

PENERAPAN TEKNOLOGI MESIN *CULTIVATOR* BERBAHAN BAKAR *MULTIPURPOSE* UNTUK PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PERTANIAN

**Rifdarmon¹, Hasan Maksum², Irma Yulia Basri³, Andrizal⁴, Martias⁵,
Lasyatta Syaifullah⁶**

^{1,2,3,4,5}Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Bar., Kec. Padang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat

⁶Program Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Bar., Kec. Padang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat

¹e-mail rifdarmon@ft.unp.ac.id

Submitted 22-11-2025

Accepted 12-04-2026

Published 27-04-2026

Abstrak

Keterbatasan tingginya biaya operasional menyebabkan produktivitas padi Kelompok Tani Umpila di Nagari VII Koto Talago hanya mencapai 4,2 ton/ha, jauh di bawah rata-rata nasional 5,1 ton/ha. Program pengabdian masyarakat ini bertujuan meningkatkan keberdayaan Kelompok Tani Umpila dalam aspek produktivitas pertanian melalui penerapan mesin *cultivator multipurpose* berbahan bakar alternatif. Menggunakan pendekatan *Participatory Action Research* (PAR), program dilaksanakan selama delapan bulan mencakup verifikasi teknis mesin, implementasi pada lahan percontohan 10 hektar, pelatihan kapasitas bagi 20 petani anggota, serta pendampingan berkelanjutan enam bulan pascaimplementasi. Program berhasil meningkatkan produktivitas padi menjadi 4,9–5,1 ton/ha, memangkas antrian pengolahan lahan dari 7–10 hari menjadi 2–3 hari, menekan biaya operasional 28–44%, dan memperbaiki R/C *ratio* dari 1,4 menjadi 1,8–2,0. Keberdayaan operasional petani meningkat dari 0% menjadi 66,7% dari 72 petani aktif, diperkuat terbentuknya Tim Mekanik Tani (TMT) sebagai *first responder* teknis mandiri dari dalam kelompok. Hasil ini membuktikan bahwa integrasi teknologi tepat guna dan penguatan kapasitas petani secara nyata mentransformasi pertanian tradisional menuju pertanian yang produktif, efisien, dan berkelanjutan.

Kata Kunci: bahan bakar alternatif, keberdayaan petani, mesin *cultivator multipurpose*, pertanian berkelanjutan, produktivitas pertanian

Abstract

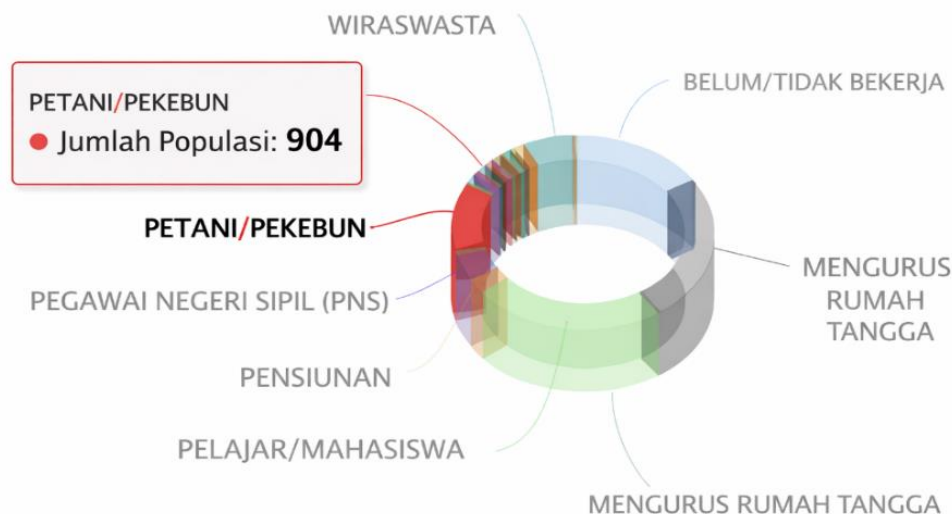
Limited high operational costs have resulted in the Umpila Farmers' Group in Nagari VII Koto Talago achieving a rice productivity of only 4.2 tons/ha, far below the national average of 5.1 tons/ha. This community service program aims to empower the Umpila Farmers' Group in terms of agricultural productivity through the implementation of a multipurpose cultivator powered by alternative fuel. Using a Participatory Action Research (PAR) approach, the program was implemented over eight months and included technical verification of the machine, implementation on a 10-hectare demonstration plot, capacity-building training for 20 farmer members, and six months of ongoing support following implementation. The program successfully increased rice productivity to 4.9–5.1 tons/ha, reduced land preparation waiting times from 7–10 days to 2–3 days, cut operational costs by 28–44%, and improved the R/C ratio from 1.4 to 1.8–2.0. Farmers' operational self-reliance increased from 0% to 66.7% among 72 active farmers, bolstered by the formation of the Farmer Mechanics Team (TMT) as an independent technical

first-response unit within the group. These results demonstrate that the integration of appropriate technology and the strengthening of farmers' capacity tangibly transform traditional agriculture into productive, efficient, and sustainable farming.

Keywords: *multipurpose cultivator machine, alternative fuel, agricultural productivity, farmer empowerment, sustainable agriculture*

PENDAHULUAN

Nagari VII Koto Talago yang terletak di Kecamatan Guguk, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat merupakan wilayah agraris seluas 21 km² dengan topografi dataran tinggi dan perbukitan (Profil Nagari VII Koto Talago, 2023). Berdasarkan Gambar 1 yang menyajikan komposisi mata pencaharian penduduk nagari, dari total 8.812 jiwa penduduk terdapat beragam kelompok mata pencaharian, meliputi petani/pekebun, pegawai negeri sipil (PNS), pensiunan, pelajar/mahasiswa, wiraswasta, ibu rumah tangga, serta kelompok yang belum/tidak bekerja. Dari seluruh kelompok tersebut, petani/pekebun merupakan salah satu kelompok mata pencaharian utama dengan jumlah 904 orang (10,25%) (Profil Nagari, 2023). Salah satu wilayah fokus program ini adalah Jorong Tanjung Jati dengan luas area pertanian 245 hektar, yang ditopang oleh tanah subur dan ketersediaan air dari Sungai Batang Sinamar.



Gambar 1 Komposisi Mata Pencaharian Penduduk Nagari VII Koto Talago

Meskipun memiliki potensi sumber daya alam yang memadai, produktivitas padi di Jorong Tanjung Jati saat ini hanya mencapai 4,2 ton per hektar. Capaian ini masih jauh di bawah rata-rata nasional sebesar 5,1 ton per hektar, sehingga terdapat kesenjangan produktivitas (*yield gap*) sebesar 0,9 ton per hektar atau sekitar 17,6%. Idealnya, dengan optimalisasi teknologi dan praktik budidaya yang tepat, produktivitas di wilayah ini seharusnya dapat menyamai atau melampaui rata-rata nasional tersebut. Kelompok Tani Umpila, yang merupakan gabungan dari lima kelompok tani kecil di Jorong Tanjung Jati, memiliki 72 orang petani aktif yang mengelola lahan seluas 100 hektar, terdiri atas 68 hektar sawah dan 32 hektar ladang. Mayoritas anggota (65%) berusia antara 40–55 tahun, yang mencerminkan tantangan regenerasi pada sektor pertanian di wilayah ini (Winarno dkk., 2025).

Berdasarkan observasi lapangan dan wawancara dengan pengurus Kelompok Tani Umpila serta aparaturnagari, teridentifikasi permasalahan utama yang secara langsung menghambat peningkatan produktivitas pertanian mitra. Pertama, dari aspek teknis, petani masih bergantung pada metode pengolahan lahan tradisional dengan hanya dua unit *hand tractor* berusia lebih dari satu dekade, sehingga mengakibatkan antrean pengolahan lahan 7–10 hari dan keterlambatan jadwal tanam yang berdampak langsung pada penurunan hasil panen. Keterbatasan mekanisasi pertanian semacam ini merupakan kendala umum di negara berkembang, termasuk Indonesia (Daum & Birner, 2020), dan mekanisasi yang berkelanjutan harus dapat diakses oleh petani kecil, ramah lingkungan, serta menguntungkan secara ekonomi (Sims & Kienzle, 2017; Gebiso dkk., 2024; Paudel dkk., 2023). Kedua, dari aspek ekonomi, petani mengalokasikan 35–40% total biaya produksi untuk pengolahan lahan, dengan *revenue-cost (R/C) ratio* rata-rata hanya 1,4 (jauh di bawah standar ideal 2,0). Kondisi ini diperparah oleh biaya sewa traktor dari luar wilayah yang mencapai Rp350.000–400.000 per hari. Penguatan organisasi petani melalui akses teknologi dinilai mampu meningkatkan efisiensi biaya produksi sekaligus memperluas akses pasar (Astuti dkk., 2018; Siregar dkk., 2025). Ketiga, dari aspek lingkungan, ketergantungan pada bahan bakar fosil meningkatkan biaya operasional sekaligus menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, khususnya saat musim tanam serentak. Penerapan sistem mesin cultivator berbahan bakar *multipurpose*

menawarkan solusi yang dapat mengurangi emisi gas rumah kaca sekaligus meningkatkan efisiensi pertanian (Daum dkk., 2023; Rifdarmon dkk., 2020; Yan dkk., 2024 (Chukwumela Ajie dkk., 2023; Shayeri dkk., 2025)).

Upaya mengatasi permasalahan tersebut, program pengabdian ini menerapkan teknologi mesin *cultivator* berbahan bakar *multipurpose* sebagai solusi utama peningkatan produktivitas pertanian Kelompok Tani Umpila. Teknologi ini dipilih karena mampu mengolah lahan lebih cepat dan efisien dibandingkan *hand tractor* konvensional, dapat menggunakan bahan bakar alternatif sehingga mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, serta memiliki fungsi ganda (*multipurpose*) yang dapat dioperasikan untuk berbagai kebutuhan pengolahan lahan. Pendekatan ini selaras dengan kajian ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) terkini yang menekankan pentingnya modernisasi alat dan mesin pertanian (*alsintan*) yang terjangkau, berkelanjutan, dan sesuai kondisi petani kecil (Sims & Kienzle, 2017; Daum & Birner, 2020; Sutardi dkk., 2022). Program ini juga mengintegrasikan penguatan kapasitas sumber daya manusia petani melalui pelatihan operasional dan pemeliharaan alat, sehingga teknologi yang diterapkan dapat dikelola secara mandiri oleh mitra.

Kegiatan pengabdian ini secara spesifik bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pertanian Kelompok Tani Umpila melalui penerapan teknologi mesin *cultivator* berbahan bakar *multipurpose*. Tujuan ini secara langsung mendukung Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nagari (RPJMNag) 2021–2026 Nagari VII Koto Talago, yaitu “Terwujudnya Masyarakat Nagari VII Koto Talago yang Maju, Mandiri, dan Sejahtera Berbasis Pertanian dan Agrowisata” (Pemerintah Nagari VII Koto Talago, 2021), sekaligus mengintegrasikan Indikator Kinerja Utama (IKU) perguruan tinggi melalui keterlibatan mahasiswa dan dosen dalam seluruh tahapan program.

Target capaian program ini secara kuantitatif meliputi: (1) peningkatan produktivitas padi dari 4,2 ton/hektar menjadi minimal 4,9–5,1 ton/hektar atau setara rata-rata nasional (peningkatan 16–21%); (2) pengurangan waktu antrian pengolahan lahan dari 7–10 hari menjadi maksimal 3–4 hari; (3) penurunan biaya

operasional pengolahan lahan sebesar 25–30% dari kondisi saat ini; dan (4) peningkatan R/C *ratio* dari 1,4 menjadi minimal 1,8–2,0 pada akhir program.

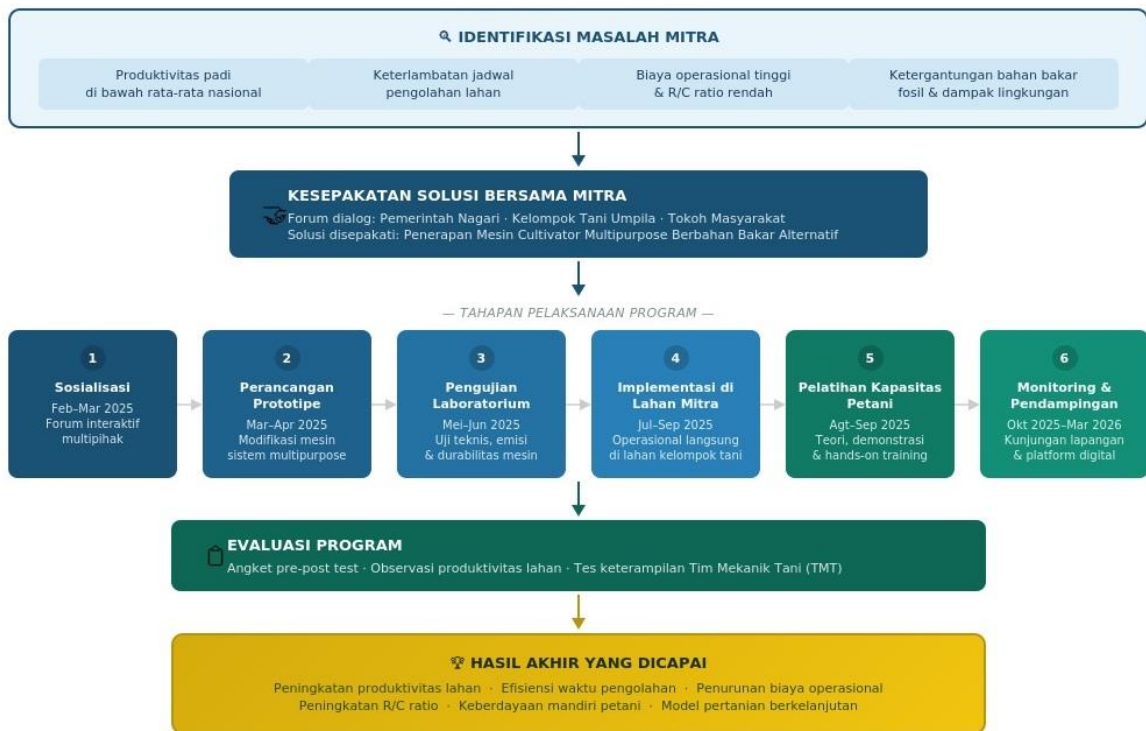
Pelaksanaan program ini diharapkan memberikan manfaat langsung bagi 72 petani aktif anggota Kelompok Tani Umpila melalui peningkatan efisiensi produksi dan pendapatan usaha tani. Secara lebih luas, program ini bermanfaat bagi nagari dalam mewujudkan ketahanan pangan lokal dan modernisasi sektor pertanian, bagi generasi muda melalui transformasi citra pertanian menjadi lebih modern dan menguntungkan sehingga mendorong minat mereka untuk terlibat di sektor ini (Proctor & Lucchesi, 2012; Sumberg dkk., 2017), serta bagi perguruan tinggi sebagai wahana penerapan IPTEK yang terukur dan berdampak nyata bagi masyarakat.

METODE

Dalam rangka memastikan relevansi dan keberlanjutan intervensi, program ini menggunakan pendekatan *Participatory Action Research* (PAR) yang mengintegrasikan partisipasi aktif mitra dalam seluruh tahapan perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi. PAR terbukti efektif dalam menghasilkan pengetahuan yang dapat diterapkan untuk mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan (Snapp dkk., 2023), sekaligus mendorong adopsi teknologi pertanian melalui transfer pengetahuan antar sesama anggota kelompok tani (Mponela dkk., 2023). Pendekatan partisipatif yang melibatkan petani sebagai ko-kreator solusi dinilai vital dalam mengatasi resistensi dan memungkinkan inovasi yang sesuai konteks lokal (Vidyawati dkk., 2025).

Kegiatan dilaksanakan di Jorong Tanjung Jati, Nagari VII Koto Talago, Kecamatan Guguk, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat, selama delapan bulan, dari Februari hingga September 2025. Sasaran program adalah Kelompok Tani Umpila dengan 72 petani aktif, di mana 35 orang mengikuti sosialisasi dan 20 orang terpilih sebagai peserta pelatihan intensif, serta melibatkan Pemerintah Nagari sebagai mitra fasilitator. Secara keseluruhan, alur pelaksanaan program dirancang untuk menghubungkan permasalahan mitra dengan solusi yang disepakati bersama

hingga menghasilkan dampak terukur, sebagaimana digambarkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Skema Alur Pelaksanaan Program PAR

Pelaksanaan program terdiri atas enam tahap yang saling terintegrasi. Pertama, tahap sosialisasi dilaksanakan pada Februari hingga Maret 2025 melalui forum dialog interaktif bersama seluruh pemangku kepentingan, meliputi pemerintah nagari, Kelompok Tani Umpila, tokoh masyarakat, dan generasi muda, guna membangun pemahaman bersama mengenai permasalahan produktivitas lahan dan merumuskan kesepakatan solusi bersama. Pada tahap ini disepakati bahwa penerapan mesin *cultivator* berbahan bakar *multipurpose* pada lahan percontohan 10 hektar merupakan solusi prioritas untuk mengatasi keterlambatan pengolahan lahan dan tingginya biaya produksi yang selama ini menjadi akar permasalahan rendahnya produktivitas mitra.

Kedua, tahap perancangan dan pengembangan prototipe mesin *cultivator multipurpose* dilaksanakan pada Maret hingga April 2025 dengan memodifikasi mesin dasar KENZA KZ-38W2 tipe 173F berkapasitas 5,5 HP, mencakup

pengembangan sistem bahan bakar *multipurpose* (biosolar, minyak jelantah, dan FAME), modifikasi sistem injeksi, filter *multi-stage*, serta penyesuaian komponen ergonomis dan keamanan operator. Ketiga, tahap pengujian laboratorium dilaksanakan pada Mei hingga Juni 2025 di Laboratorium Teknik Otomotif Universitas Negeri Padang untuk mengevaluasi parameter teknis, emisi, efisiensi *thermal*, dan durabilitas mesin pada setiap jenis bahan bakar alternatif sebelum diterapkan di lahan mitra.

Keempat, tahap implementasi teknologi di lahan mitra dilaksanakan pada Juli hingga September 2025. Pada tahap ini, mesin *cultivator multipurpose* yang telah lulus pengujian laboratorium dioperasikan langsung di lahan pertanian Kelompok Tani Umpila pada berbagai kondisi, meliputi sawah tadah hujan, sawah irigasi, dan ladang berkontur. Pelaksanaan tahap ini sepenuhnya melibatkan 20 anggota kelompok tani sebagai operator aktif, sehingga implementasi teknologi berlangsung dalam konteks nyata kegiatan pertanian mitra, bukan sekadar demonstrasi teknis semata.

Kelima, tahap pelatihan dan peningkatan kapasitas petani dilaksanakan pada Agustus hingga September 2025 secara modular dengan kombinasi metodologi ceramah teoritis (30%), demonstrasi praktis (40%), dan *hands-on training* (30%), mencakup pelatihan teknis operator, *maintenance* dasar, *workshop* bahan bakar alternatif, serta pelatihan *troubleshooting*. Pelatihan dirancang sensitif terhadap karakteristik demografis peserta yang mayoritas berusia 40–55 tahun. Tingkat keberdayaan mitra diukur berdasarkan proporsi petani yang mampu mengoperasikan dan merawat mesin secara mandiri dari keseluruhan 72 petani aktif anggota Kelompok Tani Umpila, dengan target minimal 60% (≥ 43 petani) mencapai kompetensi operasional dasar pada akhir program. Dari pelatihan ini juga dibentuk Tim Mekanik Tani (TMT) beranggotakan 5 orang yang bertugas sebagai sumber daya teknis internal kelompok tani.

Keenam, tahap monitoring dan pendampingan berkelanjutan dilaksanakan selama enam bulan pascaimplementasi, yakni dari Oktober 2025 hingga Maret 2026. Monitoring dilakukan melalui: (a) kunjungan lapangan terstruktur sebanyak dua kali per bulan pada bulan pertama hingga ketiga (Oktober–Desember 2025), kemudian

satu kali per bulan pada bulan keempat hingga keenam (Januari–Maret 2026); (b) komunikasi rutin mingguan melalui platform digital (WhatsApp Group) untuk pemantauan kendala operasional harian; dan (c) pelaporan berkala oleh TMT setiap akhir bulan menggunakan formulir yang telah disiapkan tim pengabdian.

Evaluasi program dilakukan secara komprehensif menggunakan tiga instrumen. Pertama, angket terstruktur untuk mengukur peningkatan kompetensi operasional dan kepuasan petani, diberikan kepada seluruh 72 petani aktif sebelum (*pre-test*) dan sesudah (*post-test*) program. Kedua, lembar observasi dan pencatatan data lapangan untuk mengukur produktivitas lahan (ton/hektar), efisiensi waktu pengolahan (hari), dan biaya operasional (Rp/hektar) secara komparatif antara kondisi sebelum dan sesudah penerapan teknologi. Ketiga, tes keterampilan *troubleshooting* untuk mengukur kemampuan TMT dalam menangani permasalahan teknis secara mandiri. Keberhasilan program ditentukan berdasarkan pencapaian target kuantitatif yang telah ditetapkan, yaitu peningkatan produktivitas minimal 16–21%, penurunan biaya operasional 25–30%, dan tingkat keberdayaan operasional minimal 60% dari keseluruhan anggota kelompok tani. Pendekatan ini diharapkan menghasilkan model pemberdayaan pertanian yang replikatif dan berkelanjutan bagi nagari lain di Kabupaten Lima Puluh Kota.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Awal (Baseline) Keberdayaan Mitra

Sebelum pelaksanaan program, dilakukan pengukuran kondisi awal keberdayaan Kelompok Tani Umpila sebagai data *baseline* untuk menilai perubahan yang terjadi pascaprogram. Pengukuran dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara terstruktur, dan angket kepada seluruh 72 petani aktif. Hasil pengukuran *baseline* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi Teknis Prototipe Mesin Cultivator *Multipurpose*

No	Aspek Keberdayaan	Kondisi Awal (Baseline)	Kondisi Ideal	Kesenjangan
1	Produktivitas padi	4,2 ton/ha	≥5,1 ton/ha	-0,9 ton/ha
2	Waktu antrian pengolahan lahan	7-10 hari	≤3 hari	-4-7 hari
3	Biaya operasional pengolahan	Rp22.000-25.000/jam	≤Rp15.000/jam	-Rp7.000-10.000/jam
4	R/C ratio usaha tani	1,4	≥2,0	-0,6
5	Kemampuan operasional mesin modern	0 dari 72 petani (0%)	≥43 petani (60%)	-43 petani
6	Ketersediaan alat mekanisasi	2 unit <i>hand tractor</i> usia >10 tahun	Minimal 1 unit cultivator modern	Tidak memadai
7	Kemandirian perawatan alat	Tidak ada (0%)	TMT aktif	Belum terbentuk
8	Penggunaan bahan bakar alternatif	0% (100% solar)	≥30% bahan bakar alternatif	Belum dilakukan

Data *baseline* ini menunjukkan bahwa keberdayaan mitra berada pada tingkat rendah, khususnya pada aspek penguasaan teknologi, efisiensi biaya produksi, dan produktivitas lahan. Kondisi inilah yang menjadi pijakan tim pengabdian dalam merancang intervensi program secara terukur dan terarah.

2. Penerapan Mesin *Cultivator Multipurpose* di Lahan Mitra

Upaya utama tim dalam meningkatkan keberdayaan mitra adalah penerapan mesin *cultivator multipurpose* berbahan bakar alternatif yang dirancang khusus sesuai kebutuhan lapangan Kelompok Tani Umpila. Sebelum diterapkan di lahan mitra, mesin telah diverifikasi secara teknis di Laboratorium Teknik Otomotif Universitas Negeri Padang dan dinyatakan memenuhi seluruh parameter standar kelayakan operasional, meliputi daya output, torsi, konsumsi bahan bakar, efisiensi *thermal*, emisi gas buang, kebisingan, getaran, dan durabilitas 50 jam operasi. Dengan demikian, penerapan di lahan percontohan dilakukan dengan produk yang telah terverifikasi penuh. Hasil pengujian teknis mesin per jenis bahan bakar disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Teknis Mesin per Jenis Bahan Bakar

No	Parameter Uji	Biosolar	Minyak Jelantah	FAME (B20)	Standar Mesin 173F	Status
1	Daya Output (HP)	5,4	4,9	5,2	≥4,8	Memenuhi
2	Torsi Maksimum (Nm)	16,8	14,5	15,9	≥14,0	Memenuhi
3	Konsumsi BBM (L/jam)	1,1	1,4	1,2	≤1,6	Memenuhi
4	Efisiensi <i>Thermal</i> (%)	30,2	26,5	28,8	≥24,0	Memenuhi
5	Emisi CO (g/kWh)	19,5	24,8	18,2	≤28,0	Memenuhi
6	Emisi NOx (g/kWh)	9,1	10,5	8,5	≤11,0	Memenuhi
7	Tingkat Kebisingan (dB)	82	85	81	≤88	Memenuhi
8	Getaran (m/s ²)	4,5	5,2	4,3	≤5,5	Memenuhi
9	Suhu Operasional (°C)	75	81	73	≤92	Memenuhi
10	<i>Durability Test</i> (jam)	50	50	50	≥50	Memenuhi

Mesin diterapkan langsung di lahan percontohan seluas 10 hektar milik Kelompok Tani Umpila, dengan melibatkan 20 anggota kelompok tani sebagai operator aktif. Lahan percontohan ini dipilih secara representatif untuk mencakup berbagai kondisi lahan, meliputi sawah tadah hujan, sawah irigasi, dan ladang berkontur, sehingga hasil penerapan dapat dijadikan acuan bagi pengembangan ke lahan yang lebih luas. Proses penerapan berlangsung dalam pendampingan intensif dari tim pengabdian, di mana setiap operator dibimbing langsung di lapangan hingga mampu mengoperasikan mesin secara mandiri.

Ketiga jenis bahan bakar terbukti layak dioperasikan pada mesin yang telah dimodifikasi. Biosolar memberikan performa daya tertinggi (5,4 HP), FAME menunjukkan emisi terendah (CO 18,2 g/kWh; NOx 8,5 g/kWh), sementara minyak jelantah menawarkan potensi penghematan biaya tertinggi meskipun memerlukan sistem *preheating* untuk *start-up* optimal. Fleksibilitas pilihan bahan bakar ini memberikan kemandirian energi kepada mitra dalam menyesuaikan operasional dengan ketersediaan dan harga bahan bakar.

3. Pelatihan dan Peningkatan Kapasitas Petani

Penerapan teknologi tidak akan menghasilkan perubahan keberdayaan yang berkelanjutan tanpa disertai peningkatan kapasitas sumber daya manusia. Oleh karena itu, tim pengabdian menyelenggarakan serangkaian kegiatan pelatihan yang dilaksanakan secara langsung di Jorong Tanjung Jati dengan melibatkan anggota

Kelompok Tani Umpila sebagai peserta aktif. Seluruh sesi pelatihan berlangsung di lokasi mitra, sehingga proses interaksi dan transfer pengetahuan antara tim pengabdian dan petani terjadi dalam konteks nyata lahan dan alat yang akan mereka gunakan sehari-hari.

Pelatihan dirancang secara modular dengan kombinasi metode ceramah teoritis (30%), demonstrasi praktis (40%), dan *hands-on training* (30%), disesuaikan dengan karakteristik demografis peserta yang mayoritas berusia 40–55 tahun. Empat modul pelatihan yang dilaksanakan meliputi: (1) pelatihan teknis operator mesin *cultivator multipurpose*; (2) pelatihan *maintenance* dasar; (3) *workshop* penggunaan bahan bakar alternatif; dan (4) pelatihan *troubleshooting* yang menghasilkan Tim Mekanik Tani (TMT). Capaian kehadiran dan kompetensi peserta disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Capaian Pelatihan Peningkatan Kapasitas Kelompok Tani Umpila

No	Kegiatan	Target	Realisasi	Capaian (%)	Keterangan
1	Pelatihan Teknis Operator	20 Anggota	20 Anggota	100%	Seluruh peserta dinyatakan kompeten
2	Pelatihan <i>Maintenance</i> Dasar	20 Anggota	18 Anggota	90%	2 anggota berhalangan hadir
3	<i>Workshop</i> Bahan Bakar Alternatif	20 Peserta	20 Peserta	100%	Menghasilkan jejaring pengadaan BBM alternatif
4	Pelatihan <i>Troubleshooting</i>	20 Peserta	15 Peserta	75%	Difokuskan pada anggota berkapasitas teknis tinggi
5	Pembentukan Tim Mekanik Tani (TMT)	5 Orang	5 Orang	100%	TMT aktif sebagai <i>first responder</i> teknis
6	Sesi Lapangan <i>Hands-on</i>	20 Anggota	20 Anggota	100%	Minimal 4 jam praktik per peserta
7	Evaluasi Pascapelatihan	20 Anggota	19 Anggota	95%	1 anggota berhalangan karena sakit

Tingkat keberdayaan operasional diukur berdasarkan proporsi petani yang mampu mengoperasikan dan merawat mesin secara mandiri dari keseluruhan 72 petani aktif anggota kelompok. Dari 20 peserta yang mengikuti pelatihan teknis, seluruhnya dinyatakan kompeten, sehingga tingkat keberdayaan awal pascapelatihan mencapai 27,8% (20 dari 72 petani). Melalui proses transfer pengetahuan dari peserta terlatih kepada anggota lain selama periode pendampingan lapangan, tingkat keberdayaan meningkat menjadi 48 petani atau

66,7% dari keseluruhan anggota melampaui target minimal 60% yang ditetapkan di awal program.

4. Perubahan Keberdayaan Mitra Pascaprogram

Pelaksanaan program secara keseluruhan menghasilkan perubahan keberdayaan yang terukur pada Kelompok Tani Umpila. Perubahan ini tidak semata berupa peningkatan pada indikator produktivitas, tetapi juga mencakup dimensi kemandirian teknologi, efisiensi ekonomi, dan kapasitas sumber daya manusia. Perbandingan kondisi sebelum dan sesudah program pada lahan percontohan 10 hektar disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Perubahan Keberdayaan Mitra Sebelum dan Sesudah Program

No	Aspek Keberdayaan	Sebelum Program	Sesudah Program	Perubahan
1	Produktivitas padi	4,2 ton/ha	4,9–5,1 ton/ha	+16–21%
2	Luas lahan olah per hari	0,5 ha/hari	1,1–1,3 ha/hari	+120–160%
3	Waktu antrian pengolahan lahan	7–10 hari	2–3 hari	–60–70%
4	Biaya operasional pengolahan	Rp22.000–25.000/jam	Rp14.000–18.000/jam	–28–44%
5	R/C <i>ratio</i> usaha tani	1,4	1,8–2,0	+0,4–0,6
6	Kemandirian operasi mesin	0% (0/72 petani)	66,7% (48/72 petani)	+66,7 poin
7	Ketersediaan <i>first responder</i> teknis	Tidak ada	TMT 5 orang aktif	Terbentuk
8	Penggunaan alternatif BBM	0%	55% (jelantah + FAME)	+55 poin
9	Interval <i>maintenance</i> mesin	Setiap 20–25 jam	Setiap 75–90 jam	+200–300%
10	Tingkat kepuasan petani	6,0/10	8,5/10	+42%

Perubahan paling signifikan terlihat pada waktu antrian pengolahan lahan yang berkurang dari 7–10 hari menjadi hanya 2–3 hari, serta kemandirian operasional petani yang meningkat dari 0% menjadi 66,7%. Kedua perubahan ini secara langsung menjawab permasalahan utama mitra yang teridentifikasi pada tahap awal program. Monitoring selama enam bulan pascaprogram juga mencatat penghematan biaya operasional rata-rata Rp1,8 juta per bulan untuk keseluruhan kelompok, dengan akumulasi manfaat ekonomi sebesar Rp10,8 juta, mengindikasikan *payback period* yang singkat dan kelayakan ekonomi tinggi dari

teknologi yang diterapkan pada lahan percontohan dan berpotensi dikembangkan ke seluruh 100 hektar lahan kelompok tani.

5. Pembahasan

Hasil pelaksanaan program secara keseluruhan menunjukkan bahwa penerapan mesin *cultivator multipurpose* berbahan bakar alternatif pada lahan percontohan 10 hektar telah berhasil menjawab permasalahan mendasar Kelompok Tani Umpila sekaligus mencapai tujuan program, yaitu peningkatan produktivitas pertanian mitra secara terukur. Kesenjangan produktivitas sebesar 0,9 ton/ha yang menjadi akar permasalahan berhasil diatasi melalui integrasi dua jalur intervensi, yakni peningkatan kapasitas mekanisasi lahan dan penguatan sumber daya manusia petani. Peningkatan kapasitas pengolahan dari 0,5 ha/hari menjadi 1,1–1,3 ha/hari menyelesaikan masalah antrian pengolahan lahan yang sebelumnya mencapai 7–10 hari, sehingga ketepatan jadwal tanam terwujud dan produktivitas padi meningkat dari 4,2 ton/ha menjadi 4,9–5,1 ton/ha selaras dengan kajian Sims & Kienzle (2017) bahwa mekanisasi tepat sasaran merupakan kunci transformasi produktivitas pertanian skala kecil. Dari sisi ekonomi, fleksibilitas tiga jenis bahan bakar menghasilkan penurunan biaya operasional 28–44% dan perbaikan R/C *ratio* dari 1,4 menjadi 1,8–2,0, menempatkan usaha tani mitra pada zona layak secara ekonomi sebagaimana dikemukakan Astuti dkk. (2018) dan Siregar dkk. (2025). Dari sisi keberdayaan manusia, capaian 66,7% petani yang mampu mengoperasikan mesin secara mandiri melampaui target 60%, dan terbentuknya TMT yang berhasil menangani 85,7% gangguan teknis secara mandiri membuktikan bahwa transfer pengetahuan berlangsung berkelanjutan di dalam kelompok tanpa ketergantungan penuh pada tim pengabdian, sejalan dengan argumen Proctor & Lucchesi (2012). Secara keseluruhan, perubahan yang terjadi pada Kelompok Tani Umpila dari ketergantungan penuh pada alat konvensional dan bahan bakar fosil menuju kemandirian operasional berbasis teknologi modern yang merupakan wujud nyata transformasi keberdayaan yang berpotensi untuk direplikasi ke seluruh 100 hektar lahan kelompok tani maupun oleh kelompok tani lain di Kabupaten Lima Puluh Kota.

SIMPULAN

Program pengabdian masyarakat melalui penerapan mesin *cultivator multipurpose* berbahan bakar alternatif pada Kelompok Tani Umpila di Nagari VII Koto Talago telah berhasil meningkatkan keberdayaan mitra dalam aspek produktivitas pertanian. Penerapan teknologi ini terbukti mampu mengatasi permasalahan keterlambatan pengolahan lahan yang selama ini menjadi penghambat utama produktivitas padi mitra, sekaligus menekan biaya operasional usaha tani sehingga kelayakan ekonomi kelompok tani meningkat secara signifikan. Keberdayaan petani dalam mengoperasikan dan merawat teknologi mesin modern secara mandiri juga berhasil ditingkatkan melalui pelatihan berbasis praktik dan pendampingan berkelanjutan, yang menghasilkan kemandirian teknis dari dalam kelompok tani itu sendiri. Secara keseluruhan, program ini membuktikan bahwa pendekatan berbasis keberdayaan mitra melalui kombinasi teknologi tepat guna dan penguatan kapasitas sumber daya manusia petani efektif dalam mentransformasi pertanian tradisional menuju pertanian yang lebih produktif, efisien, dan mandiri, serta berpotensi untuk direplikasi oleh kelompok tani lain di wilayah agraris Kabupaten Lima Puluh Kota.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pengabdian mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Negeri Padang dan Kepala LP2M-UNP atas dukungan pendanaan melalui Anggaran RKAT UNP Tahun Anggaran 2025 sesuai Keputusan Rektor Nomor 353/UN35/PM/2025. Apresiasi juga disampaikan kepada Wali Nagari VII Koto Talago atas fasilitasi koordinasi dan dukungan administratif, serta kepada Ketua dan seluruh anggota Kelompok Tani Umpila yang telah berpartisipasi aktif sebagai mitra kolaboratif dalam seluruh tahapan program.

DAFTAR PUSTAKA

Astuti, E. T., Offermans, A., & Kemp, R. (2018). Certification and farmer organisation: Indonesian smallholder perceptions of benefits. *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 54(3), 387–415. <https://doi.org/10.1080/00074918.2018.1506093>

- Chukwumela Ajie, A., Moore Ojapah, M., & Diemuodeke, E. O. (2023). Effects of waste cooking oil biodiesel on performance, combustion and emission characteristics of a compression ignition engine. *Journal of Energy and Power Technology*, 5(2), 1–20. <https://doi.org/10.21926/jept.2302020>
- Daum, T., & Birner, R. (2020). Agricultural mechanization in Africa: Myths, realities and an emerging research agenda. *Global Food Security*, 26, 100393. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100393>
- Daum, T., Villalba, R., Anidi, O., Mayienga, S. M., Gupta, S., Birner, R., & Ndiripaya, G. P. (2023). Mechanization and sustainable agri-food system transformation in the Global South: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 43(1), 16. <https://doi.org/10.1007/s13593-023-00868-x>
- Gebiso, T., Ketema, M., Shumetie, A., & Feye, G. L. (2024). Impact of farm mechanization on crop productivity and economic efficiency in central and southern Oromia, Ethiopia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1414912. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1414912>
- Mponela, P., Manda, J., Kinyua, M., & Kihara, J. (2023). Participatory action research, social networks, and gender influence soil fertility management in Tanzania. *Systemic Practice and Action Research*, 36(1), 141–163. <https://doi.org/10.1007/s11213-022-09601-3>
- Paudel, G. P., Gartaula, H., Rahut, D. B., Justice, S. E., Krupnik, T. J., & McDonald, A. J. (2023). The contributions of scale-appropriate farm mechanization to hunger and poverty reduction: Evidence from smallholder systems in Nepal. *Journal of Economics and Development*, 25(1), 37–61. <https://doi.org/10.1108/JED-10-2022-0201>
- Pemerintah Nagari VII Koto Talago. (2021). *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nagari (RPJMNag) 2021–2026*. Nagari VII Koto Talago.
- Proctor, F., & Lucchesi, V. (2012). *Small-scale farming and youth in an era of rapid rural change*. International Institute for Environment and Development (IIED).
- Profil Nagari VII Koto Talago. (2023). *Dokumen profil Nagari VII Koto Talago*. Kecamatan Guguak, Kabupaten Lima Puluh Kota.
- Rifdarmon, Febriano, H., & Nanda, I. (2020). Development of multipurpose fuel system on diesel engines for electric energy generator. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 12(SP7), 1007–1013. <https://doi.org/10.5373/JARDCS/V12SP7/20202151>
- Shayei, A., Shahgholi, G., Ardabili, S., & Keyhandoust, M. A. (2025). On field assessment of tractor performance and emission fueled by blends of ethanol and waste cooking oil methyl ester. *Scientific Reports*, 15(1), 44696. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-28225-w>

- Sims, B., & Kienzle, J. (2017). Sustainable agricultural mechanization for smallholders: What is it and how can we implement it? *Agriculture*, 7(6), 50. <https://doi.org/10.3390/agriculture7060050>
- Siregar, A. P., O'Donoghue, C., & Whay, B. (2025). Integration effects on agricultural cooperative performance: A study case in Java Island, Indonesia. *Journal of Cleaner Production*, 528, 146737. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.146737>
- Snapp, S. S., Bezner Kerr, R., Bybee-Finley, A., Chikowo, R., Dakishoni, L., Grabowski, P., Lupafya, E., Mhango, W., Morrone, V. L., Shumba, L., & Kanyama-Phiri, G. (2023). Participatory action research generates knowledge for Sustainable Development Goals. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 21(7), 341–349. <https://doi.org/10.1002/fee.2591>
- Sumberg, J., Yeboah, T., Flynn, J., & Anyidoho, N. A. (2017). Young people's perspectives on farming in Ghana: A Q study. *Food Security*, 9(1), 151–161. <https://doi.org/10.1007/s12571-016-0646-y>
- Sutardi, Apriyana, Y., Rejekiningrum, P., Alifia, A. D., Ramadhani, F., Darwis, V., Setyowati, N., Setyono, D. E. D., Gunawan, Malik, A., Abdullah, S., Muslimin, Wibawa, W., Triastono, J., Yusuf, Arianti, F. D., & Fadwiwati, A. Y. (2022). The transformation of rice crop technology in Indonesia: Innovation and sustainable food security. *Agronomy*, 13(1), 1. <https://doi.org/10.3390/agronomy13010001>
- Vidyawati, V., Singh, S. P., & Jadoun, R. S. (2025). Participatory agricultural extension: A catalyst for sustainability and farmer empowerment. *International Journal of Agriculture Extension and Social Development*, 8(4), 333–341. <https://doi.org/10.33545/26180723.2025.v8.i4e.1790>
- Winarno, K., Sustiyo, J., Aziz, A. A., & Permani, R. (2025). Unlocking agricultural mechanisation potential in Indonesia: Barriers, drivers, and pathways for sustainable agri-food systems. *Agricultural Systems*, 226, 104305. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2025.104305>
- Yan, F., Sun, X., Chen, S., & Dai, G. (2024). Does agricultural mechanization improve agricultural environmental efficiency? *Frontiers in Environmental Science*, 11, 1344903. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1344903>