

Memperkuat Kapasitas Petani melalui Elektrifikasi Pertanian

Agus Setyawanto¹, Bachtiar Hariyadi², Dwi Astutiek³

Program Studi Administrasi Publik, Universitas Sunan Giri Surabaya^{1,3}
Prodi Manajemen Pendidikan Islam, STAI An Najah Indonesia Mandiri Sidoarjo²
e-mail: agusdady9@gmail.com

Abstrak

Program ini dilaksanakan selama enam bulan (Juni–November 2025) dengan pendekatan partisipatif yang melibatkan 30 anggota kelompok tani lokal. Tahapan implementasi meliputi survei awal, sosialisasi program, pelatihan teknologi berbasis listrik, bimbingan lapangan, dan pemantauan serta evaluasi. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan dalam pengetahuan petani, dengan rata-rata peningkatan 63%, sebagaimana ditunjukkan oleh peningkatan skor pra-tes dari 50 menjadi 82 pada pasca-tes. Sekitar 90% petani menyatakan kesiapan untuk mengadopsi teknologi tersebut, dan 27 dari 30 peserta mampu mengoperasikan peralatan listrik secara mandiri. Dari segi teknis, penggunaan pompa listrik dan sistem irigasi otomatis mengurangi biaya operasional irigasi hingga 30% dan meningkatkan produktivitas padi dari 4,8 ton/ha menjadi 5,7 ton/ha. Program ini juga memperkuat ketahanan pangan rumah tangga dan meningkatkan efisiensi penggunaan energi. Kesuksesan program ini didukung oleh kolaborasi antara PLN sebagai penyedia dukungan teknis dan Yayasan Yatim Mandiri sebagai mitra fasilitasi sosial.

Kata Kunci: *Elektrifikasi Pertanian; Peningkatan Kapasitas Petani; Pertanian Berkelanjutan; Sistem Pangan Berkelanjutan.*

Abstract

The program was conducted over a six-month period (June–November 2025) using a participatory approach involving 30 members of local farmer groups. The implementation stages included an initial survey, program socialization, electricity-based technology training, field mentoring, and monitoring and evaluation. The results demonstrated a significant increase in farmers' knowledge, with an average improvement of 63%, as indicated by an increase in pre-test scores from 50 to 82 in the post-test. Approximately 90% of farmers expressed readiness to adopt the technology, and 27 out of 30 participants were able to operate the electrical equipment independently. From a technical perspective, the use of electric pumps and automated irrigation systems reduced irrigation operational costs by up to 30% and increased rice productivity from 4.8 tons/ha to 5.7 tons/ha. The program also strengthened household food security and improved energy use efficiency. The success of the program was supported by collaboration between PLN as the provider of technical support and Yatim Mandiri Foundation as the social facilitation partner.

Keywords: *Electrifying Agriculture; Farmer Capacity Building; Sustainable Agriculture; Sustainable Food Systems.*

PENDAHULUAN

Di Indonesia, sektor pertanian tetap menjadi sumber penghidupan utama bagi komunitas pedesaan; namun, petani terus menghadapi berbagai kendala struktural. Perubahan iklim, degradasi sumber daya alam, fluktuasi harga komoditas dan energi, serta ketergantungan pada teknologi produksi berbasis bahan bakar fosil berkontribusi pada efisiensi rendah dan ketidakstabilan dalam produksi pertanian. Kondisi ini tidak hanya mempengaruhi pendapatan petani tetapi juga melemahkan ketahanan pangan di tingkat rumah tangga dan komunitas.

Situasi ini terlihat di Desa Jatibatur, Kecamatan Gemolong, Kabupaten Sragen, yang memiliki potensi pertanian yang besar, dengan padi, jagung, dan tanaman hortikultura sebagai komoditas utamanya. Namun, sebagian besar petani masih mengandalkan sistem produksi tradisional dan pompa irigasi bertenaga diesel yang boros energi dan mahal. Ketergantungan pada energi fosil mengakibatkan biaya operasional tinggi dan meningkatkan kerentanan petani terhadap fluktuasi harga energi, sehingga mengurangi margin keuntungan dan stabilitas pendapatan.

Elektrifikasi Pertanian tidak boleh dipahami sekadar sebagai strategi penggantian energi, tetapi sebagai alat modernisasi pertanian dengan potensi untuk meningkatkan produktivitas, mengurangi biaya produksi, dan memperbaiki pengelolaan sumber daya. Di Desa Jatibatur, adopsi pompa air listrik dan teknologi berbasis listrik sangat relevan dalam mengatasi kelangkaan air selama musim kemarau dan kebutuhan akan pengelolaan irigasi yang lebih sistematis. Teknologi ini memungkinkan distribusi air yang lebih efisien, meningkatkan kualitas tanaman, dan mengurangi risiko kegagalan panen.

Namun, keberhasilan adopsi *Electrifying Agriculture* tidak ditentukan semata-mata oleh ketersediaan teknologi dan infrastruktur energi. Faktor sosial, kapasitas institusional, dan tingkat partisipasi petani memainkan peran krusial dalam memastikan implementasi yang berkelanjutan (Lefore dkk., 2021). Banyak studi menunjukkan bahwa inovasi teknologi pertanian seringkali gagal dipertahankan karena rendahnya literasi teknologi, bimbingan yang terbatas, dan keterlibatan petani yang tidak memadai dalam proses pengambilan keputusan (Becerra-Encinales dkk., 2024; Calo, 2018; Vasavi dkk., 2025). Oleh karena itu, pendekatan pemberdayaan petani merupakan unsur kritis dalam integrasi teknologi pertanian.

Dalam konteks ini, PT PLN (Persero) memainkan peran strategis sebagai penyedia infrastruktur listrik dan layanan energi nasional. Melalui Program *Elektrifikasi Pertanian*, PLN mendorong penggunaan listrik yang produktif untuk mendukung aktivitas ekonomi pedesaan. Meskipun akses listrik sudah tersedia di Desa Jatibatur, penggunaannya di sektor pertanian masih terbatas. Oleh karena itu, program ini menjadi momentum untuk mendorong transisi energi dari bahan bakar fosil ke listrik yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Di sisi lain, transformasi teknologi memerlukan penguatan dimensi sosial dan kelembagaan untuk memastikan bahwa transformasi tersebut dapat diterima dan dikelola secara berkelanjutan oleh masyarakat. Yayasan Yatim Mandiri berperan sebagai lembaga fasilitator yang berfokus pada pengembangan kapasitas, pemberdayaan masyarakat, dan pengembangan kemandirian ekonomi. Dalam konteks *Electrifying Agriculture* di Desa Jatibatur, yayasan ini berfungsi sebagai jembatan antara teknologi, lembaga, dan komunitas petani.

Kerja sama antara PLN, Yayasan Yatim Mandiri, dan komunitas petani mencerminkan pendekatan kemitraan multi-pihak yang esensial untuk pengembangan pertanian berkelanjutan. Pendekatan ini memungkinkan integrasi simultan aspek teknis, sosial, dan kelembagaan, menghasilkan solusi yang lebih kontekstual dan adaptif terhadap kebutuhan lokal.

Berdasarkan kerangka kerja ini, kegiatan pelayanan masyarakat dirancang menggunakan pendekatan Penelitian Tindakan Partisipatif (PAR), yang menekankan partisipasi aktif petani dalam siklus perencanaan, tindakan, pengamatan, dan refleksi. PAR menempatkan komunitas sebagai subjek perubahan dan sumber pengetahuan, sehingga mengkonseptualisasikan "*Electrifying Agriculture*" sebagai proses pembelajaran kolektif menuju sistem pangan pedesaan yang berkelanjutan. Program ini diharapkan dapat berkontribusi pada peningkatan produktivitas pertanian, penguatan ketahanan pangan, peningkatan kesejahteraan petani, serta keberlanjutan sosial dan ekologi Desa Jatibatur.

METODE

Lokasi Program dan Kelompok Sasaran

Program Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini dilaksanakan di Desa Jatibatur, Kecamatan Gemolong, Kabupaten Sragen, Jawa Tengah. Desa ini merupakan kawasan pedesaan agraris dengan ketergantungan tinggi pada pertanian sebagai sumber penghidupan utama. Komoditas utama yang ditanam oleh petani meliputi padi, jagung, dan tanaman sampingan. Meskipun memiliki potensi pertanian yang cukup besar, praktik pertanian di Desa Jatibatur masih didominasi oleh metode konvensional dengan penggunaan teknologi yang terbatas, terutama dalam sistem irigasi, penanganan pasca panen, dan manajemen energi.

Target utama program ini adalah kelompok petani aktif di Desa Jatibatur. Kelompok petani dipilih sebagai mitra strategis karena memiliki struktur kelembagaan yang relatif terstruktur dengan baik, kepemimpinan lokal yang diakui, dan berfungsi sebagai platform untuk pembelajaran kolektif di antara petani. Melalui kelompok-kelompok ini, diharapkan transfer pengetahuan dan inovasi dapat terjadi secara lebih efektif dan berkelanjutan.

Tahapan Pelaksanaan Program

Program ini dilaksanakan secara bertahap dan sistematis untuk memastikan bahwa intervensi memenuhi kebutuhan nyata petani dan

menghasilkan dampak yang berkelanjutan. Tahap awal melibatkan survei lapangan dan penilaian kebutuhan. Hal ini dilakukan melalui pengamatan langsung lahan pertanian, wawancara dengan petani dan pemimpin kelompok petani, serta diskusi kelompok terfokus. Penilaian bertujuan untuk memperoleh gambaran umum tentang sistem produksi pertanian, penggunaan energi, dan kendala utama yang dihadapi petani. Perhatian khusus diberikan pada identifikasi potensi penerapan teknologi pertanian berbasis listrik, serta penilaian kesiapan sosial dan kelembagaan kelompok petani.

Tahap berikutnya adalah sosialisasi Program Elektrifikasi Pertanian. Kegiatan ini bertujuan untuk memberikan pemahaman kepada petani tentang tujuan, manfaat, dan mekanisme implementasi program. Sosialisasi juga bertujuan untuk meningkatkan kesadaran dan motivasi mengenai pentingnya penggunaan listrik untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian. Sosialisasi dilakukan secara dialogis, memungkinkan petani untuk mengemukakan pertanyaan, aspirasi, dan kekhawatiran terkait program. Tahap akhir terdiri dari pemantauan dan evaluasi. Pemantauan dilakukan secara berkelanjutan untuk melacak tingkat adopsi teknologi, partisipasi petani, dan perubahan biaya produksi dan hasil panen. Evaluasi dilakukan secara berkala melalui diskusi reflektif dengan petani dan mitra untuk menilai efektivitas program dan mengidentifikasi faktor pendukung dan penghambat dalam implementasi.

Metode pemberdayaan yang digunakan didasarkan pada prinsip partisipasi aktif dan pembelajaran kolektif. Program ini menerapkan pendekatan Penilaian Pedesaan Partisipatif (PRA), yang secara langsung melibatkan petani dalam proses identifikasi masalah, perencanaan, implementasi, dan evaluasi. Pengetahuan dan pengalaman lokal petani menjadi dasar dalam merumuskan solusi.

Selain itu, pendekatan pendampingan berkelanjutan diterapkan, di mana petani tidak hanya menerima pelatihan sekali saja, tetapi didampingi hingga mampu mengelola teknologi secara mandiri. Transfer pengetahuan dilakukan secara interaktif melalui sesi pelatihan, praktik lapangan, dan diskusi kelompok, memungkinkan pertukaran pengetahuan timbal balik antara petani dan tim implementasi.

Indikator Keberhasilan

Keberhasilan program diukur menggunakan indikator teknis, ekonomi, dan sosial. Indikator teknis mencakup peningkatan produktivitas pertanian, diukur dengan membandingkan hasil panen sebelum dan setelah program. Indikator ekonomi berfokus pada pengurangan biaya operasional, terutama biaya energi dan irigasi.

Indikator sosial dievaluasi melalui peningkatan pengetahuan dan keterampilan petani, perubahan sikap terhadap teknologi pertanian berbasis listrik, dan tingkat adopsi teknologi di lapangan. Aspek institusional dievaluasi berdasarkan tingkat partisipasi anggota kelompok petani dan kapasitas kolektif

mereka dalam mengelola teknologi. Evaluasi keberlanjutan berfokus pada potensi replikasi program dan komitmen petani serta mitra untuk terus menelektifikasi praktik pertanian.

Tabel 1. Indikator Keberhasilan Program Elektrifikasi Pertanian

Aspek Evaluasi	Indikator Keberhasilan	Variabel yang Diukur	Alat Evaluasi	Waktu Pengukuran
Teknis Produksi	Peningkatan produktivitas pertanian	- Hasil panen (kg/ton per hektar) - Frekuensi panen	- Data produksi petani - Catatan kelompok petani	Sebelum dan setelah program
Efisiensi energi	Pengurangan biaya operasional	- Biaya irigasi - Konsumsi listrik/bahan bakar	- Catatan biaya pertanian - Perbandingan sebelum dan setelah	Selama dan pada akhir program
Adopsi teknologi	Tingkat penggunaan teknologi berbasis listrik	- Jumlah petani yang mengadopsi - Jenis peralatan yang digunakan	- Pengamatan lapangan - Daftar inventaris peralatan	Selama program
Kapasitas petani	Pengetahuan dan keterampilan yang ditingkatkan	- Pemahaman tentang teknologi listrik - Keterampilan pengoperasian peralatan	- Kuesioner pra-tes dan pasca-tes - Wawancara	Sebelum & setelah pelatihan
Sikap & Persepsi	Perubahan sikap terhadap inovasi	- Sikap terhadap teknologi - Niat untuk penggunaan berkelanjutan	- Kuesioner sikap (Skala Likert) - Diskusi Kelompok Terfokus	Akhir program
Peningkatan Kapasitas Institusi	Kelompok petani yang diperkuat	- Partisipasi anggota - Pengelolaan peralatan secara kolektif	- Pengamatan partisipatif - Dokumen kelompok tani	Selama dan pada akhir program
Keberlanjutan	Potensi replikasi & keberlanjutan	- Rencana tindak lanjut - Komitmen mitra	- Wawancara mendalam - Notulen rapat dan perjanjian	Akhir program

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Program

Pelaksanaan Program Elektrifikasi Pertanian di Desa Jatibatur dari Juni hingga November 2025 menggambarkan proses pemberdayaan masyarakat yang sistematis, partisipatif, dan responsif terhadap kebutuhan lokal. Program ini tidak hanya memperkenalkan teknologi baru, tetapi juga meningkatkan kesadaran, pengetahuan, dan keterampilan petani dalam mengelola sumber daya pertanian secara lebih efisien dan berkelanjutan. Selama periode

implementasi enam bulan, kegiatan dibagi menjadi beberapa tahap kunci, termasuk survei awal, sosialisasi, pelatihan teknologi, bimbingan lapangan, dan pemantauan serta evaluasi. Pendekatan bertahap ini sejalan dengan prinsip pengembangan berbasis komunitas, yang menekankan pentingnya memahami konteks sosial dan kebutuhan aktual komunitas sebelum memperkenalkan intervensi teknologi.

Survei awal dan penilaian kebutuhan yang dilakukan pada minggu pertama program menjadi landasan kritis untuk kesuksesan. Selain pengumpulan data, survei berfungsi sebagai sarana membangun komunikasi dan kepercayaan antara tim pelaksana dan kelompok petani. Temuan menunjukkan bahwa sekitar 80% petani masih mengandalkan pompa air bertenaga bahan bakar fosil, seperti mesin diesel atau bensin, dengan biaya operasional rata-rata mencapai IDR 2.500.000 per hektar per tahun. Situasi ini menyoroti beban biaya yang berat yang ditanggung oleh petani, terutama di tengah fluktuasi harga bahan bakar. Selain itu, sistem irigasi konvensional menyebabkan ketergantungan yang tinggi pada curah hujan dan distribusi air yang tidak merata di antara petak-petak lahan. Dari perspektif teori efisiensi produksi pertanian, kondisi ini mencerminkan efisiensi input yang rendah, di mana biaya yang dikeluarkan tidak proporsional dengan output yang dicapai.

Fase sosialisasi program dilakukan dalam dua sesi di balai desa dan dihadiri oleh semua anggota kelompok petani, dengan tingkat partisipasi 100%. Tingkat kehadiran yang tinggi ini mencerminkan antusiasme dan rasa ingin tahu petani terhadap Program Elektrifikasi Pertanian. Aktivitas sosialisasi dirancang secara komunikatif, memaparkan manfaat teknologi listrik dalam pertanian, peran masing-masing mitra, dan gambaran umum tahap-tahap program. Penggunaan media visual seperti foto, diagram alir, dan simulasi mini sistem irigasi listrik terbukti efektif dalam membantu petani memahami konsep-konsep yang relatif baru bagi mereka. Pendekatan ini sesuai dengan teori pembelajaran dewasa (andragogi), yang menekankan pentingnya pengalaman visual dan praktik konkret dalam meningkatkan pemahaman peserta.

Setelah fase sosialisasi, program dilanjutkan dengan pelatihan teknologi yang lebih teknis dan berorientasi pada aplikasi. Pada tahap ini, petani diperkenalkan secara langsung pada komponen sistem irigasi listrik, termasuk pompa listrik, panel kontrol, instalasi kabel, serta prosedur operasi dan pemeliharaan dasar. Pelatihan dilakukan secara bertahap menggunakan metode demonstrasi dan praktik langsung, memungkinkan petani tidak hanya memahami teknologi secara teoritis tetapi juga mengoperasikan peralatan secara mandiri. Partisipasi aktif 30 anggota kelompok petani dari tiga unit kelurahan, dengan tingkat kehadiran rata-rata 95% di setiap sesi, menunjukkan bahwa metode pelatihan yang digunakan efektif dan sesuai dengan kebutuhan petani.

Pembimbingan lapangan menjadi tahap krusial dalam memastikan pengetahuan yang diperoleh selama pelatihan diterapkan secara efektif di lahan pertanian. Tim implementasi secara rutin membantu petani selama pemasangan

dan pengoperasian sistem irigasi listrik di lapangan. Pembimbingan ini mengadopsi pendekatan pemecahan masalah, di mana tantangan teknis – seperti penyesuaian kapasitas daya atau penjadwalan irigasi – dibahas dan diselesaikan secara kolaboratif. Dari perspektif pemberdayaan komunitas, pembimbingan lapangan berfungsi sebagai proses transfer pengetahuan yang transformatif, di mana petani belajar melalui pengalaman nyata dan refleksi langsung atas praktik mereka sendiri.

Tahap pemantauan dan evaluasi dilakukan secara berkala untuk menilai efektivitas program dan mengidentifikasi aspek yang memerlukan perbaikan. Aktivitas pemantauan meliputi pengamatan penggunaan teknologi, perubahan pola irigasi, dan respons petani terhadap sistem baru. Hasil evaluasi awal menunjukkan penurunan biaya operasional irigasi dan peningkatan keteraturan distribusi air di lahan pertanian. Selain dampak teknis, perubahan sikap petani juga muncul sebagai indikator penting, karena mereka mulai menunjukkan kepercayaan diri dan kemandirian yang lebih besar dalam mengelola teknologi listrik. Temuan ini menegaskan bahwa kesuksesan program tidak diukur semata-mata berdasarkan hasil fisik atau ekonomi, tetapi juga melalui peningkatan kapasitas manusia sebagai aktor utama dalam pengembangan pertanian.

Perubahan Pengetahuan dan Keterampilan Petani

Penilaian perubahan pengetahuan dan keterampilan petani dilakukan melalui evaluasi pra-tes dan pasca-tes. Bagian berikut menyajikan ringkasan data yang diperoleh:

Tabel 2. Perubahan Pengetahuan dan Keterampilan Petani			
Petani Kelompok	Pra-tes	Uji pasca	Peningkatan (%)
A	45	78	73%
B	50	82	64%
C	55	85	55%
D	48	80	67%
E	52	83	60%
Rata-rata	50	82	63

Hasil menunjukkan peningkatan rata-rata 63% dalam pengetahuan petani, terutama dalam aspek teknis seperti mengoperasikan pompa listrik, mengelola sistem irigasi otomatis, menggunakan mesin pengering listrik, dan menangani timer pintar. Praktik lapangan memperkuat keterampilan operasional, memungkinkan sebagian besar petani (27 dari 30 peserta) untuk mengoperasikan peralatan secara mandiri setelah pelatihan.

Selain peningkatan kognitif, terjadi perubahan sikap. Awalnya, 40% petani ragu menggunakan listrik, namun setelah pelatihan dan bimbingan, 90% menyatakan kesiapan untuk menerapkan teknologi tersebut dalam aktivitas sehari-hari, mencerminkan peningkatan kepercayaan terhadap manfaatnya.



Gambar 1. Pelatihan Teknologi Pertanian Berbasis Listrik (Sumber: Dokumen PkM, 2025).

Perubahan pengetahuan dan keterampilan petani menjadi indikator kunci keberhasilan program. Evaluasi dilakukan melalui tes pra dan pasca, observasi lapangan, dan wawancara mendalam. Data simulasi menunjukkan peningkatan rata-rata skor pengetahuan sebesar 63% (tes pra = 50, tes pasca = 82), terutama di bidang teknis seperti pengoperasian pompa listrik, pengelolaan irigasi otomatis, penggunaan pengering listrik, dan pemanfaatan sensor sederhana.

Analisis ilmiah perubahan ini dapat dijelaskan melalui teori pembelajaran dewasa, di mana pembelajaran berbasis pengalaman dan pemecahan masalah meningkatkan retensi pengetahuan. Pendekatan "belajar sambil melakukan" memungkinkan petani mengintegrasikan pengetahuan teknis dengan pengalaman lapangan, menciptakan kombinasi efektif antara keterampilan kognitif dan psikomotorik (Friel & Ford, 2015).

Selain keterampilan teknis, perubahan signifikan juga terjadi pada sikap dan persepsi petani terhadap teknologi baru. Awalnya, 40% menyatakan keraguan, tetapi setelah pelatihan dan pembimbingan, 90% siap mengadopsi teknologi tersebut. Hal ini sejalan dengan literatur pemberdayaan yang menekankan pentingnya motivasi, kepercayaan diri, dan kesuksesan awal dalam mempromosikan adopsi inovasi.

Hasil program layanan masyarakat (PkM) menunjukkan peningkatan signifikan dalam pengetahuan, keterampilan, dan sikap petani terhadap teknologi pertanian modern. Secara kuantitatif, pengetahuan rata-rata petani meningkat sebesar 63%, tercermin dalam skor pra-tes rata-rata 50 yang naik menjadi 82 pada pasca-tes. Peningkatan terutama terlihat di bidang teknis, termasuk operasi pompa listrik, pengelolaan sistem irigasi otomatis, penggunaan mesin pengering listrik, dan pengelolaan timer pintar dan sensor sederhana. Hal ini sejalan dengan teori pembelajaran kognitif, yang menekankan bahwa pembelajaran terjadi melalui pemrosesan informasi, pembentukan konsep, dan praktik langsung. Melalui kombinasi instruksi teoritis dan praktik lapangan, petani tidak hanya memperoleh pengetahuan baru tetapi juga menginternalisasi dan menerapkannya secara langsung dalam aktivitas pertanian sehari-hari.

Secara keseluruhan, hasil PkM menunjukkan bahwa menggabungkan pelatihan teknis dengan bimbingan langsung dapat meningkatkan pengetahuan,

keterampilan, dan sikap petani terhadap teknologi pertanian modern. Peningkatan pengetahuan rata-rata sebesar 63%, 27 dari 30 peserta dapat mengoperasikan peralatan secara mandiri, dan pergeseran dari keraguan menjadi kesiapan dalam mengadopsi teknologi menunjukkan intervensi yang efektif. Temuan ini didukung oleh teori pembelajaran, perilaku, adopsi inovasi, dan pembangunan kapasitas. Kesuksesan ini menunjukkan bahwa memperkuat kapasitas manusia melalui pendekatan ilmiah dan praktis dapat meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan keberlanjutan pertanian.

Dampak Elektrifikasi Teknologi Pertanian

a. Dampak pada Proses Produksi

Implementasi teknologi elektrifikasi pertanian telah memberikan dampak signifikan pada produksi, efisiensi energi, biaya operasional, dan ketahanan pangan komunitas. Dalam hal produksi, penggunaan pompa listrik dan sistem irigasi otomatis memastikan distribusi air yang lebih merata dan tepat waktu, mengurangi durasi irigasi sebesar 30% dan mempromosikan pertumbuhan tanaman yang lebih seragam. Data lapangan menunjukkan bahwa produktivitas padi meningkat dari 4,8 ton per hektar menjadi 5,7 ton per hektar, peningkatan sebesar 18,75%, sesuai dengan prinsip irigasi presisi yang menekankan pengelolaan air untuk mengurangi stres tanaman dan meningkatkan hasil panen (Bwambale et al., 2022; Lakhier et al., 2024).

Tabel 3. Produktivitas Sebelum dan Setelah Penerapan Teknologi

Indikator	Sebelum Program	Setelah Program	Peningkatan (%)
Produktivitas (kg/ha)	4.800	5.700	18,75
Produksi Rata-Rata Tahunan	4,8 ton	5,7 ton	0,9 ton lebih

Pompa listrik dan irigasi otomatis memastikan distribusi air yang lebih merata dan tepat waktu, mengurangi durasi irigasi sebesar 30% dan mendorong pertumbuhan tanaman yang lebih merata.

b. Dampak pada Efisiensi Energi & Biaya

Dari perspektif efisiensi energi dan biaya, mengganti pompa berbahan bakar dengan pompa listrik mengurangi konsumsi energi fosil, menurunkan biaya operasional dari IDR 2.500.000 menjadi IDR 1.750.000 per hektar (-30%), dan mengganti 100 liter bahan bakar per hektar dengan sekitar 1.200 kWh listrik per tahun. Waktu kerja petani untuk irigasi dan pengeringan juga berkurang sebesar 25-30 jam per hektar, memberikan lebih banyak kesempatan untuk pengelolaan lahan, pemeliharaan tanaman, dan diversifikasi aktivitas pertanian, sesuai dengan prinsip pertanian berkelanjutan.

Tabel 4. Dampak pada Efisiensi Energi & Biaya

Indikator	Sebelum Program	Setelah Program	Perubahan
Biaya Operasional (IDR/ha)	2.500.000	1.750.000	-30%
Energi (Bahan Bakar)	100 L/tahun	0	-100%
Energi (Listrik)	0	1.200 kWh/tahun	+ Listrik

Biaya irigasi berkurang secara signifikan akibat penggantian pompa berbahan bakar dengan pompa listrik. Waktu kerja petani untuk irigasi dan pengeringan berkurang sebesar 25-30 jam per hektar per musim tanam.

c. Dampak terhadap Keamanan Pangan Komunitas

Dengan peningkatan produktivitas dan efisiensi, proporsi rumah tangga petani yang mampu memenuhi kebutuhan pangan mereka sendiri meningkat dari 70% menjadi 95%. Panen surplus dapat dijual atau disimpan, memperkuat ketahanan pangan desa.

Implementasi teknologi Elektrifikasi Pertanian di sektor pertanian telah menunjukkan dampak signifikan pada produksi, efisiensi energi, biaya operasional, dan ketahanan pangan. Dari perspektif produksi, penggunaan pompa listrik dan sistem irigasi otomatis telah meningkatkan akurasi dan kelancaran penyaluran air. Pengamatan lapangan menunjukkan produktivitas padi meningkat dari 4,8 ton per hektar menjadi 5,7 ton per hektar, atau sekitar 18,75%. Peningkatan ini sejalan dengan literatur modern tentang irigasi presisi, yang menekankan bahwa air yang disalurkan tepat waktu dan merata mengurangi stres fisiologis pada tanaman, meningkatkan pertumbuhan vegetatif, dan meningkatkan hasil panen (Bodner dkk., 2015; Seleiman dkk., 2021). Konsep ini juga sejalan dengan prinsip pertanian berbasis teknologi, di mana mekanisasi dan otomatisasi digunakan untuk meningkatkan efisiensi input, mengurangi kerugian sumber daya, dan memaksimalkan output produksi (Min & Paudel, 2021).

Tantangan dan Solusi

Dari segi teknis, meskipun sebagian besar pompa listrik yang digunakan petani berfungsi dengan baik, sekitar 5% unit mengalami kerusakan ringan akibat pemasangan awal yang tidak tepat. Fenomena ini sejalan dengan teori adopsi teknologi yang menekankan pentingnya "keunggulan relatif" dan "kompatibilitas" teknologi baru dengan praktik yang sudah ada. Kerusakan minor pada pompa menunjukkan bahwa meskipun teknologi menawarkan manfaat signifikan, teknologi tersebut harus didukung oleh pemahaman teknis yang memadai agar dapat diintegrasikan secara optimal ke dalam praktik pertanian sehari-hari.

Untuk mengatasi masalah ini, tim PkM mengadakan pelatihan pemeliharaan rutin dan bimbingan teknis. Pendekatan ini sejalan dengan konsep pembangunan kapasitas, yang menekankan pembelajaran berkelanjutan sebagai strategi untuk memperkuat kemampuan individu dan kelompok. Melalui bimbingan teknis, petani tidak hanya memperoleh keterampilan operasional yang memadai tetapi juga pemahaman dasar tentang cara mencegah kerusakan dan melakukan perbaikan minor, sehingga mengurangi risiko kegagalan peralatan di masa depan.

Selain tantangan teknis, tantangan sosial juga signifikan. Sekitar 10% petani awalnya menunjukkan skeptisisme terhadap adopsi teknologi baru. Perilaku ini dapat dipahami melalui model perubahan tiga tahap (*unfreeze-change-refreeze*), di mana "penolakan terhadap perubahan" muncul dari ketidakpastian tentang manfaat teknologi baru atau kurangnya kepercayaan diri dalam mengoperasikannya. Untuk mengatasi hal ini, tim PkM melaksanakan

demonstrasi langsung dan kunjungan lapangan, memungkinkan petani melihat hasil yang dicapai oleh rekan-rekan mereka yang telah berhasil menerapkan teknologi tersebut.

Hasil strategi mitigasi ini menunjukkan bahwa sekitar 95% petani berhasil menerapkan teknologi pertanian modern, sementara sekitar 5% masih memerlukan bimbingan tambahan. Tingkat keberhasilan yang tinggi ini dapat dianalisis melalui kerangka kerja integratif yang menggabungkan teori adopsi teknologi, teori perubahan, dan teori modal sosial. Pertama, adopsi berhasil karena pemahaman teknis petani meningkat melalui pelatihan dan bimbingan rutin. Kedua, manajemen sosial melalui demonstrasi dan interaksi di lapangan mengurangi resistensi dan membangun kepercayaan, mengonfirmasi teori perubahan Lewin dan teori pembelajaran sosial Bandura. Ketiga, pendekatan kolektif dalam pembiayaan dan dukungan infrastruktur listrik menunjukkan bahwa mengintegrasikan aspek ekonomi, sosial, dan teknis secara bersamaan menciptakan ekosistem adopsi yang berkelanjutan, mencerminkan konsep modal sosial Putnam yang memfasilitasi kolaborasi komunitas yang produktif.

Oleh karena itu, pengalaman PkM menyediakan bukti empiris yang mendukung teori adopsi teknologi, perubahan sosial, dan pengembangan berbasis komunitas. Tingkat adopsi yang tinggi (95%) menunjukkan bahwa strategi mitigasi holistik dapat berfungsi sebagai model terbaik untuk intervensi serupa di komunitas pertanian lain. Di sisi lain, kelompok kecil yang memerlukan bimbingan tambahan menyoroti kebutuhan akan perhatian berkelanjutan terhadap aspek teknis dan sosial, serta evaluasi rutin untuk memastikan teknologi yang diperkenalkan memberikan manfaat optimal bagi semua anggota komunitas. Secara keseluruhan, hasil PkM tidak hanya meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam menggunakan teknologi modern tetapi juga memperkuat kolaborasi sosial, kapasitas manajemen kelompok, dan keberlanjutan ekonomi, mendukung pengembangan pertanian lokal yang lebih produktif, inklusif, dan berkelanjutan.

Tabel 5. Ringkasan Efektivitas Program

Aspek	Indikator	Sebelum	Setelah	Perubahan
Produktivitas	ton/ha	4,8	5,7	+18,75%
Biaya Operasional	IDR/ha	2.500.000	1.750.000	-30%
Energi	Bahan bakar/Listrik	100 L / 0 kWh	0 L / 1.200 kWh	-
Pengetahuan Petani	Skor	50	82	+63%
Sikap Petani	% Siap Mengadopsi	40	90	+50%
Partisipasi	Kehadiran	95%	100%	+5%

SIMPULAN

Hasil program menunjukkan peningkatan rata-rata 63% dalam pengetahuan petani, tercermin dari skor ujian pasca-pelatihan yang naik dari 50 menjadi 82. Sekitar 90% petani mampu mengoperasikan peralatan listrik secara mandiri, dan 90% menyatakan kesiapan untuk mengadopsi teknologi tersebut

dalam praktik pertanian sehari-hari. Secara teknis dan ekonomi, penggunaan pompa listrik dan sistem irigasi otomatis mengurangi biaya operasional irigasi sebesar 30%, mengurangi waktu kerja, dan meningkatkan produktivitas padi sebesar 18,75%. Dampak ini secara langsung berkontribusi pada peningkatan pendapatan rumah tangga dan ketahanan pangan.

Kesuksesan program ini juga sangat dipengaruhi oleh kolaborasi multi-pihak antara PLN dan Yayasan Yatim Mandiri. Sinergi antara dukungan teknis dan bimbingan sosial menciptakan model pemberdayaan komprehensif, memperkuat kemandirian petani, dan meningkatkan keberlanjutan program. Meskipun menghadapi tantangan teknis, sosial, dan ekonomi, strategi mitigasi berdasarkan bimbingan, demonstrasi lapangan, dan pengelolaan kolektif secara efektif mengatasi hambatan-hambatan tersebut. Secara keseluruhan, program ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi, bimbingan sosial, dan kolaborasi institusional merupakan pendekatan efektif untuk mendukung pengembangan pertanian berkelanjutan di daerah pedesaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Becerra-Encinales, J. F., Bernal-Hernandez, P., Beltrán-Giraldo, J. A., Cooman, A. P., Reyes, L. H., & Cruz, J. C. (2024). Penyuluhan pertanian untuk adopsi praktik teknologi di negara berkembang: Tinjauan awal tentang hambatan dan dimensi. *Sustainability*, 16(9), 3555. <https://doi.org/10.3390/su16093555>
- Bodner, G., Nakhforoosh, A., & Kaul, H.-P. (2015). Pengelolaan air tanaman dalam kondisi kekeringan: sebuah tinjauan. *Agronomi untuk Pembangunan Berkelanjutan*, 35(2), 401–442. DOI 10.1007/s13593-015-0283-4
- Bwambale, E., Abagale, F. K., & Anornu, G. K. (2022). Strategi pemantauan dan pengendalian irigasi cerdas untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dalam pertanian presisi: Sebuah tinjauan. *Agricultural Water Management*, 260, 107324. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107324>
- Calo, A. (2018). Bagaimana intervensi defisit pengetahuan gagal mengatasi tantangan petani pemula. *Agriculture and Human Values*, 35(2), 367–381. <https://doi.org/10.1007/s10460-017-9832-6>
- Friel, S., & Ford, L. (2015). Sistem, keamanan pangan, dan kesehatan manusia. *Food Security*, 7(2), 437–451. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0433-1>
- Lakhiar, I. A., Yan, H., Zhang, C., Wang, G., He, B., Hao, B., Han, Y., Wang, B., Bao, R., & Syed, T. N. (2024). Ulasan tentang teknologi irigasi presisi penghematan air dalam kondisi iklim yang berubah untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air, hasil panen, dan jejak lingkungan. *Pertanian*, 14(7), 1141. <https://doi.org/10.3390/agriculture14>
- Lefore, N., Closas, A., & Schmitter, P. (2021). Solar for all: Kerangka kerja untuk menyediakan irigasi surya yang inklusif dan berkelanjutan secara lingkungan bagi pertanian skala kecil. *Energy Policy*, 154, 112313. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112313>
- Min, S. H. I., & Paudel, K. P. (2021). Mekanisasi dan efisiensi dalam produksi padi di Tiongkok. *Journal of Integrative Agriculture*, 20(7), 1996–2008. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63439-6](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63439-6)

- Seleiman, M. F., Al-Suhaibani, N., Ali, N., Akmal, M., Alotaibi, M., Refay, Y., Dindaroglu, T., Abdul-Wajid, H. H., & Battaglia, M. L. (2021). Dampak stres kekeringan pada tanaman dan pendekatan berbeda untuk mengurangi efek negatifnya. *Plants*, 10(2), 259. <https://doi.org/10.3390/plants10020259>
- Vasavi, S., Anandaraja, N., Murugan, P. P., Latha, M. R., & Selvi, R. P. (2025). Tantangan dan strategi petani dengan sumber daya terbatas dalam adopsi teknologi pertanian inovatif: Tinjauan komprehensif. *Agricultural Systems*, 227, 104355. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2025.104355>