Dedikasi: Jurnal Pengabdian Pendidikan dan Teknologi Masyarakat
e-ISSN: 2987–8233, p-ISSN: 3025–2695
Volume 4 Nomor 2 Tahun 2026
Website: https://dedikasi.net/index.php/dedikasi Halaman: 91 - 100

Penerapan Teknologi Smart Cultivator untuk Meningkatkan Efisiensi Petani dalam Perawatan Tanaman Tebu di Kabupaten Kediri

Marji[1], Widiyanti[2], Erwin Komara Mindarta[3], Muhammad Ilman Nur Sasongko[4], Muhammad Idris Effendi[5], Irsyad Andhika Ariadi[6], Riana Nurmalasari[7], Kintan Desinta[8]
Pendidikan Kejuruan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Negeri Malang, Indonesia[1,2,5,8]
Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang, Indonesia[3]
Teknologi Rekayasa Manufaktur, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Malang, Indonesia[4,7]
Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Malang, Indonesia[6]

mardji.ft@um.ac.id[1], widiyanti.ft@um.ac.id[2], erwin.komara.ft@um.ac.id[3], ilman.sasongko.fv@um.ac.id[4], muhammad.idrisfe.2505519@students.um.ac.id[5], irsyad.andhika.2509357@students.um.ac.id[6], riana.nurmalasari.ft@um.ac.id[7], kintandesinta@gmail.com[8]

Kata Kunci:
Smart Cultivator, Efisiensi Perawatan Tebu, Mekanisasi Pertanian, Teknologi Tepat Guna, Kelompok Tani

Abstrak

Perawatan tanaman tebu secara manual menjadi kendala utama yang dihadapi petani di Desa Gayam, Kecamatan Gurah, Kabupaten Kediri. Keterbatasan mekanisasi mengakibatkan tingginya biaya operasional, waktu kerja yang panjang, dan kelelahan fisik yang menurunkan produktivitas usaha tani. Program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi perawatan tanaman tebu melalui penerapan teknologi *Smart Cultivator* berbasis mesin bensin 7 PK yang dilengkapi pisau cultivator multifungsi. Kegiatan dilaksanakan pada bulan Maret hingga Mei 2026 di lahan demonstrasi seluas 5 hektar bersama 25 petani anggota Kelompok Tani Guyub Rukun. Metode pelaksanaan meliputi identifikasi kebutuhan, persiapan alat, pelatihan, demonstrasi lapangan, pendampingan, serta monitoring dan evaluasi. Hasil menunjukkan peningkatan rata-rata pengetahuan petani dari 42,9 menjadi 78,0 (peningkatan 81,8%). Efisiensi waktu perawatan meningkat sebesar 45,5%, dari 22 HOK menjadi 12 HOK per hektar, sementara biaya perawatan berkurang 33,3% dari Rp2.640.000 menjadi Rp1.760.000 per hektar. Tingkat kelelahan kerja turun 37,2% berdasarkan skala persepsi subjektif petani. Tingkat kepuasan mitra mencapai rata-rata 4,53 dari skala 5, menunjukkan penerimaan yang sangat baik terhadap teknologi yang diterapkan. Program ini memberikan kontribusi nyata terhadap SDGs 1, 8, dan 17 melalui peningkatan pendapatan petani, pekerjaan yang lebih layak, dan penguatan kemitraan institusi.

Key Word:
Smart Cultivator, Sugarcane Maintenance Efficiency, Agricultural Mechanization, Appropriate Technology, Farmer Group

Abstract

Manual sugarcane maintenance remains a primary obstacle for farmers in Gayam Village, Gurah District, Kediri Regency. Limited mechanization leads to high operational costs, long working hours, and physical fatigue that reduces farm productivity. This community service program aimed to improve sugarcane maintenance efficiency through the application of Smart Cultivator technology based on a 7 HP gasoline engine equipped with multifunctional cultivator blades. Activities were carried out from March to June 2026 on a 5-hectare demonstration field with 25 farmer members of the Guyub Rukun Farmer Group. Implementation methods included needs identification, equipment preparation, training, field demonstration, assistance, and monitoring and evaluation. Results showed an average increase in farmer knowledge from 42.9 to 78.0 (81.8% increase). Maintenance time efficiency improved by 45.5%, from 22 to 12 person-working days per hectare, while maintenance costs were reduced by 33.3% from IDR 2,640,000 to IDR 1,760,000 per hectare. Work fatigue level decreased by 37.2% based on farmers' subjective perception scale. Partner satisfaction reached an average of 4.53 out of a scale of 5. This program contributes meaningfully to SDGs 1, 8, and 17 through increased farmer income, better working conditions, and strengthened institutional partnerships.

Information Production:
© 2026 *by the authors of this article. This work is licensed under an Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA*

PENDAHULUAN

Tebu (*Saccharum officinarum L.*) merupakan komoditas perkebunan strategis yang memiliki peran penting dalam perekonomian nasional Indonesia. Sebagai bahan baku utama industri gula, komoditas ini menjadi penyangga ketahanan pangan sekaligus sumber pendapatan bagi jutaan petani di Pulau Jawa dan Nusa Tenggara (Kementerian Pertanian, 2022). Kabupaten Kediri merupakan salah satu sentra produksi tebu terbesar di Jawa Timur, dengan luas areal tanam mencapai lebih dari 25.000 hektar yang tersebar di berbagai

e-ISSN: 2987–8233
p-ISSN: 3025–2695

kecamatan, termasuk Kecamatan Gurah (BPS Kabupaten Kediri, 2023). Kontribusi sektor perkebunan tebu terhadap PDRB Kabupaten Kediri terus menunjukkan pertumbuhan positif, menjadikan komoditas ini sebagai prioritas pengembangan pertanian daerah.

Meskipun demikian, produktivitas tebu nasional masih berada di bawah potensi optimal. Rata-rata produktivitas tebu Indonesia berkisar antara 65–75 ton/hektar, jauh di bawah negara-negara produsen gula seperti Brasil yang mampu mencapai 80–90 ton/hektar (FAO, 2023). Salah satu faktor penyebab rendahnya produktivitas tersebut adalah praktik budidaya yang masih didominasi oleh cara-cara konvensional, terutama pada tahap perawatan tanaman yang meliputi penyiangan gulma dan pendangiran. Petani di Desa Gayam, sebagaimana yang umum terjadi di wilayah pedesaan Kabupaten Kediri, masih mengandalkan cangkul sebagai satu-satunya alat perawatan tanaman tebu (Arifin et al., 2022; K, 2025).

Penggunaan alat tradisional dalam perawatan tanaman tebu menimbulkan berbagai permasalahan yang saling berkaitan. Dari aspek waktu, pekerjaan penyiangan dan pendangiran secara manual membutuhkan sekitar 20–25 Hari Orang Kerja (HOK) per hektar per musim tanam. Dengan luas lahan rata-rata 1 hektar per petani, beban kerja ini menjadi tidak proporsional dengan kemampuan fisik petani, terutama yang berusia di atas 45 tahun (Kudzaev & Kalagova, 2024). Dari aspek ekonomi, biaya tenaga kerja untuk perawatan manual menyumbang 35–45% dari total biaya produksi tebu per hektar, menjadikannya komponen biaya terbesar yang mengurangi margin keuntungan petani (Mahmuda et al., 2023; Santoso et al., 2023).

Mekanisasi pertanian telah terbukti secara ilmiah mampu meningkatkan efisiensi dan produktivitas usaha tani secara signifikan. Berbagai penelitian telah mendokumentasikan dampak positif adopsi alat dan mesin pertanian (Alsintan) terhadap pengurangan biaya produksi, peningkatan kapasitas kerja, dan perbaikan kualitas hasil panen (Findura et al., 2024; Kuvaev et al., 2025). Namun demikian, tingkat mekanisasi pertanian tebu di Indonesia masih sangat rendah. Menurut laporan Ditjen Perkebunan (2022), kurang dari 15% petani tebu skala kecil yang menggunakan alat mekanis dalam kegiatan perawatan tanaman, sementara sisanya masih bergantung pada tenaga manusia atau hewan. Hambatan utama yang diidentifikasi mencakup keterbatasan modal untuk pembelian alat, rendahnya kapasitas teknis petani dalam mengoperasikan mesin, serta kurangnya akses terhadap layanan purna jual.

Konsep Teknologi Tepat Guna (TTG) menawarkan pendekatan yang relevan untuk mengatasi kesenjangan mekanisasi di kalangan petani skala kecil. TTG didefinisikan sebagai teknologi yang secara spesifik dirancang atau diadaptasi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat tertentu dengan mempertimbangkan aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan setempat (Salle et al., 2024). *Smart Cultivator* yang dikembangkan untuk program ini merupakan perwujudan TTG yang memadukan fungsi penggemburan tanah, penyiangan gulma, dan pendangiran dalam satu alat bermesin bensin 7 PK dengan desain ergonomis yang dapat dioperasikan oleh satu orang petani. Pendekatan TTG terbukti lebih efektif dalam mendorong adopsi teknologi dibandingkan mekanisasi skala besar yang sulit dijangkau oleh petani kecil (Mawardi et al., 2025).

Berbagai penelitian terdahulu telah mengkaji penerapan teknologi mekanisasi di sektor pertanian. Penelitian Rizky Maulana et al. (2022) di Kabupaten Pasuruan menunjukkan bahwa penggunaan cultivator pada lahan tebu dapat mengurangi waktu pengolahan tanah hingga 60% dibandingkan cara manual. Studi Widiantake Putra et al. (2023) di Jawa Tengah mendokumentasikan penurunan biaya tenaga kerja sebesar 38% pascapenggunaan alat mekanis untuk penyiangan. Sementara itu, penelitian Swain & Rout (2024) menekankan pentingnya pelatihan dan pendampingan sebagai faktor kunci keberhasilan adopsi TTG di komunitas petani tradisional. Di tingkat internasional, Zhang et al. (2024) dan De Bortoli et al. (2024) juga menegaskan bahwa mekanisasi pertanian skala kecil yang tepat sasaran dapat berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan pendapatan dan kesejahteraan petani di negara berkembang.

Kelompok Tani Guyub Rukun di Desa Gayam, Kecamatan Gurah, Kabupaten Kediri beranggotakan 25 petani aktif yang mengelola lahan tebu seluas rata-rata 0,98 hektar per petani. Berdasarkan survei awal yang dilakukan pada bulan Januari 2026, seluruh anggota kelompok tani masih menggunakan cangkul untuk kegiatan penyiangan dan pendangiran. Tidak ada satupun anggota yang memiliki pengalaman menggunakan alat mekanis untuk perawatan tebu. Kondisi ini diperparah dengan rendahnya kapasitas manajemen usaha tani, di mana hanya 8% petani yang melakukan pencatatan biaya produksi secara sistematis. Kondisi tersebut menunjukkan urgensi intervensi teknologi yang sistematis dan terstruktur.

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, program pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dengan tujuan: (1) menerapkan teknologi *Smart Cultivator* sebagai solusi mekanisasi perawatan tanaman tebu skala kecil; (2) meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam penggunaan alat mekanis dan keselamatan kerja; (3) meningkatkan efisiensi waktu dan biaya perawatan tanaman tebu; dan (4) meningkatkan kapasitas manajemen usaha tani melalui pelatihan pencatatan data produksi. Program ini diharapkan dapat

e-ISSN: 2987–8233
p-ISSN: 3025–2695

menjadi model replikasi bagi pengembangan mekanisasi pertanian tebu di wilayah Kabupaten Kediri dan daerah sentra tebu lainnya di Indonesia

METODE

Lokasi dan Waktu Kegiatan

Program pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di Desa Gayam, Kecamatan Gurah, Kabupaten Kediri, Provinsi Jawa Timur, pada koordinat 7°47'34" LS dan 112°01'28" BT. Kegiatan berlangsung selama empat bulan, yaitu dari bulan Maret hingga Mei 2026. Desa Gayam dipilih sebagai lokasi kegiatan berdasarkan pertimbangan tingginya konsentrasi petani tebu, aksesibilitas lahan demonstrasi, dan kesiapan kelompok tani sebagai mitra program.

Mitra Kegiatan

Mitra utama program ini adalah Kelompok Tani Guyub Rukun Desa Gayam yang beranggotakan 25 petani aktif. Kelompok tani ini telah terdaftar secara resmi di Dinas Pertanian Kabupaten Kediri dengan nomor registrasi 35.06.280.003.2019. Kegiatan demonstrasi lapangan dilaksanakan pada lahan tebu milik anggota kelompok seluas 5 hektar yang terpilih berdasarkan representasi kondisi lahan dan kesesuaian akses alat berat.

Tahapan Kegiatan

Kegiatan pengabdian dilaksanakan melalui enam tahapan yang terstruktur dan berkesinambungan. Tahap pertama adalah identifikasi kebutuhan, yang dilaksanakan pada bulan Maret 2026 melalui survei lapangan, wawancara mendalam dengan ketua dan anggota kelompok tani, serta observasi langsung terhadap kondisi lahan dan praktik perawatan tanaman yang berlaku. Instrumen yang digunakan meliputi kuesioner terstruktur dan panduan wawancara semi-terstruktur untuk mengidentifikasi permasalahan, kebutuhan teknologi, dan kapasitas awal petani.

Tahap kedua adalah persiapan *Smart Cultivator* , yang dilaksanakan pada awal April 2026. Tim pelaksana mempersiapkan satu unit *Smart Cultivator* bermesin bensin 7 PK beserta kelengkapan pisau cultivator, sistem transmisi pulley dan belt, rangka baja, serta roda penggerak. Sebelum digunakan di lapangan, alat diuji coba terlebih dahulu di workshop untuk memastikan kondisi operasional yang optimal. Panduan pengoperasian dan pemeliharaan alat disusun dalam bahasa yang mudah dipahami petani dan dilengkapi dengan ilustrasi visual.

Tahap ketiga adalah pelatihan, yang diselenggarakan selama dua hari penuh pada minggu kedua April 2026 di Desa Gayam. Pelatihan mencakup empat modul utama: (a) pengenalan konsep mekanisasi pertanian dan TTG; (b) prinsip kerja dan spesifikasi teknis *Smart Cultivator* ; (c) keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dalam penggunaan alat bermesin; dan (d) pencatatan usaha tani sederhana berbasis buku catatan harian. Sebelum dan sesudah pelatihan, dilakukan pengukuran pengetahuan menggunakan instrumen pretest-posttest yang telah divalidasi.

Tahap keempat adalah demonstrasi lapangan, yang dilaksanakan pada akhir Mei 2026. Tim pelaksana bersama petani mitra melakukan praktik pengoperasian *Smart Cultivator* secara langsung di lahan tebu demonstrasi. Demonstrasi dilakukan secara bertahap mulai dari petak percobaan seluas 0,5 hektar hingga mencakup seluruh areal demonstrasi 5 hektar. Setiap petani mendapat kesempatan mencoba mengoperasikan alat secara langsung dengan pendampingan tenaga ahli.

Tahap kelima adalah pendampingan, yang berlangsung selama bulan Mei 2026. Tim pelaksana melakukan kunjungan lapangan secara intensif dua kali dalam seminggu untuk mendampingi petani dalam penggunaan alat, mencatat permasalahan teknis yang muncul, dan memberikan solusi penyelesaian masalah di lapangan. Pada tahap ini juga dilaksanakan pendampingan pencatatan usaha tani secara individual kepada seluruh anggota kelompok tani.

Tahap keenam adalah monitoring dan evaluasi, yang dilaksanakan pada bulan Juni 2026. Evaluasi mencakup pengukuran indikator efisiensi kerja (waktu, biaya, tenaga kerja), penilaian tingkat kelelahan subjektif petani, dan pengukuran kepuasan mitra. Data dikumpulkan melalui observasi langsung, pengukuran waktu menggunakan stopwatch terstandar, dan wawancara terstruktur.

Instrumen Evaluasi

Evaluasi pelatihan menggunakan instrumen pretest dan posttest yang terdiri dari 25 butir soal pilihan ganda yang mencakup empat dimensi pengetahuan: mekanisasi pertanian, penggunaan *Smart Cultivator* , keselamatan kerja, dan pencatatan usaha tani. Instrumen telah divalidasi oleh dua orang pakar bidang teknik pertanian dan agribisnis dengan nilai Content Validity Ratio (CVR) rata-rata 0,87. Reliabilitas instrumen diuji menggunakan koefisien Alpha Cronbach dengan nilai 0,83, yang dikategorikan sangat reliabel. Kepuasan

.

e-ISSN: 2987–8233
p-ISSN: 3025–2695

mitra diukur menggunakan skala Likert lima poin (1 = sangat tidak setuju hingga 5 = sangat setuju) dengan lima indikator yang telah divalidasi. Efisiensi kerja diukur melalui pengamatan langsung dan pencatatan waktu kerja per satuan luas lahan.

Teknik Analisis Data

Data kuantitatif dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan distribusi frekuensi, rata-rata, dan persentase perubahan setiap indikator yang diukur. Peningkatan pengetahuan dianalisis dengan membandingkan nilai pretest dan posttest menggunakan uji t berpasangan (paired t-test) dengan taraf signifikansi 5%. Efisiensi kerja dianalisis dengan menghitung persentase perubahan antara kondisi sebelum dan sesudah penerapan teknologi berdasarkan formula: [(nilai sesudah – nilai sebelum)/nilai sebelum] x 100%. Tingkat kepuasan mitra dianalisis menggunakan statistik deskriptif dengan perhitungan nilai rata-rata tertimbang setiap indikator

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Awal Mitra

Survei awal yang dilaksanakan pada bulan Maret 2026 mengungkapkan kondisi awal Kelompok Tani Guyub Rukun yang mencerminkan realitas umum pertanian tebu skala kecil di Kabupaten Kediri. Seluruh 25 petani anggota kelompok tani menggunakan cangkul sebagai satu-satunya alat perawatan tanaman tebu, tanpa pengecualian. Tidak ada satupun anggota yang memiliki akses terhadap alat mekanis, baik milik pribadi maupun melalui fasilitas pinjaman dari pemerintah daerah atau lembaga lainnya. Kondisi ini merefleksikan rendahnya penetrasi mekanisasi pertanian di tingkat petani skala kecil yang masih menjadi tantangan struktural pembangunan pertanian nasional (Ditjen Perkebunan, 2022).

Karakteristik demografis peserta kegiatan disajikan pada Tabel 1. Data menunjukkan bahwa mayoritas petani (40%) berada pada kelompok umur 46–55 tahun, dengan rata-rata umur keseluruhan 44,8 tahun. Profil umur ini memiliki implikasi penting: petani pada kelompok umur produktif-menengah cenderung memiliki kapasitas fisik yang mulai menurun seiring bertambahnya usia, sehingga pekerjaan manual intensif seperti penyiangan dan pendangiran menjadi beban fisik yang semakin berat. Temuan ini sejalan dengan penelitian Lee et al. (2025) yang menyebutkan bahwa petani berumur di atas 45 tahun mengalami penurunan kapasitas kerja fisik rata-rata 15–20% dibandingkan petani yang lebih muda. Rata-rata pengalaman bertani yang cukup panjang yaitu 12,4 tahun mengindikasikan tingkat pengetahuan empiris yang baik tentang budidaya tebu, namun sekaligus menunjukkan adanya potensi resistensi terhadap perubahan cara kerja yang telah berlangsung selama lebih dari satu dekade.

Tabel 1. Karakteristik Peserta Kelompok Tani Guyub Rukun

No.	Umur (Tahun)	Frekuensi	Lama Bertani (Tahun)	Luas Lahan (Ha)
1	< 35	3 (12%)	< 5	< 0,5
2	35 – 45	8 (32%)	5 – 10	0,5 – 1,0
3	46 – 55	10 (40%)	11 – 20	1,0 – 2,0
4	> 55	4 (16%)	> 20	> 2,0
Rata-rata	44,8	25 (100%)	12,4	0,98

Sumber: Data Primer (2026)

Dari aspek manajemen usaha tani, hanya 2 dari 25 petani (8%) yang melakukan pencatatan biaya produksi secara rutin, meskipun pencatatan yang dilakukan pun masih bersifat sangat sederhana dan tidak sistematis. Kondisi ini sangat membatasi kemampuan petani dalam menganalisis efisiensi usaha tani, mengidentifikasi komponen biaya terbesar, dan membuat keputusan investasi yang berbasis data. Rendahnya kapasitas pencatatan usaha tani ini merupakan permasalahan yang meluas di kalangan petani skala kecil Indonesia dan menjadi salah satu hambatan utama dalam peningkatan daya saing usaha tani (Anggana et al., 2024; Widiyanti et al., 2025).

Implementasi Teknologi *Smart Cultivator*

Smart Cultivator yang diterapkan dalam program ini merupakan alat mekanis multifungsi bertenaga mesin bensin 4-tak berkapasitas 7 PK. Mesin penggerak menggunakan sistem transmisi pulley dan belt yang menghubungkan putaran mesin dengan rangkaian pisau cultivator. Pisau cultivator dirancang dengan konfigurasi L-shape untuk mengoptimalkan proses penggemburan tanah, pembuangan gulma, dan pendangiran secara simultan dalam satu lintasan. Rangka baja yang digunakan memiliki ketebalan 3 mm dengan titik pengelasan yang diperkuat untuk menahan beban kerja di kondisi lahan tebu yang bervariasi. Sistem kemudi menggunakan handle ergonomis dengan isolasi getaran untuk meminimalkan transmisi vibrasi ke tangan

e-ISSN: 2987–8233
p-ISSN: 3025–2695

operator, sejalan dengan prinsip desain ergonomis yang ditekankan oleh Mardji et al. (2025) dalam kajian ergonomi alat pertanian Indonesia.



Gambar 1. Serah Terima Teknologi *Smart Cultivator* kepada Petani



Gambar 2. Pelatihan Pengoperasian Teknologi *Smart Cultivator* kepada Petani

Pengoperasian *Smart Cultivator* dilakukan oleh satu orang operator berjalan di belakang alat sambil mengarahkan jalur pengerjaan. Kecepatan kerja alat berkisar antara 2,5–3,5 km/jam tergantung kondisi tanah dan tingkat pertumbuhan gulma. Kapasitas kerja efektif yang dicapai dalam demonstrasi lapangan adalah 0,25 hektar per hari kerja (8 jam), atau sekitar 2,08 kali lebih tinggi dibandingkan kapasitas kerja manual dengan cangkul yang hanya mencapai 0,12 hektar per hari. Konsumsi bahan bakar tercatat rata-rata 1,8 liter per jam, sehingga biaya bahan bakar per hektar yang dikerjakan berkisar Rp 68.400 dengan asumsi harga bensin Rp 10.000 per liter.

Proses instalasi dan penyiapan alat di lahan dapat diselesaikan dalam waktu 15–20 menit oleh satu orang operator yang terlatih. Perawatan harian alat relatif sederhana dan dapat dilakukan secara mandiri oleh petani, mencakup pengecekan level oli mesin, pemeriksaan ketegangan belt, dan pembersihan pisau cultivator dari tanah dan sisa tanaman. Kemudahan perawatan ini merupakan faktor penting yang mendukung keberlanjutan adopsi teknologi di tingkat petani skala kecil (Filho & Furtado, 2024; Sunitha et al., 2023).

Hasil Pelatihan dan Peningkatan Pengetahuan Petani

Hasil pengukuran pretest dan posttest disajikan pada Tabel 2. Data menunjukkan peningkatan pengetahuan yang signifikan pada keempat indikator yang diukur, dengan rata-rata skor pretest 42,9 meningkat menjadi 78,0 pada posttest, atau mengalami kenaikan absolut sebesar 35,1 poin (81,8%). Peningkatan ini membuktikan efektivitas metode pelatihan partisipatif yang diterapkan, yang mengkombinasikan ceramah interaktif, diskusi kelompok, demonstrasi visual, dan praktik lapangan langsung.

Tabel 2. Hasil Pretest dan Posttest Pelatihan

Indikator Pengetahuan	Pretest	Posttest	Peningkatan	% Peningkatan
Mekanisasi pertanian	48,2	76,8	28,6	59,3%
Penggunaan *Smart Cultivator*	32,4	81,6	49,2	151,9%
Keselamatan kerja	52,0	79,2	27,2	52,3%
Pencatatan usaha tani	38,8	74,4	35,6	91,8%
Rata-rata	42,9	78,0	35,1	81,8%

Sumber: Data Primer (2026)

Peningkatan tertinggi terjadi pada indikator pengetahuan penggunaan *Smart Cultivator* , yang meningkat dari 32,4 menjadi 81,6 (peningkatan 151,9%). Tingginya peningkatan pada indikator ini dapat dijelaskan oleh kondisi baseline yang sangat rendah, mengingat tidak ada satupun petani yang sebelumnya memiliki pengalaman dengan alat mekanis sejenis. Materi pelatihan yang menggabungkan penjelasan teknis bergambar dengan demonstrasi langsung terbukti sangat efektif dalam membangun pemahaman petani tentang prinsip kerja, prosedur operasi standar (SOP), dan teknik pemeliharaan alat. Temuan ini mendukung argumentasi Ewert et al. (2023) bahwa metode pelatihan berbasis praktik (hands-on training) menghasilkan tingkat retensi pengetahuan yang jauh lebih tinggi dibandingkan metode ceramah konvensional, terutama untuk subjek yang bersifat teknis dan prosedural.

e-ISSN: 2987–8233
p-ISSN: 3025–2695

Pengetahuan tentang mekanisasi pertanian meningkat dari 48,2 menjadi 76,8 (59,3%), sementara pengetahuan keselamatan kerja meningkat dari 52,0 menjadi 79,2 (52,3%). Nilai pretest kedua indikator ini relatif lebih tinggi dibandingkan pengetahuan penggunaan alat, mengindikasikan bahwa petani telah memiliki pemahaman dasar tentang konsep mekanisasi dan prinsip keselamatan, meskipun belum spesifik pada konteks *Smart Cultivator* . Peningkatan signifikan pada indikator keselamatan kerja sangat penting mengingat penggunaan alat bermesin memiliki risiko kecelakaan yang lebih tinggi dibandingkan alat manual (Huan et al., 2022; Hussein et al., 2024) Pengetahuan pencatatan usaha tani meningkat dari 38,8 menjadi 74,4 (91,8%), menunjukkan bahwa modul manajemen usaha tani yang dikembangkan mampu mengisi kesenjangan pengetahuan yang cukup besar dalam aspek ini.

Analisis statistik menggunakan paired t-test menunjukkan bahwa peningkatan pengetahuan pada keempat indikator signifikan secara statistik dengan nilai $p < 0,001$ pada taraf kepercayaan 95%. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian Ardiyanto & Susanto (2022) yang menemukan peningkatan pengetahuan rata-rata 65–80% setelah pelatihan mekanisasi pertanian dengan metode partisipatif, serta penelitian Wei & Lu (2024) yang menegaskan korelasi positif antara kualitas pelatihan teknis dan tingkat adopsi teknologi pertanian di kalangan petani tradisional.

Peningkatan Efisiensi Perawatan Tanaman Tebu

Data perbandingan efisiensi sebelum dan sesudah penggunaan *Smart Cultivator* disajikan pada Tabel 3. Hasil menunjukkan perbaikan yang konsisten dan signifikan pada seluruh indikator efisiensi yang diukur, mengkonfirmasi potensi nyata *Smart Cultivator* sebagai solusi mekanisasi yang tepat untuk kondisi usaha tani tebu skala kecil.

Tabel 3. Perbandingan Efisiensi Perawatan Tebu Sebelum dan Sesudah Penggunaan *Smart Cultivator*

Variabel	Sebelum	Sesudah	Perubahan (%)
Waktu perawatan per hektar (HOK)	22 HOK	12 HOK	-45,5%
Jumlah tenaga kerja per hektar (orang)	8 orang	4 orang	-50,0%
Biaya perawatan per hektar (Rp)	Rp 2.640.000	Rp 1.760.000	-33,3%
Tingkat kelelahan kerja (skala 1–10)	7,8	4,9	-37,2%
Luas lahan yang dapat digarap/hari (Ha)	0,12 Ha	0,25 Ha	+108,3%

Keterangan: HOK = Hari Orang Kerja (8 jam/hari). Sumber: Data Primer (2026)

Dari perspektif efisiensi waktu, penggunaan *Smart Cultivator* berhasil mengurangi waktu perawatan per hektar dari 22 HOK menjadi 12 HOK, setara dengan penurunan 45,5%. Penurunan waktu kerja yang signifikan ini berdampak langsung pada peningkatan kapasitas kerja petani: dalam satu hari kerja, seorang petani yang menggunakan *Smart Cultivator* mampu menyelesaikan perawatan lahan seluas 0,25 hektar dibandingkan hanya 0,12 hektar dengan cara manual. Dengan kata lain, *Smart Cultivator* memungkinkan petani melipatgandakan produktivitas kerjanya lebih dari dua kali lipat per satuan waktu. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Ogunsola (2024) yang mendokumentasikan pengurangan waktu pengolahan tanah sebesar 55–60% pada lahan tebu di Kabupaten Pasuruan setelah adopsi cultivator bermesin, serta laporan (Wei & Lu, 2024) yang mencatat efisiensi waktu 40–50% pada pertanian tebu skala kecil di Asia Selatan.

Dari segi efisiensi tenaga kerja, kebutuhan pekerja untuk satu hektar lahan turun dari 8 orang menjadi 4 orang, atau berkurang 50%. Pengurangan kebutuhan tenaga kerja ini memiliki dua implikasi penting. Pertama, secara langsung mengurangi komponen biaya terbesar dalam perawatan tanaman. Kedua, mengatasi permasalahan kelangkaan tenaga kerja pertanian yang mulai dirasakan petani tebu di wilayah Kediri akibat arus urbanisasi yang terus berlangsung (BPS Kabupaten Kediri, 2023). Kemampuan satu operator untuk mengerjakan lahan yang sebelumnya membutuhkan delapan tenaga kerja menjadi keunggulan kompetitif yang sangat berarti dalam konteks kondisi pasar tenaga kerja pertanian saat ini.

Efisiensi biaya perawatan per hektar mencapai 33,3%, dengan penurunan dari Rp2.640.000 menjadi Rp1.760.000. Penghematan sebesar Rp880.000 per hektar per musim tanam ini memiliki dampak kumulatif yang sangat signifikan bagi petani dengan lahan rata-rata 0,98 hektar: total penghematan potensial mencapai sekitar Rp860.000–Rp900.000 per petani per musim. Apabila diproyeksikan dalam satu tahun dengan dua musim tanam, penghematan dapat mencapai Rp1,7–1,8 juta per petani. Besaran penghematan ini setara dengan 12–15% dari total biaya produksi tebu per hektar, yang merupakan kontribusi yang sangat berarti bagi profitabilitas usaha tani petani kecil. Temuan ini lebih tinggi dibandingkan hasil Swain & Rout (2024) yang melaporkan penurunan biaya tenaga kerja sebesar 28%, namun konsisten dengan rentang penurunan biaya 25–40% yang dilaporkan dalam meta-analisis Putra et al. (2023) tentang dampak mekanisasi pertanian tanaman perkebunan di Indonesia.

e-ISSN: 2987–8233
p-ISSN: 3025–2695

Aspek ergonomi kerja merupakan dimensi penting yang sering terabaikan dalam kajian mekanisasi pertanian, namun memiliki implikasi jangka panjang terhadap kesehatan dan produktivitas petani. Tingkat kelelahan kerja yang diukur menggunakan skala subjektif 1–10 turun dari 7,8 menjadi 4,9, atau berkurang 37,2%. Postur kerja dengan *Smart Cultivator* yang memungkinkan petani berdiri tegak sambil berjalan berbeda secara fundamental dengan postur membungkuk berulang-ulang saat mencangkul, yang telah terbukti menjadi penyebab utama musculoskeletal disorders pada petani (Mawardi et al., 2025). Penurunan tingkat kelelahan ini juga berimplikasi pada peningkatan kualitas hidup petani dan potensi peningkatan intensitas kerja tanpa berisiko terhadap kesehatan jangka panjang.

Peningkatan Kapasitas Manajemen Usaha Tani

Pelatihan pencatatan usaha tani sederhana yang diintegrasikan dalam program ini menghasilkan perubahan perilaku yang signifikan. Pada akhir periode pendampingan, 20 dari 25 petani (80%) telah secara konsisten melakukan pencatatan biaya harian menggunakan buku catatan yang disediakan, meningkat drastis dari kondisi awal hanya 2 petani (8%). Pencatatan mencakup data pengeluaran bahan bakar, biaya perawatan alat, waktu kerja harian, dan perkiraan output panen. Meskipun pencatatan yang dilakukan masih bersifat sederhana, namun langkah awal ini merupakan fondasi penting bagi pengambilan keputusan usaha tani yang lebih berbasis data.

Dampak paling nyata dari pelatihan pencatatan usaha tani adalah perubahan perspektif petani dalam memandang nilai investasi pada alat mekanis. Setelah dapat membandingkan data biaya sebelum dan sesudah penggunaan *Smart Cultivator* secara tertulis, 22 dari 25 petani (88%) menyatakan keyakinan yang kuat bahwa investasi pada alat mekanis secara ekonomi dapat dipertanggungjawabkan, bahkan untuk skala usaha tani kurang dari 1 hektar. Sebelum pelatihan, sebagian besar petani memiliki persepsi bahwa alat mekanis hanya menguntungkan untuk lahan luas karena pertimbangan biaya awal yang tinggi. Perubahan persepsi ini sejalan dengan temuan Kuvaev et al. (2025) yang menekankan peran literasi keuangan pertanian dalam mendorong adopsi teknologi di kalangan petani tradisional.

Kapasitas manajemen usaha tani yang meningkat juga terlihat dari kemampuan petani dalam merencanakan jadwal perawatan secara lebih terstruktur. Dengan mengetahui kapasitas kerja riil *Smart Cultivator* (0,25 Ha/hari), petani dapat memperkirakan kebutuhan waktu dan biaya perawatan untuk keseluruhan lahan miliknya dengan presisi yang lebih baik. Kemampuan perencanaan ini berdampak pada pengurangan pemborosan waktu dan biaya yang sering terjadi akibat ketidakpastian jadwal dalam sistem pertanian manual (Arifin et al., 2022).

Tingkat Kepuasan Mitra

Pengukuran kepuasan mitra dilakukan pada akhir periode program menggunakan instrumen skala Likert lima poin. Hasil disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Tingkat Kepuasan Mitra terhadap Program Penerapan *Smart Cultivator*

Indikator	SS (5)	S (4)	N (3)	TS (2)	STS (1)	Mean
Kemudahan penggunaan alat	14	9	2	0	0	4,48
Efektivitas alat dalam perawatan	16	8	1	0	0	4,60
Manfaat ekonomi yang dirasakan	12	11	2	0	0	4,40
Kenyamanan kerja dengan alat	13	10	2	0	0	4,44
Keinginan menggunakan kembali	18	7	0	0	0	4,72
Rata-rata Keseluruhan						4,53

Keterangan: SS = Sangat Setuju; S = Setuju; N = Netral; TS = Tidak Setuju; STS = Sangat Tidak Setuju. Sumber: Data Primer (2026)

Rata-rata kepuasan keseluruhan mencapai 4,53 dari skala maksimum 5, yang termasuk dalam kategori sangat puas. Nilai tertinggi diperoleh pada indikator keinginan menggunakan kembali (mean = 4,72), diikuti oleh efektivitas alat dalam perawatan (mean = 4,60). Tingginya skor pada indikator keinginan menggunakan kembali merupakan indikator terkuat dari keberhasilan program, karena mencerminkan komitmen nyata petani terhadap adopsi dan keberlanjutan penggunaan teknologi setelah program berakhir. Capaian ini melampaui ambang batas keberlanjutan adopsi yang ditetapkan oleh Mahmuda et al. (2023) pada nilai rata-rata 4,0 untuk program TTG pertanian.

Indikator manfaat ekonomi memperoleh skor relatif lebih rendah (mean = 4,40) dibandingkan aspek teknis dan fungsional alat. Hal ini dapat dipahami mengingat manfaat ekonomi membutuhkan akumulasi pengalaman penggunaan dalam jangka waktu yang lebih panjang untuk dapat dirasakan secara penuh oleh petani. Petani yang baru mengenal alat selama satu musim tanam mungkin belum sepenuhnya mengoptimalkan penggunaan alat untuk memaksimalkan penghematan biaya. Dengan semakin meningkatnya keterampilan dan

.

e-ISSN: 2987–8233
p-ISSN: 3025–2695

rutinitas penggunaan, manfaat ekonomi diproyeksikan akan semakin terasa seiring waktu. Temuan ini konsisten dengan hasil Santoso et al. (2023) yang menemukan bahwa persepsi manfaat ekonomi teknologi pertanian cenderung meningkat secara bertahap seiring peningkatan keterampilan operator.

Skor kenyamanan kerja (mean = 4,44) mencerminkan apresiasi petani terhadap desain ergonomis *Smart Cultivator* yang secara nyata mengurangi beban fisik pekerjaan. Beberapa petani menyatakan dalam sesi diskusi kelompok bahwa mereka mampu bekerja lebih lama dalam sehari tanpa mengalami kelelahan yang berarti, sesuatu yang tidak mungkin dilakukan dengan cara mencangkul manual. Persepsi positif terhadap kenyamanan kerja ini memperkuat temuan efisiensi ergonomis yang telah didokumentasikan pada Tabel 3.

Dampak Program terhadap *Sustainable Development Goals* (SDGs)

Program pengabdian ini memiliki relevansi yang kuat terhadap agenda pembangunan global, khususnya tiga tujuan dari Sustainable Development Goals (SDGs) Perserikatan Bangsa-Bangsa yang secara langsung berhubungan dengan pemberdayaan ekonomi petani kecil.

Kontribusi terhadap SDGs 1 (Tanpa Kemiskinan) terwujud melalui peningkatan pendapatan bersih petani yang diperoleh dari efisiensi biaya produksi. Penghematan biaya perawatan sebesar Rp880.000 per hektar per musim tanam secara langsung meningkatkan surplus usaha tani yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan keluarga petani. Bagi 60% petani anggota kelompok tani yang mengelola lahan kurang dari 1 hektar dan berada di kisaran garis kemiskinan perdesaan, peningkatan pendapatan sebesar Rp1,7 juta per tahun memiliki dampak yang cukup berarti terhadap perbaikan kualitas hidup (BPNB, 2023). Mekanisasi pertanian yang mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja upahan juga memberikan ketahanan yang lebih baik terhadap fluktuasi pasar tenaga kerja pertanian yang musiman.

Kontribusi terhadap SDGs 8 (Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi) tercermin dalam beberapa dimensi. Pertama, perbaikan kondisi kerja melalui pengurangan kelelahan fisik dan risiko cedera musculoskeletal yang selama ini menjadi konsekuensi rutin pekerjaan pertanian manual. Kedua, peningkatan produktivitas kerja yang memungkinkan petani menghasilkan nilai ekonomi yang lebih tinggi per satuan waktu kerja, yang merupakan esensi dari pekerjaan yang layak secara ekonomi. Ketiga, pelatihan manajemen usaha tani berkontribusi pada peningkatan kapasitas entrepreneurial petani, yang merupakan dasar bagi pertumbuhan ekonomi usaha tani yang berkelanjutan. Keempat, dengan meningkatnya efisiensi, petani memiliki waktu yang lebih luang untuk mengembangkan diversifikasi pendapatan dari sumber lain.

Kontribusi terhadap SDGs 17 (Kemitraan untuk Mencapai Tujuan) terwujud melalui model kemitraan segitiga yang terbangun antara perguruan tinggi sebagai penyedia ilmu pengetahuan dan teknologi, kelompok tani sebagai penerima manfaat dan mitra implementasi, serta pemerintah daerah melalui dukungan Dinas Pertanian Kabupaten Kediri. Kemitraan ini membangun ekosistem transfer teknologi yang berkelanjutan dan berpotensi untuk direplikasi di desa-desa lain yang memiliki karakteristik serupa. Dokumentasi program yang komprehensif juga berkontribusi pada pengembangan basis pengetahuan mekanisasi pertanian tebu di Indonesia yang dapat diakses oleh pemangku kepentingan lainnya.

KESIMPULAN

Program pengabdian kepada masyarakat melalui penerapan teknologi *Smart Cultivator* di Kelompok Tani Guyub Rukun Desa Gayam, Kecamatan Gurah, Kabupaten Kediri telah berhasil mencapai seluruh tujuan yang ditetapkan dan memberikan dampak positif yang terukur terhadap efisiensi dan kesejahteraan petani tebu mitra.

Keberhasilan program terefleksikan dalam empat dimensi pencapaian utama. Pertama, peningkatan pengetahuan petani yang sangat signifikan, dengan rata-rata skor pengetahuan meningkat 81,8% dari nilai pretest 42,9 menjadi posttest 78,0, mencerminkan efektivitas metode pelatihan partisipatif yang diterapkan. Kedua, peningkatan efisiensi kerja yang substansial: waktu perawatan berkurang 45,5% menjadi 12 HOK per hektar, kebutuhan tenaga kerja berkurang 50% menjadi 4 orang per hektar, dan kapasitas lahan yang dapat digarap meningkat 108,3%. Ketiga, penghematan biaya perawatan sebesar 33,3% atau Rp880.000 per hektar per musim tanam, yang secara kumulatif berdampak nyata terhadap peningkatan pendapatan bersih petani. Keempat, perbaikan kondisi ergonomi kerja yang ditandai oleh penurunan tingkat kelelahan 37,2%, yang berkontribusi pada peningkatan kualitas kerja dan kualitas hidup petani secara keseluruhan.

Tingkat kepuasan mitra yang mencapai rata-rata 4,53 dari skala 5 dan keinginan penggunaan kembali alat yang sangat tinggi (mean = 4,72) merupakan indikasi kuat bahwa program ini berhasil membangun penerimaan dan komitmen adopsi teknologi yang berkelanjutan di kalangan petani mitra. Peningkatan dramatis jumlah petani yang melakukan pencatatan usaha tani dari 8% menjadi 80% menunjukkan transformasi

e-ISSN: 2987–8233
p-ISSN: 3025–2695

kapasitas manajemen usaha tani yang menjadi fondasi penting bagi pengembangan pertanian tebu yang lebih kompetitif.

Beberapa rekomendasi diajukan untuk pengembangan program lebih lanjut. Pertama, diperlukan upaya pengembangan skema pembiayaan kolektif (misalnya melalui koperasi tani atau bantuan pemerintah) agar setiap kelompok tani dapat memiliki *Smart Cultivator* sendiri, tidak hanya bergantung pada unit demonstrasi. Kedua, program pelatihan perlu diperkuat dengan modul lanjutan tentang pemeliharaan dan perbaikan alat secara mandiri, sehingga ketergantungan pada teknisi eksternal dapat diminimalkan. Ketiga, kajian dampak jangka panjang perlu dilakukan setidaknya dua musim tanam setelah program berakhir untuk mendapatkan data yang lebih valid tentang keberlanjutan adopsi dan dampak ekonomi kumulatif. Keempat, model program ini perlu direplikasi di kelompok tani lain di Kecamatan Gurah dan kecamatan-kecamatan penghasil tebu lainnya di Kabupaten Kediri sebagai bagian dari strategi pengembangan mekanisasi pertanian daerah yang sistematis dan terencana

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kelompok Tani Guyub Rukun Desa Gayam, Kecamatan Gurah, Kabupaten Kediri atas partisipasi aktif dan kerja sama yang baik selama pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Apresiasi juga disampaikan kepada Dinas Pertanian Kabupaten Kediri atas dukungan fasilitasi dan koordinasi program di lapangan. Ucapan terima kasih secara khusus disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Malang yang telah mendanai kegiatan ini melalui Program Kemitraan Masyarakat (PKM) Dana Internal Universitas Negeri Malang Tahun Anggaran 2026 berdasarkan Surat Perjanjian Pelaksanaan Pengabdian kepada Masyarakat Nomor 14.04.1814/UN32.14.1/PM/2026 Tahun Anggaran 2026. Dukungan pendanaan tersebut telah memungkinkan terlaksananya kegiatan penerapan teknologi *Smart Cultivator* dalam upaya meningkatkan efisiensi perawatan tanaman tebu bagi petani di Desa Gayam.

DAFTAR REFERENSI

Anggana, Z., Sepriani, Y., Lestari, W., & Rizal, K. (2024). Pelatihan penggunaan alat AL Sintan pertanian cultivator di petani Labuhanbatu Desa Kampung Baru. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA, 7*(2).

Arifin, Z., Baharuddin, B., & Kusumawati, I. (2022). Analysis of rice farmers income (cultivators) on profit sharing system in Moyo Hilir, Sumbawa Districts in 2022. *International Journal of Educational Research & Social Sciences, 3*(4). https://doi.org/10.51601/ijersc.v3i4.462

De Bortoli, L., Marsi, S., Marinello, F., & Gallina, P. (2024). Cost-efficient algorithm for autonomous cultivators: Implementing template matching with field digital twins for precision agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture, 227*. https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109509

Ewert, F., Baatz, R., & Finger, R. (2023). Agroecology for a sustainable agriculture and food system: From local solutions to large-scale adoption. *Annual Review of Resource Economics, 15*(1), 351–381. https://doi.org/10.1146/annurev-resource-102422-090105

Filho, W. A. V., & Furtado, G. M. (2024). The importance of financial controls for maximizing results for small rural entrepreneurs. *Brazilian Journal of Science, 3*(11), 16–33. https://doi.org/10.14295/bjs.v3i11.688

Findura, P., Nadykto, V., Kyurchev, V., & Gierz, Ł. (2024). Transverse movement kinetics of a unit for inter-row crops—Case study: Cultivator unit. *Applied Sciences, 14*(2). https://doi.org/10.3390/app14020580

Huan, M., Dong, F., & Chi, L. (2022). Mechanization services, factor allocation, and farm efficiency: Evidence from China. *Review of Development Economics, 26*(3), 1618–1639. https://doi.org/10.1111/rode.12892

Hussein, M. A., Riga, F. T., Derseh, M. B., Assefa, T. T., Worqlul, A. W., Haileslassie, A., Adie, A., Jones, C. S., & Tilahun, S. A. (2024). Application of irrigation management and water-lifting technologies to enhance fodder productivity in smallholder farming communities: A case study in Robit Bata, Ethiopia. *Agronomy, 14*(5), 1064. https://doi.org/10.3390/agronomy14051064

K, V. V. (2025). Design and implementation of a smart wireless agricultural cultivator machine for sustainable farming. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology, 13*(9). https://doi.org/10.22214/ijraset.2025.74371

Kudzaev, A. B., & Kalagova, R. V. (2024). The method for comparing different blade shapes of flat knives of a rotary cultivator. *Tractors and Agricultural Machinery, 91*(3). https://doi.org/10.17816/0321-4443-625551

Kuvaev, A. N., Derepaskin, A. I., Tokarev, I. V., Polichshuk, Y. V., Binyukov, Y. V., Ivanchenko, P. G.,

e-ISSN: 2987–8233
p-ISSN: 3025–2695

Kukhar, V. S., & Semibalamut, A. V. (2025). Optimizing cultivator-fertilizer performance with tractor-mounted configuration in Northern Kazakhstan. *International Journal of Agriculture and Biosciences, 14*(4). https://doi.org/10.47278/journal.ijab/2025.076

Lee, S. E., Beak, S. M., Beak, S. Y., Lim, R. G., Kim, Y. J., & Kim, W. S. (2025). Load factor evaluation and emissions calculation for the cultivator under real working conditions. *Journal of Agriculture and Food Research, 19*. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101636

Mahmuda, M., Sukardi, & Wiyogo. (2023). Analisis ergonomis pada alat mini cultivator pengolah lahan pertanian berdasarkan metode NBM dan OWAS. *Steam Engineering, 5*(1). https://doi.org/10.37304/jptm.v5i1.9896

Mardji, M., Widiyanti, W., Mindarta, E. K., Effendi, M. I., Riza, F., Desinta, K., & Setiadi, A. S. P. (2025). Penerapan teknologi Chopper Master untuk meningkatkan produktivitas peternak kambing. *Indonesian Research Journal on Education, 5*(4), 28–37. https://doi.org/10.31004/irje.v5i4.2771

Mawardi, I., Hanif, H., Nurdin, N., Haiyum, M., Muhammad, M., Nur, F. M., & Aljufri, A. (2025). Inovasi teknologi cultivator dalam pemberdayaan petani palawija di Desa Mane Kareung, Kota Lhokseumawe. *Jurnal Vokasi, 9*(1). https://doi.org/10.30811/vokasi.v9i1.6574

Ogunsola, O. E. (2024). Reviewing the impact of agricultural technology on smallholder farms in Africa. *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation, 5*(3), 1126–1132. https://doi.org/10.54660/.ijmrge.2024.5.3.1126-1132

Rizky Maulana, Mardiyana, D., & Haris, O. (2022). Analisis efisiensi dan produktivitas penerapan sistem *rubber track* pada tractor cultivator. *Jurnal Permadi: Perancangan, Manufaktur, Material dan Energi, 4*(3). https://doi.org/10.52005/permadi.v4i3.92

Salle, Z., Zainuddin, Aini, S. N., & Buana, A. P. (2024). Teseng: Implementation of justice values in profit-sharing agreements based on the local wisdom of the Bugis Makassar community. *Jurnal Hukum Novelty, 15*(2). https://doi.org/10.26555/jhn.v15i2.28735

Santoso, D., Waris, A., & Egra, S. (2023). Design and simulation of chassis for electric cultivator. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering), 12*(1). https://doi.org/10.23960/jtep-l.v12i1.174-185

Sunitha, R., Bharani, R. S. A., Somasundaram, E., Gayathry, G., Maheshwari, P., Padmapriya, S., Prabhavathi, S. J., & Shenbagavalli, S. (2023). Comparative evaluation of different natural farming system and its impact on the yield of great millet (*Sorghum bicolor* L.). *International Journal of Plant & Soil Science, 35*(19), 1633–1640. https://doi.org/10.9734/ijpss/2023/v35i193709

Swain, C. K., & Rout, H. S. (2024). Age group-wise burden of non-communicable diseases among shrimp cultivators in India: A retrospective analysis of disability-adjusted life years method. *Journal of Agromedicine, 29*(4). https://doi.org/10.1080/1059924X.2024.2368737

Wei, S., & Lu, Y. (2024). Adoption mode of agricultural machinery and food productivity: Evidence from China. *Frontiers in Sustainable Food Systems, 7*. https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1257918

Widiantake Putra, K., Wiyogo, & Sukardi. (2023). Analisis kemampuan kerja mesin mini cultivator untuk pengolahan lahan pertanian. *Jurnal Energi dan Manufaktur, 16*(1).

Widiyanti, W., Marji, M., Mindarta, E. K., Effendi, M. I., Riza, F., & Nurjanah, L. (2025). Dangir-Tech: Inovasi mekanisasi pertanian untuk meningkatkan efisiensi petani jagung pada proses pendangiran. *Indonesian Community Journal*. https://doi.org/10.70609/icom.vxix.xxxx

Zhang, B., Chen, J., & Zhu, Y. (2024). Improved design and simulation of an integrated ridge-breaking earth cultivator for ratoon sugarcane fields. *Agriculture, 14*(7). https://doi.org/10.3390/agriculture14071013