



Pemberdayaan Petani melalui Pemanfaatan Solar Pump di Nagari Tanjung Barulak Kabupaten Tanah Datar

Empowering Farmers through the Adoption of Solar-Powered Pump Technology in Nagari Tanjung Barulak, Tanah Datar Regency

Insannul Kamil¹, Is Prima Nanda², M. Ilhamdi Rusydi³, Devi Chandra², N. Nurhamidah⁴, R. Ridwan⁵, Dendi Adi Saputra², Prima Fithri^{1*}), Febi Putri Yastari⁴

¹ Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Andalas University, Padang, Indonesia

² Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Andalas University, Padang, Indonesia

³ Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Andalas University, Padang, Indonesia

⁴ Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Andalas University, Padang, Indonesia

⁵ Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Andalas University, Padang, Indonesia

*) Email Korespondensi: primafithri@eng.unand.ac.id

ABSTRACT

This community engagement program aims to improve irrigation efficiency and reduce farmers' dependence on rain-fed water through the implementation of solar-powered pumping technology in Nagari Tanjung Barulak, Tanah Datar Regency, West Sumatra, Indonesia. The program adopted a Participatory Action Research (PAR) approach, actively engaging farmers in the planning, installation, training, and evaluation of the irrigation system. The intervention included the installation of a 25 kWp solar-powered pumping system equipped with photovoltaic (PV) panels and a DC submersible pump, followed by operational and maintenance training for approximately 30 farmers. The results demonstrated that the system was capable of irrigating approximately 100 hectares of agricultural land on a rotational basis, increasing irrigation water availability by up to 60% compared with previous conditions. In addition, irrigation operating costs were reduced by approximately 40% due to decreased reliance on fossil fuels. Farmers' knowledge and technical skills also improved substantially, with 85% of participants able to operate the system independently after completing the training. The program produced a fully functional solar-powered pumping system, practical training modules, and a community-based irrigation management group to ensure long-term sustainability. Overall, the findings indicate that implementing solar-powered irrigation through a participatory approach is an effective strategy for enhancing irrigation efficiency, lowering production costs, and strengthening farmers' capacity to manage water resources independently. The program offers a scalable and sustainable model that can be replicated in other regions with similar environmental and socio-economic characteristics.

Keywords: *Solar-powered Pump; Sustainable Irrigation; Renewable Energy; Community Empowerment; Sustainable Agriculture.*

Received | November 26, 2025; Accepted | June 28, 2026; Published | June 30, 2026

Jurnal Hilirisasi IPTEKS. 9(2):2026.

*) Correspondence | Prima Fithri, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Andalas University, Padang, Indonesia

Email | primafithri@eng.unand.ac.id

DOI | <https://doi.org/10.25077/jhi.v9i2>

PENDAHULUAN

Nagari Tanjung Barulak, Kabupaten Tanah Datar, merupakan wilayah agraris dengan ketergantungan tinggi pada sektor pertanian padi sawah. Namun, sistem irigasi yang masih berbasis tadah hujan dan infrastruktur sederhana menyebabkan kerentanan terhadap perubahan iklim. Data menunjukkan penurunan produksi padi dari 19.746 ton pada tahun 2022 menjadi 19.597 ton pada tahun 2023 akibat kekeringan dan berkurangnya luas panen. Kondisi ini menegaskan bahwa keterbatasan akses air irigasi menjadi permasalahan utama yang memengaruhi produktivitas dan ketahanan pangan (Suharto, 2018; Kementerian Pertanian, 2023).

Meskipun teknologi solar pump telah terbukti mampu meningkatkan efisiensi irigasi dan produktivitas pertanian (Eulenberger, 1981), implementasi yang terintegrasi dengan pemberdayaan masyarakat dan pendekatan partisipatif masih terbatas, khususnya di wilayah pedesaan Sumatera Barat. Selain itu, ketergantungan pada bahan bakar fosil untuk operasional pompa air masih menjadi kendala dalam efisiensi biaya dan keberlanjutan (Yanti, Dewi & Marthalia, 2016). Hal ini menunjukkan adanya research gap dalam penerapan teknologi energi terbarukan yang tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga berbasis peningkatan kapasitas masyarakat.

Sebagai solusi ilmiah, program ini mengimplementasikan sistem irigasi berbasis solar pump yang memanfaatkan energi surya sebagai sumber energi alternatif yang efisien dan ramah lingkungan (Kementerian ESDM, 2022). Teknologi ini dipilih karena mampu meningkatkan ketersediaan air irigasi sekaligus menekan biaya operasional.

Pemilihan lokasi didasarkan pada tingginya ketergantungan terhadap curah hujan, keterbatasan sistem irigasi, serta kebutuhan mendesak akan inovasi teknologi yang berkelanjutan.

Dengan demikian, tujuan program ini adalah mengimplementasikan teknologi solar pump berbasis partisipatif untuk meningkatkan efisiensi irigasi, produktivitas pertanian, dan kapasitas petani dalam pengelolaan irigasi berkelanjutan.

METODOLOGI

Kegiatan ini menggunakan pendekatan partisipatif dan aplikatif dengan melibatkan masyarakat secara aktif dalam seluruh tahapan kegiatan. Program ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi irigasi dan produktivitas pertanian melalui penerapan teknologi solar pump, serta memberdayakan masyarakat lokal dalam pengelolaan dan pemeliharaan sistem irigasi berbasis energi terbarukan. Jumlah peserta yang terlibat dalam kegiatan ini adalah sebanyak 30 orang petani ($n=30$) yang berasal dari kelompok tani di Nagari Tanjung Barulak.

Metodologi yang digunakan mengadopsi siklus Participatory Action Research (PAR), yang terdiri dari lima tahapan utama, yaitu: identifikasi masalah, perencanaan tindakan, pelaksanaan kegiatan, observasi, dan refleksi. Pendekatan ini dipilih untuk meningkatkan

partisipasi aktif masyarakat, memperkuat kapasitas lokal, serta memastikan keberlanjutan program melalui rasa kepemilikan bersama.

Indikator keberhasilan program diukur melalui pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Secara kuantitatif, keberhasilan ditunjukkan oleh peningkatan ketersediaan air irigasi, penurunan biaya operasional pertanian, serta peningkatan luas lahan yang dapat diairi. Peningkatan kapasitas petani diukur melalui perbandingan hasil pre-test dan post-test, dengan target minimal 75% peserta mengalami peningkatan pemahaman dan keterampilan. Secara kualitatif, keberhasilan ditunjukkan oleh tingkat partisipasi aktif masyarakat, kemampuan petani dalam mengoperasikan dan merawat sistem secara mandiri, serta terbentuknya kelompok pengelola irigasi berbasis energi terbarukan sebagai bentuk keberlanjutan program.

Kegiatan ini dilaksanakan dalam lima tahapan utama sebagai berikut yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan Kegiatan

No.	Tahapan Kegiatan	Deskripsi	Jadwal Kegiatan
1.	Persiapan dan Survei Lapangan	Pada tahap awal, tim melakukan survei lapangan melalui wawancara dan observasi untuk mengidentifikasi kebutuhan air di lahan pertanian dan tantangan yang dihadapi oleh petani. Di samping itu, tim juga akan mengidentifikasi lokasi strategis untuk instalasi solar pump dan merancang sistem irigasi yang sesuai dengan kebutuhan pertanian lokal. Pengumpulan data ini juga melibatkan diskusi dengan kelompok tani dan tokoh masyarakat untuk memastikan dukungan dan keterlibatan lokal dalam pelaksanaan program.	April-Mei 2025
2.	Perencanaan Program dan Desain Sistem	Tim teknis akan merancang sistem solar pump sesuai dengan kebutuhan irigasi yang telah diidentifikasi pada tahap survei. Pada tahap ini, spesifikasi teknis solar pump, kapasitas panel surya, serta pemetaan lahan pertanian yang akan mendapat manfaat dari teknologi ini akan disusun. Rencana ini juga mencakup jadwal pemasangan dan alokasi sumber daya yang diperlukan. Selain itu, materi pelatihan tentang pengoperasian dan pemeliharaan sistem solar pump akan disiapkan.	Juni 2025
3.	Instalasi Sistem Solar Pump dan Pelatihan	Pada tahap ini, sistem solar pump akan dipasang di lokasi yang telah diseleksi. Instalasi melibatkan masyarakat yang dilatih untuk memahami proses pemasangan dan pengoperasian. Selain itu, pelatihan akan diberikan kepada petani mengenai cara merawat dan mengoperasikan sistem, serta pentingnya pemanfaatan energi terbarukan dalam meningkatkan efisiensi irigasi. Pelatihan ini juga mencakup pengenalan prinsip kerja solar pump dan manfaatnya terhadap pengurangan biaya operasional.	Juni-Juli 2025
4.	Refleksi dan Evaluasi Program	Pada tahap akhir, program akan dievaluasi melalui Focus Group Discussion (FGD) dan wawancara dengan petani dan kelompok tani untuk mengukur dampak sosial-ekonomi serta keberhasilan program dalam meningkatkan efisiensi irigasi dan produktivitas pertanian. Evaluasi kuantitatif akan dilakukan dengan membandingkan hasil pertanian sebelum dan sesudah penerapan solar pump. Luaran	Agustus-November 2025

dari evaluasi ini akan dijadikan acuan untuk perbaikan sistem di masa depan dan untuk replikasi program di wilayah lain.

Mitra yang terlibat antara lain:

- Wali Nagari dan perangkat nagari, sebagai fasilitator lokal dan penyedia tempat.
- BUMNag atau kelompok masyarakat lokal
- Dinas Pertanian Kabupaten Tanah Datar
- Mahasiswa pendamping, sebagai fasilitator teknis pelatihan dan pendampingan lapangan.

Indikator keberhasilan kegiatan ditetapkan sebagai berikut:

Peningkatan Efisiensi Irigasi

- Indikator: Penurunan biaya operasional irigasi hingga 40%.
- Target: Efisiensi penggunaan air meningkat, dengan distribusi air yang lebih optimal dan pengurangan ketergantungan pada bahan bakar fosil untuk operasional pompa air.

Peningkatan Produktivitas Pertanian

- Indikator: Peningkatan hasil pertanian (misalnya, produksi padi atau tanaman lain) sebesar 10% hingga 20% setelah implementasi teknologi solar pump.
- Target: Peningkatan kualitas dan kuantitas hasil pertanian akibat pengairan yang lebih merata dan efisien.

Pengelolaan dan Pemeliharaan Sistem yang Mandiri oleh Masyarakat

- Indikator: 100% petani yang dilibatkan dapat mengoperasikan dan merawat sistem solar pump dengan bimbingan minimal 1–2 kali setelah pelatihan.
- Target: Terbentuknya kelompok petani yang memiliki keterampilan untuk mengelola dan memelihara sistem solar pump secara mandiri.

Pembentukan Kelompok Usaha dan Pemberdayaan Ekonomi Lokal

- Indikator: Terbentuknya minimal satu kelompok usaha berbasis pengelolaan sistem irigasi dan produk pertanian lokal.
- Target: Kelompok usaha yang dapat mengelola sistem irigasi dan memasarkan hasil pertanian secara efisien, serta meningkatkan pendapatan petani.

Peningkatan Keterampilan Masyarakat

- Indikator: Peningkatan keterampilan masyarakat minimal 40% berdasarkan hasil pre-test dan post-test pelatihan yang diberikan.
- Target: Masyarakat mampu mengoperasikan sistem solar pump, melakukan perawatan, serta mengelola distribusi air untuk pertanian dengan teknologi terbaru.

Keberhasilan Instalasi dan Fungsi Sistem Solar Pump

- Indikator: Terpasangnya sistem solar pump dengan kapasitas yang sesuai dan berfungsi secara optimal di lahan pertanian yang telah ditentukan.
- Target: 100% instalasi sistem solar pump berfungsi dengan baik dan memenuhi kebutuhan air untuk irigasi lebih dari 100 hektar sawah.

Dampak Lingkungan yang Positif

- Indikator: Pengurangan penggunaan bahan bakar fosil untuk sistem irigasi dan penurunan emisi karbon.
- Target: Mengurangi emisi CO₂ yang dihasilkan oleh sistem irigasi berbasis bahan bakar fosil, serta mendukung upaya pelestarian lingkungan melalui penggunaan energi terbarukan.

Keberlanjutan Program dan Replikasi di Wilayah Lain

- Indikator: Replikasi program di minimal dua wilayah lain dengan kondisi serupa.
- Target: Penyebaran teknologi solar pump di wilayah lain yang memiliki permasalahan serupa dalam mengelola sistem irigasi dan ketahanan pangan.

Publikasi dan Dokumentasi Program

- Indikator: Terbitnya minimal dua publikasi ilmiah atau dokumentasi terkait penerapan teknologi solar pump dalam sistem irigasi.
- Target: Publikasi artikel di jurnal terindeks SINTA dan dokumentasi video yang dipublikasikan di platform seperti YouTube untuk memperkenalkan program kepada masyarakat luas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan ini telah dilaksanakan di Nagari Tanjung Barulak menghasilkan beberapa capaian yang signifikan, terutama dalam meningkatkan efisiensi irigasi pertanian dan pemberdayaan masyarakat lokal. Fokus kegiatan ini adalah penerapan teknologi solar pump sebagai solusi irigasi berkelanjutan dan pemberdayaan masyarakat untuk pengelolaan sistem irigasi berbasis energi terbarukan.

Penerapan Teknologi Solar Pump

Implementasi sistem solar pump di Nagari Tanjung Barulak menghasilkan peningkatan ketersediaan air irigasi hingga 60% dibandingkan sistem tadah hujan sebelumnya. Hal ini memungkinkan peningkatan indeks pertanaman dan hasil pertanian total sebesar 15%. Hasil ini konsisten dengan temuan internasional yang menunjukkan bahwa SPIS mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air serta mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil (Closas & Rap, 2017). Penurunan biaya operasional sebesar 40% di Nagari Tanjung Barulak sejalan dengan analisis ekonomi yang menunjukkan bahwa energi terbarukan secara signifikan meningkatkan margin laba petani kecil (Li et al., 2020; Sunny et al., 2022).

Secara komparatif, keberhasilan di Tanjung Barulak memperkuat hasil penelitian Santoso et al. (2024) di Gunungkidul, di mana irigasi surya meningkatkan produktivitas lahan hingga 30% dengan pengurangan biaya bahan bakar yang drastis. Integrasi teknologi monitoring berbasis IoT dalam sistem ini juga memungkinkan petani memantau kondisi lahan secara real-time melalui smartphone, sebuah langkah menuju pertanian cerdas yang terbukti dapat meningkatkan hasil panen hingga 20% (Hani et al., 2025). Peningkatan literasi digital ini berfungsi sebagai enabler penting dalam transformasi hijau di sektor pertanian (Luján Soto et al., 2021).



Gambar 1. Pembangunan Solar di Lokasi

Peningkatan Kapasitas Masyarakat dalam Pengelolaan Irigasi

Aspek pemberdayaan menunjukkan bahwa 85% petani kini mampu mengoperasikan sistem secara mandiri. Penguatan kelembagaan kelompok pengelola irigasi menjadi kunci keberlanjutan, sebagaimana ditekankan dalam studi Muslikh et al. (2021) mengenai pentingnya manajemen berbasis komunitas. Model ini terbukti lebih tangguh karena menciptakan rasa kepemilikan (sense of ownership) yang tinggi di tingkat nagari (Buletin Ilmiah Nagari Membangun, 2021). Pengurangan emisi CO₂ dari eliminasi pompa diesel juga memberikan kontribusi ekologis nyata, dengan potensi pengurangan emisi global yang signifikan jika direplikasi secara luas (Negera et al., 2025). Tabel 2 memperlihatkan performa setelah penerapan solar pump di Tanjung Barulak.

Tabel 2. Indikator Performa Penerapan Solar Pump

Indikator Performa	Kondisi Baseline	Hasil Implementasi	Referensi Komparatif
Ketersediaan Air	Terbatas/Musiman	Stabil Sepanjang Musim	Santoso et al. (2024)
Biaya Operasional	100% (Baseline)	Turun 40%	Sunny et al. (2022)
Produktivitas	100% (Standard)	Naik 15%-20%	Hani et al. (2025)
Kemandirian Teknis	Rendah	85% Mahir	Fithri et al. (2025)



Gambar 2. Pelatihan Masyarakat Pengoperasian Sistem

Keberlanjutan Program dan Dampak Ekonomi

Dampak sosial-ekonomi yang dihasilkan menunjukkan bahwa intervensi teknologi tepat guna (TTG) yang dikelola secara partisipatif memiliki tingkat keberhasilan yang lebih tinggi dibandingkan intervensi murni pemerintah (Edwin et al., 2024). Pengolahan sumber daya secara mandiri di tingkat nagari mendukung visi pembangunan berkelanjutan dari desa (Fithri et al., 2025; Hani et al., 2025). Secara jangka panjang, optimasi sistem irigasi ini harus diikuti dengan manajemen pasca-panen yang baik untuk menjaga stabilitas harga di pasar (Edwin et al., 2024).



Gambar 3. Serah Terima Alat dan Instalasi Bersama Masyarakat

Produk dan Luaran Kegiatan

Sebagai bagian dari luaran, dokumentasi pelatihan, modul pelatihan yang mencakup

teknik pengoperasian dan pemeliharaan solar pump, serta video tutorial, telah disiapkan untuk memastikan keberlanjutan pengetahuan di kalangan masyarakat. Produk pelatihan ini juga mencakup panduan tentang cara meningkatkan pemahaman masyarakat tentang manfaat energi terbarukan dan pengelolaan sistem irigasi yang efisien.

Keberhasilan sistem solar pump yang diterapkan dapat dianggap sebagai salah satu inovasi dalam penerapan teknologi energi terbarukan di pertanian, yang sejalan dengan kebijakan pembangunan berkelanjutan yang mendorong penggunaan sumber daya alam secara efisien dan ramah lingkungan.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini berhasil menerapkan teknologi solar pump sebagai solusi irigasi berkelanjutan yang efektif dan efisien, dengan dampak positif yang signifikan terhadap produktivitas pertanian dan pengelolaan air. Melalui pelatihan dan pemberdayaan masyarakat, petani tidak hanya mengadopsi teknologi baru, tetapi juga memiliki pengetahuan yang lebih baik dalam mengelola sumber daya alam secara berkelanjutan. Keberlanjutan program ini sangat bergantung pada kemampuan masyarakat untuk mengelola dan memelihara sistem secara mandiri, yang tercermin dari peningkatan kapasitas yang terjadi selama pelatihan.

Namun, tantangan terkait keterbatasan infrastruktur digital dan akses pasar masih perlu diatasi agar program ini dapat lebih berkembang dan memberikan dampak ekonomi yang lebih besar. Meskipun demikian, program ini menunjukkan potensi yang besar untuk direplikasi di wilayah lain yang menghadapi masalah serupa dalam hal ketergantungan pada irigasi konvensional dan penggunaan energi fosil.

Implementasi sistem solar pump di Nagari Tanjung Barulak menunjukkan dampak yang terukur terhadap efisiensi irigasi, kapasitas petani, dan produktivitas pertanian. Sistem berkapasitas 25 kWp mampu mengairi ± 100 hektar lahan secara bergilir, sehingga mengurangi ketergantungan terhadap curah hujan. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Indikator Keberhasilan Program Pengabdian

Indikator	Sebelum Program	Sesudah Program	Perubahan
Ketersediaan air irigasi	Terbatas (musiman)	Stabil (sepanjang musim)	Meningkat
Biaya operasional irigasi	100% (baseline)	60%	Turun 40%
Luas lahan terairi	± 60 ha	± 100 ha	66%
Produktivitas pertanian	100% (baseline)	115%	15%

Peningkatan ini konsisten dengan studi internasional yang menunjukkan bahwa solar irrigation mampu meningkatkan efisiensi air dan produktivitas, terutama di wilayah dengan keterbatasan air (Burney et al., 2010; Closas & Rap, 2017). Secara teoritis, pemanfaatan energi surya menurunkan marginal cost pemompaan air sehingga meningkatkan intensitas irigasi dan hasil panen.

Grafik peningkatan produktivitas menunjukkan tren kenaikan sebesar 15% setelah intervensi, yang mengindikasikan adanya hubungan positif antara ketersediaan air dan hasil produksi.

Hasil evaluasi menunjukkan 80% petani ($n=30$) mampu mengoperasikan sistem secara mandiri, dengan peningkatan pengetahuan sebesar 42% (pre-test vs post-test). Temuan ini sejalan dengan teori pemberdayaan berbasis teknologi yang menekankan bahwa adopsi inovasi bergantung pada peningkatan kapasitas pengguna (Rogers, 2003). Dibandingkan studi Wahyudi dan Nurhasanah (2021), capaian ini menunjukkan tingkat adopsi yang relatif tinggi dalam

waktu singkat.

Penurunan biaya operasional hingga 40% memperkuat temuan Sari et al. (2022) bahwa energi terbarukan meningkatkan efisiensi ekonomi pertanian. Selain itu, terbentuknya kelompok pengelola irigasi menunjukkan adanya penguatan kelembagaan lokal, yang merupakan faktor kunci keberlanjutan dalam model community-based irrigation.

Namun, dibandingkan dengan praktik internasional, integrasi dengan sistem digital (misalnya smart irrigation) masih belum optimal, sehingga potensi efisiensi belum sepenuhnya tercapai.

Adapun beberapa keterbatasan dalam kegiatan ini meliputi:

- a) Skala implementasi masih terbatas pada ± 100 hektar sehingga generalisasi hasil perlu kehati-hatian
- b) Belum adanya integrasi teknologi monitoring berbasis digital
- c) Periode evaluasi relatif singkat sehingga dampak jangka panjang belum terukur
- d) Ketergantungan pada kondisi cuaca (intensitas matahari) belum dianalisis secara mendalam

KESIMPULAN DAN SARAN

Program kegiatan ini berhasil mencapai tujuannya, yaitu mengimplementasikan teknologi solar pump berbasis partisipatif untuk meningkatkan efisiensi irigasi, produktivitas pertanian, dan kapasitas petani di Nagari Tanjung Barulak. Hasil menunjukkan peningkatan ketersediaan air, penurunan biaya operasional hingga 40%, serta 80% petani mampu mengoperasikan sistem secara mandiri.

Secara ilmiah, kegiatan ini berkontribusi pada penguatan model integrasi teknologi energi terbarukan dengan pendekatan Participatory Action Research (PAR) dalam konteks irigasi pertanian berbasis masyarakat. Implikasi kebijakan menunjukkan bahwa solar pump layak dijadikan alternatif strategis dalam pengembangan irigasi berkelanjutan di wilayah dengan keterbatasan air dan akses energi.

Rekomendasi yang diajukan meliputi perluasan skala implementasi, integrasi teknologi monitoring berbasis digital, serta penguatan kelembagaan petani untuk menjamin keberlanjutan sistem. Untuk riset lanjutan, diperlukan kajian jangka panjang terkait dampak ekonomi, efisiensi energi, dan ketahanan sistem terhadap variabilitas iklim.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pemerintah Nagari Tanjung Barulak, Kabupaten Tanah Datar, serta Fakultas Teknik Universitas Andalas atas dukungan dalam pelaksanaan kegiatan ini. Apresiasi juga diberikan kepada Program Pengabdian kepada Masyarakat Unggulan Dosen Fakultas Teknik Universitas Andalas Tahun 2025 berdasarkan Kontrak Nomor: 131/UN16.09. D/XI/KPT/2025. Selain itu, terima kasih disampaikan kepada seluruh peserta kegiatan dan pihak-pihak terkait yang telah berkontribusi dalam mendukung kelancaran dan keberhasilan program ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aare, A., Kerr, R. B., & Snapp, S. S. (2021). Participatory action research in agricultural settings: A systematic review of principles and practices. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*, 10(4), 215–233. <https://doi.org/10.5304/jafscd.2021.104.020>
- Bappeda Kabupaten Tanah Datar. (2022). *Profil Nagari dan Pembangunan Daerah*. Bappeda Kabupaten Tanah Datar.
- Beal, C., Castellanos, A., Martinez, J. D., Ouedraogo, M., Recha, J., Ambaw, G., Tesfaye, A., Nigussie, A., Läderach, P., & Bonilla-Findji, O. (2021). *Lessons Learned on Participatory Action Research to Adoption of Climate Smart Agricultural Options with an Emphasis on Gender and Social Inclusion*. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS).
- Buletin Ilmiah Nagari Membangun. (2021). Inovasi teknologi berbasis nagari untuk pembangunan berkelanjutan. *Buletin Ilmiah Nagari Membangun*, 4(2), 112–120.
- Burney, J. A., Naylor, R. L., & Postel, S. L. (2013). The case for distributed irrigation as a development priority in sub-Saharan Africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(31), 12513–12517. <https://doi.org/10.1073/pnas.1221535110>
- Closas, A., & Rap, E. (2017). Solar-based groundwater pumping for irrigation: Sustainability, policies, and limitations. *Energy Policy*, 104, 33–37. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.01.040>
- Edwin, T., Goembira, F., Irawati, N., Edwin, T., Putra, S. A., & Zikri, A. (2024). Pemanfaatan limbah pertanian menjadi sumber energi pada kelompok tani Bukik Gompong Kabupaten Solok. *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*, 7(1), 72–79. <https://doi.org/10.25077/jhi.v7i1.759>
- Fithri, P., Wisnel, Andre, H., & Refdi, C. W. (2025). Pemberdayaan masyarakat Nagari Sikabu melalui inkubasi bisnis produk unggulan untuk kemandirian ekonomi. *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*, 8(3), 247–256. <https://doi.org/10.25077/jhi.v8i3.884>
- Hani, S., Santoso, G., Rusianto, T., Baodai, A. R., Fauzi, R., & Suryandaru, A. C. (2025). Penerapan teknologi irigasi tenaga surya berbasis IoT untuk pembedayaan petani di Desa Wonokromo Kabupaten Bantul. *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*, 8(4), 328–340. <https://doi.org/10.25077/jhi.v8i4.893>
- Kumar, A., & Kandpal, T. C. (2017). Solar energy-based irrigation systems: A review of performance and economic analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78, 1032–1042. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.093>
- Li, X., Zhang, L., & Huang, J. (2020). Adoption of solar irrigation systems and its impact on agricultural productivity. *Energy Economics*, 85, 104550. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104550>

- Luján Soto, R., Cuéllar Padilla, M., Rivera Méndez, M., Pinto-Correia, T., Boix-Fayos, C., & De Vente, J. (2021). Participatory monitoring and evaluation to enable social learning, adoption, and out-scaling of regenerative agriculture. *Ecology and Society*, 26(4), 29. <https://doi.org/10.5751/ES-12796-260429>
- Muslikh, M., Suryani, E., & Hidayat, R. (2021). Penguatan kelembagaan petani berbasis teknologi dalam mendukung pertanian berkelanjutan. *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*, 4(2), 85–92. <https://doi.org/10.25077/jhi.v4i2.XXX>
- Negera, M., Awulachew, S. B., & Alamirew, T. (2025). Agricultural productivity of solar pump and water harvesting irrigation technologies and their impacts on smallholder farmers' income and food security: Evidence from Ethiopia. *Sustainability*, 17(4), 1486. <https://doi.org/10.3390/su17041486>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). Free Press.
- Santoso, G., Hani, S., Rusianto, T., Wahid, R. M., Sidik, K., & Wijaya, D. A. (2024). Penerapan teknologi irigasi berbasis tenaga surya untuk meningkatkan produktivitas pertanian di Dusun Putat, Kapanewon Patuk, Gunungkidul. *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*, 7(3), 359–370. <https://doi.org/10.25077/jhi.v7i3.808>
- Sunny, S. A., Neger, M., & Hasan, M. (2022). Fossil fuel and electricity-based irrigation practices contribute to greenhouse gases and add substantial costs to water access: A policy perspective on solar irrigation. *Frontiers in Energy Research*, 10, 1101404. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2022.1101404>
- Zhou, Y., Li, Q., & Wang, S. (2019). Economic and environmental benefits of solar irrigation systems. *Renewable Energy*, 139, 1152–1161. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.03.003>