2), 250–257. <https://doi.org/10.29303/jsit.v4i2.94>
- Hasibuan, M. R. R. (2023). Inovasi Teknologi Irigasi dalam Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Air dalam Pertanian. In *OSF Preprint* (pp. 1–11). <https://doi.org/10.31219/osf.io/svcuy>
- Kamaruddin, K., Silangen, P. M., Fitrianingrum, A. M., Rende, J. C., & Londa, T. K. (2024). The Effectiveness of Teacher Training in Creating Web-Based Learning Media: An Analysis of Teacher Knowledge. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 12(1), 43–51. <https://doi.org/10.26618/jpf.v12i1.14009>
- Komari, A., Setyawan, H., Kriswanto, E. S., Sujarwo, S., García-Jiménez, J. V., Pavlovic, R., Nowak, A. M., Susanto, N., Kurniawan, A. W., Gusliana HB, G. H., Shidiq, A. A. P., Putra, A. M. I., & Roziah, R. (2024). The Effect of Physical Education (PE) Class Management Using Badminton Materials to Improve Elementary School (ES) Students' Concentration. *Retos*, 56, 520–526. <https://doi.org/10.47197/retos.v56.104609>
- Kurdi, M., Fatmawati, F., Santosa, R., Wahyuni, P. R., & Anwar, M. (2023). Strategi Pengembangan SDM Petani untuk Meningkatkan Efisiensi dan Kesejahteraan Di Sektor Pertanian di Kecamatan Lenteng Kabupaten Sumenep. *Jurnal Manajemen Dan Bisnis Indonesia*, 9(2), 308–315. <https://doi.org/10.32528/jmbi.v9i2.1101>
- Lidya Yuniati, M. Ridho Anugrah, Siti Hopipah, Nopia Himayatul, & Zuhdiyah Matienatul Iemaaniah. (2024). Pemberdayaan Masyarakat melalui Penyuluhan Pengaruh Teknik Irigasi Tetes terhadap Budidaya Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) di Desa Kuta Lombok Tengah. *Jurnal SIAR ILMUWAN TANI*, 5(1), 14–21. <https://doi.org/10.29303/jsit.v5i1.129>
- Mursalat, A., Syarifuddin, R. N., Muhanniah, M., & Thamrin, N. T. (2025). Pemberdayaan Kelompok Tani Tuju Wali-Wali II melalui Pembuatan Pupuk Kompos Trichoderma dalam Mendukung Pertanian Berkelanjutan di Desa Damai. *Kumawula : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 8(2), 449–457.
- Mustopa, A., Sujjada, A., & Kharisma, I. L. (2024). Pengembangan Sistem Irigasi Tetes non Circulation Menggunakan IoT dan Analisis Big Data. *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, 13(1), 66–70. <https://doi.org/10.30591/smartcomp.v13i1.5388>
- Nursuhud, N., Oktariani, A., Jhoni, I. M., Mardianingrum, R., Napitupulu, G., Wirantono, S. N., Gramita, W. S., & Muchtaridi, M. (2024). Pemahaman Petani dalam Budidaya Buah Manggis di Desa Parakanmanggu Pangandaran untuk Peningkatan Kualitas Hasil Panen. *Kumawula: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(3), 892–905. <https://doi.org/10.24198/kumawula.v7i3.56424>
- Romy Aulia, Laksmana, I., Jingga, T. Z., Novita, R., Hendra, H., Harmailis, H., & Syelly, R. (2023). Penerapan Internet of Things (IoT) di Lingkungan Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan Kabupaten Limapuluh Kota. *Journal of Indonesian Social Society (JISS)*, 1(3), 104–108. <https://doi.org/10.59435/jiss.v1i3.177>
- Rosita, Y. D., Nugroho, N. E. W., Salsabila, Z., & Pamungkas, A. R. P. (2025). Pemberdayaan Pelaku UMKM dalam Pemanfaatan Teknologi Digital melalui Content Marketing di Desa Banjanyar. *Kumawula: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 8(2), 490–495. <https://doi.org/10.24198/kumawula.v8i2.58238>
- Rumihin, O. F. (2024). Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan dan Pengembangan Sumber Daya Air Daerah Irigasi Way Latta, Maluku. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, 2(3), 692–701. <https://doi.org/10.59837/jpmmba.v2i3.885>
- Steven Witman. (2021). Penerapan Metode Irigasi Tetes Guna Mendukung Efisiensi Penggunaan Air di Lahan Kering. *Jurnal*

- Triton*, 12(1), 20–28.
<https://doi.org/10.47687/jt.v12i1.152>
- Susilawati, Doyan, A., & Mulyadi, L. (2023). Effectiveness of Teaching Materials for the Introductory Core Physics Course Based on the Use of PhET to Improve the Activity and Learning Outcomes of Physics Education Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(12), 11538–11543.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i12.6587>
- Wahyuni, W. T. ;, Batubara, I., Sarianti, T., & Nisa, U. (2023). Edukasi Pemanfaatan Jahe Tanpa Limbah (Zero Waste) kepada Kelompok Wanita Tani di Kecamatan Nagrak, Sukabumi, Jawa Barat. *Kumawula: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(3), 529–540.