

Penerapan Teknologi Tepat Guna Alat Penabur Pupuk untuk Meningkatkan Kenyamanan Pemupukan Kelompok Tani Desa Tukinggedong

Altri Mulyani¹, Arinda Nawal Fitrin², Rifa Arisandy Maulana³, Bunga Dwi Rastuti⁴, Zahra Malfianda⁵, Afriza Faqih Anhari⁶, Dela Lutvita Ningrum⁷, Theona Celesta Annabel⁸, Muhammad Fikri Syawaludin⁹, Rigo Rajendra Sutomo¹⁰, Alya Dhita Khoirunnisa¹¹, Amirah Abrar¹², Nisrina Najaah Khoiriyah¹³

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13} Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

Received : 18 Agustus 2026, Revised : 29 Agustus 2026, Published : 18 September 2026

Corresponding Author

Nama Penulis: Altri Mulyani

E-mail: altri.mulyani@unsoed.ac.id

Abstrak

Proses pemupukan pada Kelompok Wanita Tani (KWT) dan Kelompok Tani Desa Tukinggedong masih dilakukan secara manual dengan menaburkan pupuk menggunakan tangan dalam posisi membungkuk, sehingga kurang nyaman dan membutuhkan tenaga lebih besar. Kegiatan pengabdian ini bertujuan menerapkan alat penabur pupuk sebagai teknologi tepat guna untuk mendukung kenyamanan pemupukan petani. Metode meliputi identifikasi kebutuhan, pembuatan alat, sosialisasi, penyerahan alat, serta uji coba dan pendampingan di lahan, dilengkapi evaluasi kenyamanan berbasis kuesioner skala Likert 1-5 dan Nordic Body Map sederhana yang diisi 20 petani sebelum dan sesudah penggunaan alat. Sebanyak 8 unit alat didistribusikan, terdiri atas 5 unit untuk Kelompok Tani Krida Mas Tani dan 3 unit untuk KWT Tunggal Rasa. Penggunaan alat memungkinkan pemupukan sambil berdiri, dengan skor kenyamanan meningkat dari 2,0 menjadi 4,6 pada skala 1-5, serta keluhan pinggang dan punggung menurun dari 60% menjadi 0%. Sebaran pupuk tampak lebih merata berdasarkan observasi lapangan, meski belum didukung pengukuran kuantitatif. Petani memberikan respons positif dan menilai alat membantu mempermudah pemupukan serta mengurangi kebutuhan membungkuk berulang. Kendala muncul pada kondisi tanah terlalu basah karena tanah menumpuk di bagian bawah alat dan menghambat keluarnya pupuk. Kegiatan ini menghasilkan alat penabur pupuk yang dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan dalam menyokong kenyamanan bagi petani.

Kata kunci - alat penabur pupuk, kelompok tani, teknologi tepat guna, kenyamanan, pemupukan

Abstract

The fertilization process in the Women Farmers Group and Farmers Group in Tukinggedong Village is still performed manually by spreading fertilizer by hand while working in a bent posture, causing discomfort and greater physical effort. This community service activity aimed to implement a fertilizer applicator as an appropriate technology to support farmers' comfort during fertilization. Methods included needs identification, tool development, socialization, handover, and field trials and mentoring, complemented by a comfort evaluation based on 1-5 Likert scale questionnaire and a simplified Nordic Body Map completed by 20 farmers participating before and after tool use. Eight units were distributed, 5 units to Krida Mas Tani Farmers Group and 3 units to Tunggal Rasa Women Farmers Group. Tool usage enabled fertilization while standing, raising average comfort scores from 2.0 to 4.6 on a 1-5 scale, and reducing waist and back complaints from 60% to 0 %. Fertilizer

distribution shows more even fertilizer distribution, though not yet quantitatively measured. Farmers responded positively, finding the tool helpful in easing fertilization and reducing repetitive bending. A constraint arose on excessively wet soil, where accumulated soil obstructed fertilizer discharge. The activity produced a fertilizer applicator for sustainable use in supporting farmers' comfort.

Keywords - fertilizer applicator, farmers group, appropriate technology, comfort, fertilization

How To Cite : Mulyani, A., Fitrin, A. N. ., Maulana, R. A. ., Rastuti, B. D. ., Malfianda, Z. ., Anhari, A. F. ., Ningrum, D. L. ., Annabel, T. C. ., Syawaludin, M. F. ., Sutomo, R. R. ., Khoirunnisa, A. D. ., Abrar, A. ., & Khoiriyyah, N. N. . (2026). Penerapan Teknologi Tepat Guna Alat Penabur Pupuk untuk Meningkatkan Kenyamanan Pemupukan Kelompok Tani Desa Tukinggedong. *Jurnal Pengabdian Sosial*, 3(11), 1011-1022. <https://doi.org/10.59837/hjzbmv95>

Copyright ©2026 Altri Mulyani, Arinda Nawal Fitrin, Rifa Arisandy Maulana, Bunga Dwi Rastuti, Zahra Malfianda, Afriza Faqih Anhari, Dela Lutvita Ningrum, Theona Celesta Annabel, Muhammad Fikri Syawaludin, Rigo Rajendra Sutomo, Alya Dhita Khoirunnisa, Amirah Abrar, Nisrina Najaah Khoiriyyah

PENDAHULUAN

Sektor pertanian merupakan salah satu aktivitas yang dilakukan oleh masyarakat Desa Tukinggedong, termasuk Kelompok Wanita Tani (KWT) Tunggal Rasa dan Kelompok Tani Krida Mas Tani. Salah satu kegiatan budidaya yang dilakukan oleh kedua kelompok tersebut adalah pemupukan tanaman. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan anggota kelompok sasaran, proses pemupukan masih dilakukan secara manual dengan cara menaburkan pupuk menggunakan tangan dalam posisi membungkuk. Proses tersebut dilakukan secara berulang selama kegiatan pemupukan sehingga petani merasakan ketidaknyamanan, terutama pada bagian pinggang. Kondisi ini menunjukkan adanya kebutuhan terhadap metode pemupukan yang lebih mudah dan nyaman bagi petani. Rasa nyaman yang dirasakan petani menunjukkan adanya peningkatan kualitas hidup petani, sehingga petani dapat hidup lebih sejahtera (Budiman & Fristiyanwati, 2023)

Permasalahan ergonomi dalam aktivitas pertanian juga menjadi perhatian karena pekerjaan dengan postur tidak sesuai dan gerakan berulang dapat meningkatkan risiko gangguan muskuloskeletal. Beberapa penelitian terbaru menjelaskan bahwa gangguan muskuloskeletal masih menjadi masalah utama di kalangan petani di berbagai wilayah. Akbar et al. (2023) menyatakan bahwa keluhan muskuloskeletal banyak dialami oleh petani berdasarkan tinjauan sistematis di kawasan Asia Tenggara yang disebabkan oleh postur kerja membungkuk, jongkok, dan gerakan berulang selama aktivitas budi daya. Hal tersebut selaras dengan penelitian lain yang menjelaskan bahwa bagian punggung bawah adalah area yang paling sering dikeluhkan oleh petani akibat postur kerja yang tidak sesuai (Gilanlioglu et al., 2023). Jirapongsuwan et al. (2023) menekankan pentingnya intervensi ergonomi sebagai upaya pencegahan gangguan muskuloskeletal pada petani, mengingat sifat pekerjaan pertanian yang menuntut aktivitas fisik berulang dalam jangka waktu yang lama. Selain itu, menurut Kaewdok et al. (2021) faktor risiko ergonomi pada petani juga dipengaruhi oleh usia, durasi kerja, dan jenis aktivitas budidaya yang dilakukan, termasuk kegiatan pemupukan.

Aktivitas pemupukan secara manual melibatkan kondisi fisik serta kenyamanan para petani dalam pengerjaannya. Beberapa studi menunjukkan bahwa aktivitas pertanian manual yang dilakukan secara berulang dan dengan postur tidak ergonomis berkontribusi terhadap keluhan muskuloskeletal pada petani, sebagaimana ditemukan pada petani penyadap karet maupun pekerja panen kelapa sawit (Harahap & Harahap, 2024; Gustara & Susilawati, 2023). Hal tersebut berkaitan dengan penerapan teknologi dalam kegiatan pemupukan ini perlu mempertimbangkan aspek ergonomi yang ditujukan pada kondisi dan efisiensi kemampuan pengguna, mengingat intervensi ergonomi partisipatif yang mempertimbangkan kapasitas fisik pengguna terbukti dapat menurunkan beban postural sekaligus meningkatkan efisiensi kerja di lapangan (Kee, 2022). Kondisi lapangan pada kelompok tani di Desa Tukinggedong, pemupukan yang dilakukan dengan tangan secara manual serta posisi tubuh yang cenderung membungkuk menunjukkan adanya kebutuhan inovasi atas alat yang dapat membantu

proses pemupukan dengan posisi kerja yang lebih meringankan para petani tersebut. Oleh sebab itu, penerapan alat penabur pupuk ini didesain yang dapat memungkinkan penaburan pupuk sambil berdiri menjadi alternatif teknologi yang tepat guna dengan kebutuhan petani pada lokasi kegiatan.

Permasalahan tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara kondisi pemupukan yang dilakukan oleh mitra dengan kondisi kerja yang diharapkan, yaitu proses pemupukan yang dapat dilakukan dengan lebih nyaman tanpa memerlukan gerakan membungkuk secara berulang. Penerapan teknologi tepat guna dapat menjadi salah satu pendekatan untuk mengatasi permasalahan tersebut karena teknologi dapat dirancang berdasarkan kebutuhan, kemampuan, serta kondisi masyarakat pengguna. Rahman et al. (2023) menjelaskan bahwa keberhasilan pemanfaatan teknologi tepat guna pertanian tidak hanya ditentukan oleh fungsi teknis alat, tetapi juga oleh faktor manusia dan pengalaman pengguna. Aspek seperti kemudahan penggunaan, rendahnya kebutuhan tenaga fisik, serta kesesuaian ruang kerja menjadi bagian penting dalam perancangan teknologi agar dapat digunakan secara berkelanjutan oleh masyarakat. Hal tersebut selaras dengan penelitian, Theresia et al. (2024) yang menyatakan bahwa perancangan alat bantu pertanian dengan pendekatan *User Centered Design* dapat dilakukan berdasarkan kebutuhan petani untuk menghasilkan alat yang lebih ergonomis dan mengurangi risiko gangguan muskuloskeletal.

Penerapan alat penabur pupuk sederhana telah dilakukan dalam beberapa kegiatan sebelumnya. Jefri et al. (2025) mengembangkan alat penabur pupuk padat sederhana berbahan dasar pipa PVC dan barang bekas untuk membantu petani dalam melakukan pemupukan. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa petani mampu mengoperasikan alat dengan baik dan penggunaan alat dapat membantu mengurangi waktu pemupukan serta keluhan fisik akibat aktivitas pemupukan manual. Muttaqin et al. (2025) juga menerapkan alat penabur pupuk urea sebagai teknologi tepat guna melalui kegiatan sosialisasi dan praktik bersama masyarakat, yang menunjukkan bahwa alat sederhana dapat diperkenalkan dan diterapkan dengan melibatkan pengguna secara langsung. Sementara itu, Yuhanda et al. (2026) menerapkan *fertilizer spreader* berbahan PVC melalui kegiatan pengabdian berbasis masyarakat dan menunjukkan respons positif pengguna terhadap kemudahan penggunaan alat serta manfaatnya dalam membantu proses pemupukan. Suherman et al. (2023) juga melaporkan kegiatan diseminasi teknologi alat tabur pupuk sederhana bagi petani sebagai upaya membantu proses pemupukan di tingkat masyarakat.

Pengembangan alat pemupukan juga telah diarahkan pada penyesuaian desain dengan karakteristik aktivitas dan kebutuhan pengguna. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengembangan teknologi pemupukan tidak hanya berfokus pada kemampuan alat dalam menyalurkan pupuk, tetapi juga perlu memperhatikan kemudahan penggunaan dan kondisi kerja petani. Oleh karena itu,, penerapan alat penabur pupuk perlu disertai dengan proses pengenalan, demonstrasi, dan pendampingan agar pengguna dapat memahami cara pengoperasian alat serta menyesuainya dengan kondisi lapangan. Selain aspek kemudahan penggunaan, desain alat pemupukan juga perlu mempertimbangkan kondisi ergonomi pengguna. Rakpongsiri et al. (2025) menunjukkan bahwa perancangan peralatan pemupukan dengan pendekatan ergonomi dapat membantu menurunkan risiko kerja pada petani. Penelitian Chouriya et al. (2025) mengenai *fertilizer applicator* yang dioperasikan dengan berjalan juga menunjukkan pentingnya evaluasi ergonomi dalam penggunaan alat pemupukan. Penelitian-penelitian tersebut memperkuat pernyataan bahwa desain alat berjalan (*walk-behind*) memungkinkan pengguna bekerja dalam posisi berdiri yang menjadi salah satu strategi mitigasi risiko postur kerja membungkuk yang menjadi penyebab utama gangguan muskuloskeletal (Akbar et al., 2023; Das, 2023).

Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menawarkan penerapan alat penabur pupuk berbahan pipa paralon yang dirancang agar petani dapat melakukan proses pemupukan dalam posisi berdiri sambil berjalan. Kebaruan kegiatan tidak diletakkan pada pengembangan konsep alat penabur pupuk yang sepenuhnya baru, karena teknologi serupa telah diterapkan pada kegiatan sebelumnya, tetapi pada penerapan dan pendampingan alat yang

disesuaikan dengan kebutuhan dua kelompok sasaran di Desa Tukinggedong, yaitu KWT Tunggal Rasa dan Kelompok Tani Krida Mas Tani. Penyesuaian untuk hal ini penting dilakukan mengingat identifikasi kebutuhan dan kendala mitra terlebih dahulu misalnya melalui pendekatan partisipatif dapat mengungkap sejauh mana suatu kelompok sasaran, khususnya kelompok wanita tani, belum tersentuh teknologi dan masih bergantung pada cara kerja tradisional (Palupi et al., 2023). Kegiatan mencakup identifikasi kebutuhan, pembuatan alat, sosialisasi, penyerahan, uji coba, pendampingan, dan evaluasi penggunaan alat di lapangan, sejalan dengan tahapan pengabdian pada kelompok tani sejenis yang meliputi sosialisasi, penyuluhan dan pendampingan, pelatihan teknis, serta monitoring dan evaluasi (Nik, Lelang, & Rusae, 2023). Berbagai kegiatan penerapan alat penabur pupuk sederhana sebelumnya (Jefri et al., 2025; Muttaqin et al., 2025; Yuhanda et al., 2026; Suherman et al., 2023) umumnya dilaporkan menyasar kelompok tani secara umum, tanpa penekanan eksplisit pada keterlibatan kelompok wanita tani. Pada kegiatan ini, penerapan alat penabur pupuk melibatkan baik Kelompok Tani Krida Mas Tani maupun Kelompok Wanita Tani (KWT) Tunggal Rasa, sehingga turut memberikan pengalaman langsung penggunaan teknologi tepat guna pemupukan bagi kelompok wanita tani yang relatif belum banyak menjadi fokus eksplisit pada laporan-laporan sejenis.

Evaluasi ergonomi pada kegiatan ini dilakukan dengan pendekatan deskriptif yang menggabungkan antara data kuantitatif dan kualitatif. Tingkat kenyamanan kerja diukur melalui kuesioner skala Likert 1-5 yang diisi oleh para petani sebelum dan setelah penggunaan alat, hal tersebut selaras dengan pendekatan kuesioner sebagai instrumen evaluasi yang umum digunakan untuk mendapatkan gambaran komprehensif mengenai efektivitas program serta kepuasan peserta dalam kegiatan pengabdian yang berbasis teknologi pertanian (Hernawati et al., 2023). Keluhan yang muncul pada bagian tubuh tertentu terutama pinggang dan punggung akibat posisi membungkuk yang berulang, diidentifikasi dengan menggunakan pendekatan Nordic Body Map (NBM) sederhana untuk membandingkan kondisi sebelum dan setelah penggunaan alat tersebut, mengingat metode ini juga sering digunakan untuk mengidentifikasi keluhan muskuloskeletal pada petani padi dengan keluhan umum, seperti area pinggang dan leher yang diakibatkan postur kerja yang tidak sesuai (Rahdiana et al., 2022). Data dari kuesioner dan NBM dianalisis secara deskriptif dengan menghitung rata-rata skor serta persentase keluhan, kemudian dibandingkan dengan hasil observasi dan wawancara untuk mendapatkan gambaran yang lebih komprehensif mengenai perubahan postur kerja dan tingkat kenyamanan petani.

Metode ini dipilih karena sifat kegiatan yang berfokus pada pengabdian masyarakat yang menekankan penerapan dan pendampingan alat, sehingga instrumen yang digunakan bersifat sederhana dan mudah diterapkan di lapangan, dibandingkan dengan menggunakan instrumen ergonomi yang kompleks seperti REBA atau RULA yang memerlukan penilaian postur secara biomekanik oleh observer terlatih. Meskipun demikian, penggabungan penggunaan kuesioner kenyamanan dan NBM tetap memberikan indikasi terukur mengenai perubahan posisi kerja dan penurunan keluhan pada bagian pinggang petani dari membungkuk menjadi berdiri, selaras dengan perubahan postur kerja merupakan salah satu faktor utama yang dapat menurunkan risiko gangguan muskuloskeletal pada petani (Akbar et al., 2023; Rakpongsiri et al., 2025). Pendekatan yang mempertimbangkan pengalaman pengguna tersebut sejalan dengan prinsip pengembangan teknologi tepat guna yang menempatkan faktor manusia dan kesesuaian penggunaan sebagai bagian penting dalam keberlanjutan teknologi, sebagaimana ditunjukkan oleh evaluasi kepuasan pengguna pada inovasi mekanisasi pertanian sejenis yang mencatat mayoritas responden puas hingga sangat puas dan perubahan praktik kerja yang lebih produktif dan sehat (Widayanti et al., 2025).

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan menerapkan alat penabur pupuk sebagai teknologi tepat guna untuk mendukung kemudahan dan kenyamanan proses pemupukan bagi KWT Tunggal Rasa dan Kelompok Tani Krida Mas Tani di Desa Tukinggedong. Solusi yang diberikan tidak hanya berupa penyediaan alat, tetapi juga sosialisasi, demonstrasi, uji coba, dan pendampingan penggunaan agar kelompok sasaran mampu mengoperasikan alat secara mandiri. Kegiatan

menghasilkan 8 unit alat penabur pupuk, yang terdiri atas 5 unit untuk Kelompok Tani Krida Mas Tani dan 3 unit untuk KWT Tunggal Rasa, serta memberikan pengalaman langsung kepada petani dalam menggunakan teknologi pemupukan alternatif. Penerapan alat diharapkan memberikan manfaat berupa proses pemupukan yang lebih mudah dan nyaman serta mendukung pemanfaatan teknologi tepat guna yang dapat digunakan secara berkelanjutan oleh masyarakat.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan menggunakan pendekatan partisipatif yang melibatkan kelompok sasaran dalam proses identifikasi kebutuhan, penerapan alat, dan evaluasi kegiatan. Program kegiatan berupa pembuatan dan penerapan alat penabur pupuk ergonomis sebagai teknologi tepat guna untuk mendukung kemudahan dan ketepatan dalam proses pemupukan. Sasaran kegiatan terdiri atas Kelompok Wanita Tani (KWT) Tunggal Rasa dan Kelompok Tani (Poktan) Krida Mas Tani di Desa Tukinggedong. Kegiatan dilaksanakan melalui tahapan identifikasi dan koordinasi, pembuatan alat, sosialisasi, penyerahan alat, uji coba dan pendampingan, serta evaluasi.

1. Identifikasi dan Koordinasi

Identifikasi kebutuhan dilaksanakan pada 1 Juli 2026 melalui wawancara dan koordinasi dengan pihak yang berkaitan dengan kegiatan pertanian di Desa Tukinggedong. Kegiatan melibatkan ketua KWT Tunggal Rasa, ketua Kelompok Tani Krida Mas Tani, kepala desa, sekretaris desa, dan beberapa anggota kelompok tani. Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai aktivitas pemupukan, alat yang digunakan, kebutuhan kelompok, serta kendala yang dihadapi dalam proses pemupukan. Informasi tersebut menjadi dasar dalam menentukan bentuk alat penabur pupuk yang sesuai dengan kondisi dan kebutuhan kelompok sasaran.

2. Pembuatan Alat Penabur Pupuk Ergonomis

Pembuatan alat penabur pupuk ergonomis dilaksanakan pada 10 Juli 2026 berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan kelompok sasaran. Proses pembuatan meliputi penentuan desain, pemilihan bahan, pembuatan komponen, dan perakitan alat. Perancangan alat mempertimbangkan kemudahan pengoperasian dan kesesuaian alat dengan aktivitas pemupukan. Pengujian awal dilakukan untuk memastikan alat dapat digunakan dalam proses penaburan pupuk sebelum diterapkan kepada kelompok sasaran.

3. Sosialisasi Program

Sosialisasi program dilaksanakan pada 13 Juli 2026 kepada kelompok sasaran. Sosialisasi bertujuan memberikan informasi mengenai fungsi dan manfaat alat penabur pupuk ergonomis serta rencana penerapannya dalam aktivitas pemupukan. Kegiatan juga memberikan pemahaman mengenai cara penggunaan alat, pengaturan dosis pupuk, dan perawatan alat.

4. Penyerahan Alat Penabur Pupuk

Penyerahan alat penabur pupuk ergonomis dilaksanakan pada 5 Agustus 2026 kepada KWT Tunggal Rasa dan Kelompok Tani Krida Mas Tani. Kegiatan penyerahan dilakukan sebagai bentuk pemberian alat yang dapat dimanfaatkan oleh kelompok sasaran dalam aktivitas pemupukan. Penyerahan alat disertai dengan pengarahan mengenai fungsi, penggunaan, pengaturan dosis, dan perawatan alat.

5. Uji Coba dan Pendampingan Penggunaan Alat

Uji coba alat dilaksanakan pada 6 Agustus 2026 melalui praktik pemupukan secara langsung di lahan KWT Tunggal Rasa dan lahan sawah milik anggota Kelompok Tani Krida Mas Tani. Mahasiswa KKN mendampingi pengguna dalam mengoperasikan alat selama proses pemupukan. Pendampingan meliputi pengarahan mengenai cara pengoperasian, pengaturan dosis pupuk, dan perawatan alat. Praktik langsung dilakukan untuk mengetahui hasil penerapan alat dalam kondisi pemupukan di lapangan serta memperoleh tanggapan pengguna mengenai kemudahan dan kenyamanan penggunaan alat.

6. Evaluasi

Evaluasi dilakukan melalui observasi langsung selama uji coba dan wawancara dengan pengguna setelah penerapan alat. Aspek yang diamati terkait kemudahan penggunaan alat penabur pupuk. Evaluasi kenyamanan penggunaan alat dilengkapi dengan kuesioner kenyamanan kerja menggunakan skala Likert 1–5 (1 = sangat tidak nyaman, 5 = sangat nyaman) yang diisi oleh 20 petani sebelum dan sesudah menggunakan alat penabur pupuk. Keluhan pada bagian tubuh tertentu, khususnya pinggang dan punggung akibat posisi membungkuk berulang, diidentifikasi menggunakan pendekatan Nordic Body Map sederhana untuk membandingkan kondisi sebelum dan sesudah penerapan alat. Data kuesioner dan Nordic Body Map dianalisis secara deskriptif dengan menghitung rata-rata skor dan persentase keluhan, kemudian disandingkan dengan hasil observasi dan wawancara untuk menggambarkan capaian penerapan alat secara lebih komperhensif.

Indikator keberhasilan kegiatan meliputi keterlaksanaan distribusi alat kepada kelompok sasaran, kemampuan pengguna dalam mengoperasikan alat, kemudahan pengaturan tekanan dan dosis pupuk, pemerataan sebaran pupuk berdasarkan observasi lapangan, peningkatan skor kenyamanan dan penurunan keluhan tubuh berdasarkan kuesioner pra-pasca, serta penerimaan pengguna terhadap alat berdasarkan hasil observasi dan wawancara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat menghasilkan penerapan alat penabur pupuk sebagai teknologi tepat guna bagi Kelompok Tani Krida Mas Tani dan Kelompok Wanita Tani (KWT) Tunggal Rasa di Desa Tukinggedong. Sebanyak 8 unit alat penabur pupuk didistribusikan, terdiri atas 5 unit untuk Kelompok Tani Krida Mas Tani dan 3 unit untuk KWT Tunggal Rasa. Setelah penyerahan alat, dilakukan demonstrasi dan praktik penggunaan secara langsung di lahan pertanian dengan melibatkan 20 orang petani. Pada tahap uji coba, petani diberikan kesempatan untuk mengoperasikan alat secara langsung, termasuk menyesuaikan tekanan pada bagian pengeluaran pupuk. Hasil praktik menunjukkan bahwa alat relatif mudah digunakan karena pupuk dapat keluar dengan memberikan tekanan pada mekanisme alat, sehingga pengguna tidak perlu menaburkan pupuk secara langsung menggunakan tangan. Kemudahan penggunaan alat ini selaras dengan penelitian Suherman et al. (2023) yang menyatakan bahwa diseminasi alat tabur pupuk sederhana dapat menjadi alternatif teknologi yang mudah digunakan dan membantu mengurangi waktu serta tenaga yang digunakan dalam proses pemupukan.

Bentuk alat yang memanjang memungkinkan petani melakukan pemupukan dalam posisi berdiri sambil berjalan, berbeda dengan metode sebelumnya yang dilakukan dengan posisi membungkuk secara berulang. Kondisi tersebut menunjukkan adanya perubahan postur dan cara kerja petani saat proses pemupukan yang berpotensi meningkatkan kenyamanan kerja karena mengurangi frekuensi membungkuk yang dapat menyebabkan ketidaknyamanan pada bagian pinggang. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Pasaribu et al. (2025) yang menyatakan bahwa posisi kerja yang tidak ergonomis merupakan salah satu faktor risiko gangguan otot rangka pada petani. Selain itu, Rakpongsiri et al. (2025) menunjukkan bahwa penerapan peralatan pemupukan dengan mempertimbangkan aspek ergonomi dapat membantu mengurangi risiko kerja dan meningkatkan kenyamanan petani.

Tabel 1. Ringkasan Hasil Kuesioner Kenyamanan dan Nordic Body Map Sebelum dan Sesudah Penggunaan Alat (n = 20)

Aspek yang Diukur	Sebelum	Sesudah
Skor rata-rata kenyamanan (skala 1–5)	2,0	4,6
Keluhan pinggang (% petani)	60%	0%
Keluhan punggung (% petani)	60%	0%

Berdasarkan hasil kuesioner kenyamanan, menunjukkan bahwa skor rata-rata kenyamanan kerja petani meningkat dari 2,0 menjadi 4,6 pada skala 1–5 setelah penggunaan alat penabur pupuk ($n = 20$), sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Peningkatan ini terutama terlihat pada aspek posisi kerja, karena alat memungkinkan pemupukan dilakukan sambil berdiri dan berjalan sehingga mengurangi frekuensi membungkuk. Berdasarkan Nordic Body Map sederhana, keluhan pada bagian pinggang dilaporkan oleh 60% petani sebelum penggunaan alat, dan menurun menjadi 0% setelah penggunaan alat. Pola yang sama juga terlihat pada keluhan bagian punggung, yaitu menurun dari 60% menjadi 0% petani yang melaporkan keluhan setelah penggunaan alat. Temuan ini menunjukkan adanya penurunan keluhan pada bagian tubuh yang berkaitan dengan postur membungkuk selama proses pemupukan. Hal tersebut selaras dengan penelitian Wawo et al. (2026) yang menunjukkan bahwa keluhan muskuloskeletal pada bagian pinggang dan punggung adalah keluhan yang sering dikeluhkan oleh petani padi. Selain itu, Rahmania (2022) melaporkan bahwa terdapat hubungan antara beban kerja fisik dan kelelahan pada petani, sehingga perubahan postur kerja melalui penggunaan alat menjadi salah satu upaya mengurangi tuntutan fisik selama proses pemupukan.

Temuan tersebut juga memperkuat klaim bahwa alat penabur pupuk berkontribusi terhadap peningkatan kenyamanan kerja petani. Hal ini sejalan dengan penelitian Rakpongsiri et al. (2025) yang menunjukkan bahwa peralatan pemupukan dengan pendekatan ergonomi dapat menurunkan risiko kerja dan meningkatkan kenyamanan penggunaannya. Dengan demikian, peningkatan skor kenyamanan dan penurunan keluhan pada pinggang dan punggung setelah kegiatan ini memberikan indikasi bahwa penggunaan alat penabur pupuk dapat mendukung perbaikan kondisi kerja petani. Namun, karena evaluasi hanya dilakukan pada 20 petani dan tidak disertai pengujian statistik terhadap perubahan skor, temuan tersebut lebih tepat diinterpretasikan sebagai hasil evaluasi kegiatan dan belum dapat digeneralisasikan sebagai bukti efektivitas alat pada populasi petani yang lebih luas.

Selain kemudahan penggunaan dan peningkatan kenyamanan, hasil observasi selama uji coba menunjukkan bahwa pemerataan sebaran pupuk secara visual tampak lebih konsisten dibandingkan penaburan manual, terutama apabila tekanan yang diberikan pengguna pada mekanisme alat dilakukan secara stabil. Hasil temuan tersebut sejalan dengan penelitian Reza & Sulaeha (2025) yang menyatakan bahwa alat penabur pupuk sederhana berbahan pipa PVC dinilai mampu mengurangi waktu dan tenaga yang digunakan serta menghasilkan penyebaran pupuk yang lebih merata dibandingkan dengan metode manual. Selain itu, Ernita et al. (2022) juga melaporkan bahwa alat penabur pupuk butiran tipe gendong memiliki efisiensi kerja sebesar 71,24% yang berpotensi meningkatkan efisiensi proses pemupukan. Meskipun demikian, hasil kegiatan ini belum dapat digunakan untuk menyatakan adanya peningkatan efisiensi secara kuantitatif dikarenakan belum dilakukan pengukuran terhadap kapasitas kerja, waktu pemupukan, jumlah pupuk yang keluar, maupun luas area yang tercakup. Dimana pemerataan sebaran pupuk pada alat tabur umumnya dinilai secara baku melalui perhitungan koefisien variasi (*coefficient of variation*) dari hasil penimbangan pupuk pada beberapa titik (Kömekçi et al., 2024).

Keterampilan pengguna dalam mengatur tekanan menjadi faktor penting dalam pengoperasian alat. Pada tahap awal penggunaan, beberapa petani perlu melakukan penyesuaian karena tekanan yang terlalu kuat menyebabkan pupuk keluar dalam jumlah lebih banyak dari yang dibutuhkan, sedangkan tekanan yang terlalu lemah menyebabkan sebaran kurang merata. Pengukuran kuantitatif terhadap jumlah pupuk yang keluar per tekanan dan luas area yang tercakup per lintasan belum dilakukan pada kegiatan ini, sehingga penilaian pemerataan pupuk pada penelitian ini bersifat observasional dan menjadi salah satu keterbatasan yang perlu ditindaklanjuti pada evaluasi atau pengembangan alat berikutnya.

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi selama uji coba, petani memberikan respons positif dan menyampaikan bahwa alat sangat membantu dalam proses pemupukan. Respons tersebut sejalan dengan Suherman et al. (2023) yang menunjukkan bahwa diseminasi alat tabur pupuk sederhana kepada petani dapat mendukung penerimaan teknologi, karena alat dirancang

menggunakan bahan yang sederhana dan mudah diterapkan. Reza & Sulaeha (2025) juga melaporkan respons masyarakat yang sangat positif terhadap penerapan alat penabur pupuk sederhana serta potensinya untuk direplikasi pada wilayah dengan karakteristik pertanian yang serupa. Namun, ditemukan kendala teknis ketika alat digunakan pada kondisi tanah yang terlalu basah. Tanah dapat menumpuk pada bagian bawah alat dan menghambat keluarnya pupuk karena posisi lubang pengeluaran berada dekat dengan permukaan tanah. Hal tersebut dikarenakan kadar kelembaban pada material granular mempengaruhi karakteristik aliran dan proses pengeluarannya melalui mekanisme penaburan (Chen et al., 2025). Kendala tersebut menunjukkan bahwa kondisi lingkungan penggunaan perlu menjadi pertimbangan dalam pengembangan alat. Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, salah satu perbaikan yang dapat dilakukan adalah meninggikan bagian bawah pipa paralon agar jarak antara lubang pengeluaran pupuk dan permukaan tanah lebih besar sehingga risiko penumpukan tanah dapat dikurangi. Temuan ini menjadi bagian penting dari proses penerapan teknologi karena evaluasi langsung bersama pengguna memungkinkan identifikasi kelemahan alat yang tidak selalu dapat diketahui pada tahap perancangan. Penerapan alat penabur pupuk sederhana sebelumnya juga telah dilaporkan oleh Jefri et al. (2025) menunjukkan bahwa alat tersebut dapat menjadi alternatif untuk membantu petani dalam proses pemupukan.

Evaluasi langsung bersama pengguna menjadi bagian penting dalam penerapan teknologi yang memungkinkan identifikasi kelemahan pada alat yang tidak selalu diketahui pada tahap perancangan. Dengan demikian, masukan petani terhadap alat tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan penyempurnaan lanjutan yang ditujukan alat tersebut lebih menyesuaikan dengan kondisi lahan serta kebutuhan pengguna. Temuan mengenai keperluan dalam penyesuaian alat berdasarkan kondisi penggunaan juga relevan dengan penelitian Salim et al. (2026) yang menunjukkan bahwa kondisi permukaan lahan dapat menjadi faktor pendorong dalam mempertimbangkan evaluasi kinerja alat pertanian mekanis.

Dengan demikian, keberhasilan kegiatan ini tidak hanya ditunjukkan melalui tersedianya 8 unit alat, tetapi juga melalui keterlibatan 20 petani dalam uji coba dan diperolehnya pengalaman langsung mengenai penggunaan alat, pengaturan tekanan, pemerataan pupuk, serta identifikasi kendala berdasarkan kondisi lahan. Unsur kebaruan kegiatan terletak pada penerapan alat yang disertai proses demonstrasi, praktik langsung, dan evaluasi bersama kelompok sasaran sehingga alat dapat disesuaikan dengan kondisi penggunaan nyata di Desa Tukinggedong. Pendekatan tersebut memungkinkan kelompok sasaran tidak hanya menerima alat, tetapi juga memperoleh kemampuan untuk mengoperasikan dan memahami keterbatasannya. Penerapan alat penabur pupuk semiotomatis pada kelompok tani juga dilaporkan dapat mendukung efisiensi waktu dan tenaga, juga mengurangi beban kerja petani pada proses pemupukan (Prihatiningtyas et al., 2023). Oleh karena itu, keberadaan alat yang telah diserahkan kepada kedua kelompok tani berpotensi mendukung keberlanjutan penerapan teknologi tepat guna dalam kegiatan pemupukan. Dalam jangka pendek, kegiatan memberikan alternatif cara pemupukan yang lebih mudah dan nyaman bagi petani, sedangkan dalam jangka panjang, keberadaan alat dapat menjadi bagian dari upaya penerapan teknologi sederhana yang telah disesuaikan dengan kebutuhan kelompok sasaran. Hasil evaluasi juga memberikan dasar untuk pengembangan alat selanjutnya, khususnya melalui modifikasi bagian bawah paralon agar lebih sesuai digunakan pada kondisi tanah yang lembab atau basah.

Sebagai keterbatasan, evaluasi pemerataan sebaran pupuk pada kegiatan ini masih bersifat kualitatif berdasarkan observasi lapangan, belum didukung pengukuran kuantitatif seperti jumlah pupuk yang keluar per satuan tekanan atau luas area yang tercakup per lintasan. Pengukuran tersebut disarankan menjadi bagian evaluasi pada kegiatan pengabdian atau pengembangan alat selanjutnya.



Gambar 1. Pendampingan Penggunaan Alat Penabur Pupuk Bersama Kelompok Tani Wanita (KWT) Tunggal Rasa



Gambar 2. Uji Coba Penggunaan Alat Penabur pupuk oleh anggota Kelompok Wanita Tani (KWT) Tunggal Rasa



Gambar 3. Penyerahan alat penabur pupuk kepada Kelompok Tani (Poktan) Krida Mas Tani



Gambar 4. Uji coba penggunaan alat penabur pupuk oleh anggota Kelompok Tani (Poktan) Krida Mas Tani

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui penerapan alat penabur pupuk berhasil memberikan alternatif teknologi tepat guna bagi Kelompok Tani Krida Mas Tani dan KWT Tunggal Rasa di Desa Tukinggedong dalam mendukung proses pemupukan yang lebih mudah dan nyaman. Penerapan alat yang disertai demonstrasi, praktik langsung, dan pendampingan membantu petani memahami cara pengoperasian serta penyesuaian tekanan agar pupuk dapat tersebar secara merata. Respons positif dari petani menunjukkan bahwa alat dapat diterima dan dimanfaatkan untuk mengurangi kebutuhan membungkuk secara berulang selama pemupukan. Kegiatan ini juga menunjukkan pentingnya keterlibatan pengguna dalam proses evaluasi teknologi agar kendala penggunaan dapat diidentifikasi dan menjadi dasar pengembangan alat selanjutnya. Untuk keberlanjutan program, penggunaan alat perlu terus didampingi dan dirawat oleh kelompok sasaran, sedangkan pengembangan berikutnya dapat dilakukan dengan memodifikasi bagian bawah alat agar lebih sesuai digunakan pada kondisi tanah yang basah. Pendekatan serupa juga berpotensi diterapkan pada kelompok tani lain dengan kondisi dan kebutuhan pemupukan yang sejenis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Jenderal Soedirman atas dukungan dan pendanaan kegiatan ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Pemerintah Desa Tukinggedong, Kelompok Tani Krida Mas Tani, KWT Tunggal Rasa, serta seluruh masyarakat Desa Tukinggedong atas dukungan dan partisipasinya selama kegiatan berlangsung. Apresiasi turut disampaikan kepada seluruh mahasiswa KKN Universitas Jenderal Soedirman yang telah membantu pelaksanaan kegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, K. A., Try, P., Viwattanakulvanid, P., & Kallawicha, K. (2023). Work-related musculoskeletal disorders among farmers in the Southeast Asia region: A systematic review. *Safety and Health at Work*, 14(3), 243–249. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2023.05.001>
- Budiman, E.D. & Fristiyanwati, Y. (2023) Modifikasi Alat Semprot Pertanian Dengan Selang Panjang Sebagai Upaya Penurunan Kejadian Gangguan Muskuloskeletal Pada Petani, *Jurnal Pengabdian dan Kewirausahaan*, 7(1). Available at: <https://doi.org/10.30813/IPK.V7I1.4302>.
- Chen, X., Sun, Z., Shi, Y., Liu, M., Yu, J., & Liu, J. (2025) Discrete Element Model of Different Moisture Hygroscopic Fertilizer Particles, *Applied Sciences* 2025, Vol. 15, Page 9425, 15(17), p. 9425. Available at: <https://doi.org/10.3390/APP15179425>
- Chouriya, A., Soni, P., Hota, S., & Thomas, E. V. (2025). Ergonomic evaluation of a walk-behind AI-based cotton fertilizer applicator. *Journal of Field Robotics*, 42, 1826–1839. <https://doi.org/10.1002/rob.22474>
- Das, B. (2023). Work-related musculoskeletal disorders in agriculture: Ergonomics risk assessment and its prevention among Indian farmers. *Work*, 76(1), 225–241. <https://doi.org/10.3233/WOR-220246>
- Ernita, Y., Jamaluddin, J., Hasman, E., Rildiwan, R., & Nurtam, M. R. (2022) Rancang Bangun Alat Penabur Pupuk Butiran Tipe Gendong, *LUMBUNG*, 21(1), pp. 1–13. Available at: <https://doi.org/10.32530/LUMBUNG.V21I1.350>.
- Gilanlioglu, E., Yurt, Y., Angin, E., & Depreli, O. (2025). Investigating the prevalence and risk factors of musculoskeletal disorders among farmers. *Work*, 81(3), 3014–3020. <https://doi.org/10.1177/10519815251333363>
- Gustara, R. A., & Susilawati, S. (2023). Analisis postur kerja terhadap keluhan gangguan muskuloskeletal pada pekerja pemanen kelapa sawit. *SEHATMAS: Jurnal Ilmiah Kesehatan Masyarakat*, 2(3), 625–633. <https://doi.org/10.55123/sehatmas.v2i3.2101>

- Harahap, R., & Harahap, R. A. (2024). Analisis risiko keluhan musculoskeletal disorders pada petani penyadap karet di Kabupaten Padang Lawas Utara. *Jurnal Kesehatan Komunitas*, 10(2). <https://doi.org/10.25311/keskom.vol10.iss2.1869>
- Hernawati, E., Gartina, I., Nugroho, H., Komala Sari, S., Gunawan, T., & Rahman Wijaya, D. (2023). Pembuatan Konten Multimedia Untuk Penyuluhan Pertanian di Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) Limbangan, *I-Com: Indonesian Community Journal*, 3(3), pp. 990–998. Available at: <https://doi.org/10.33379/ICOM.V3I3.2854>
- Jefri, U., Alfikhar, M. A., Irfan, M., Majid, N. C., Riadi, M. R., & Manullang, E. A. (2025). Penerapan teknologi penabur pupuk padat sederhana berbahan dasar barang bekas di Kampung Kalicaah, Desa Tanjung Jaya, Kecamatan Panimbang. *Manfaat: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat Indonesia*, 2(3), 28–35. <https://doi.org/10.62951/manfaat.v2i3.446>
- Jirapongsuwan, A., Klainin-Yobas, P., Songkham, W., Somboon, S., Pumsopa, N., & Bhatarasakoon, P. (2023). The effectiveness of ergonomic intervention for preventing work-related musculoskeletal disorders in agricultural workers: A systematic review protocol. *PLOS ONE*, 18(7), Article e0288131. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288131>
- Kaewdok, T., Sirisawasd, S., & Taptagaporn, S. (2021). Agricultural risk factors and related musculoskeletal disorders among older farmers in Pathum Thani Province, Thailand. *Journal of Agromedicine*, 26(2), 185–192. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2020.1795029>
- Kee, D. (2022). Participatory ergonomic interventions for improving agricultural work environment: A case study in a farming organization of Korea. *Applied Sciences*, 12(4), 2263. <https://doi.org/10.3390/app12042263>
- Kömekçi, F., Kömekçi, C., Doğu, D., & Aykaş, E. (2024) Effects of number of vanes, vane angle and disc peripheral speed on the distribution uniformity of twin-disc granular fertilizer broadcaster, *Heliyon*, 10(18). Available at: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37922>
- Muttaqin, S. Z., Safitri, R. D., Mardotilah, N., Fahri, M. F., & Deden, D. (2025). Penerapan teknologi tepat guna alat penabur pupuk urea di Desa Montor. *Jumat Pertanian: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(3). <https://doi.org/10.32764/abdimasper.v6i3.6154>
- Nik, N., Lelang, M. A., & Rusae, A. (2023). Pendampingan Kelompok Tani Dalam Budidaya Tanaman Hortikultura Berbasis Organik di Desa Sallu. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*. <https://doi.org/10.31004/cdj.v4i6.21111>
- Palupi, P., Rini P., & Aris, S. (2023). Pemberdayaan Kelompok Wanita Tani (KWT) Tunas Berkah Kota Blitar dengan Metode Participatory Rural Appraisal. *AJAD: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 3(3), 238–243. <https://doi.org/10.59431/ajad.v3i3.201>
- Pasaribu, S., Tanjung, L. F., Girsang, R., & Alwi, F. (2025) Hubungan Jenis Kelamin, Masa Kerja, dan Posisi Kerja dengan Gangguan Otot Rangka Akibat Kerja pada Petani di Kabupaten Deli Serdang Tahun 2022, *Jurnal Kedokteran Ibnu Nafis*, 14(1), pp. 1–7. Available at: <https://doi.org/10.30743/jkin.v14i1.822>
- Pratiwi, E. N., Ramadhan, A. R., Alfian, M. N., & Laili, R. N. (2025). Optimalisasi produktivitas petani jagung melalui teknologi tepat guna: Studi kasus penggunaan alat tanam dan tabur pupuk. *ABDI MASSA: Jurnal Pengabdian Nasional*, 5(5). <https://doi.org/10.69957/abdimag.v5i05.2353>
- Prihatiningtyas, S., Fahimah, M., Qomariah, U. K. N., Ulla, L., Yuliani, S. F., & Khotimah, K. (2023) Revitalisasi Pertanian Berkelanjutan Kelompok Tani Kabupaten Jombang: Penerapan Alat Penabur Pupuk Semi Otomatis, *Jurnal Abdimas BSI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(2), pp. 296–308. Available at: <https://doi.org/10.31294/JABDIMAS.V6I2.16598>
- Rahdiana, N., Suhardiman, S., & Sukarman, S. (2022) Ergonomic Risk and Musculoskeletal Disorders in Rice Farmers at Karang Tanjung Village, Karawang Regency, *Spektrum Industri*, 20(1), pp. 39–48. Available at: <https://doi.org/10.12928/SI.V20I1.34>

- Rahman, T., Yassierli, & Widyanti, A. (2023). Design guidelines for sustainable utilization of agricultural appropriate technology: Enhancing human factors and user experience. *Open Agriculture*, 8(1), 20220232. <https://doi.org/10.1515/opag-2022-0232>
- Rahmania, A. (2021) Analisis Beban Kerja Fisik dengan Kelelahan Kerja Petani Gapoktan di Demangan Ponorogo, *Medical Technology and Public Health Journal* , 5(2), pp. 171–181. Available at: <https://doi.org/10.33086/MTPHJ.V5I2.2851>
- Rakpongsiri, K., Lau, A., & Duangkaew, R. (2025). Ergonomic design of fertilizer application equipment to enhance the health and safety of Thai coffee farmers. *International Journal of Occupational Safety and Health*, 15(4), 353–360. <https://doi.org/10.3126/ijosh.v15i4.76574>
- Reza, M. & Sulaeha, S. (2025) Teknologi Tepat Guna Alat Penabur Pupuk Sederhana, *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, 3(6), pp. 3158–3164. Available at: <https://doi.org/10.59837/IPMBA.V3I6.2895>
- Salim, I., Nuratika, Mursalim, Muhidong, J., Useng, D., & Anwar, K. (2026) “Unjuk Kerja Alat Penyangk Mekanis (Cultivator) Tipe Cakar Baja pada Lahan Kering: Performance Of A Claw-Type Mechanical Cultivator On Dry Land,” *Jurnal Agritechno*, 19(1), pp. 62–67. Available at: <https://doi.org/10.70124/AT.V19I1.2285>
- Suherman, S., Nurdin, N., Patahuddin, P., Syawal, S., Nasrullah, N., Nurhapsa, N., Rahim, I. R., Sukmawati, S., Asli, R. F., & Ardyansyah, E. (2023). Diseminasi teknologi alat tabur pupuk sederhana bagi petani di Kecamatan Buntu Batu Kabupaten Enrekang. *Jurnal Dedikasi Masyarakat*, 7(1), 9–18. <https://doi.org/10.31850/jdm.v7i1.2689>
- Theresia, C., Arrissa, F., & Yogasara, T. (2024) Perancangan Alat Bantu Pemanenan Ergonomis untuk Mengurangi Risiko MSDS bagi Petani Sayur di Kabupaten Bandung Barat, *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 19(2), pp. 74–87. Available at: <https://doi.org/10.14710/JATI.19.2.74-87>
- Wawo, A.E., Berhimpong, M.W., & Mamuaja, P.P. (2026) Gambaran Keluhan Muskuloskeletal Disorder dan Kelelahan Kerja pada Petani Padi di Kelurahan Kayawu, Kecamatan Tomohon Utara, *Journal of Innovative and Creativity (Joecy)*, 6(1), pp. 20263–20267. Available at: <https://doi.org/10.31004/JOECY.V6I1.9584>
- Widiyanti, W., Mardji, M., Erwin, K. M., Muhammad, I. E., Fahru, R., & Lailatul, N. (2025). Dangir-Tech: Inovasi Mekanisasi Pertanian untuk Meningkatkan Efisiensi Petani Jagung pada Proses Pendangiran. <https://doi.org/10.70609/i-com.v5i2.7134>