



MODEL PEMBERDAYAAN BERBASIS TEKNOLOGI TEPAT GUNA MESIN PEMIPIL CENGKEH DALAM MEWUJUDKAN KETAHANAN EKONOMI DAN KESEJAHTERAAN SOSIAL MASYARAKAT DESA PUNCAK

Oleh

Sultan¹, Maliq Almadani², Sri Aisyah³, Astuti Umar⁴, Adrianto⁵, Alief Dizatul⁶, Amiriddin⁷, Hijrah⁸, Muh Alamsyah⁹, Muh Syahrul¹⁰, Nurul Yakin¹¹, Wiwi Handayani¹²
^{1,2,4,5,6,7,8,9,10,11,12} Rekayasa Perancangan Mekanik, Universitas Muhammadiyah Sinjai, Indonesia

³ Bisnis Digital, Universitas Muhammadiyah Sinjai, Indonesia

E-mail: ¹zhultan175@gmail.com

Article History:

Received: 17-01-2026

Revised: 06-02-2026

Accepted: 20-02-2026

Keywords:

Teknologi Tepat Guna, Mesin Pemipil Cengkeh, Pemberdayaan Petani, Pascapanen Cengkeh

Abstract: Inefisiensi pemipilan manual cengkeh menurunkan kualitas dan kesejahteraan petani skala kecil di Indonesia, termasuk di Desa Puncak, Sinjai. Program pengabdian ini bertujuan untuk: (1) mengembangkan prototipe mesin pemipil partisipatif, (2) meningkatkan kapasitas teknis petani, dan (3) menganalisis dampak awal terhadap efisiensi dan persepsi. Mengadopsi metode Community-Based Participatory Research (CBPR) dan Technology Acceptance Model (TAM), kegiatan mencakup asesmen kebutuhan, co-design, pelatihan, dan evaluasi. Hasilnya, berhasil dikembangkan mesin berkapasitas 50 kg/jam dengan efisiensi 94%. Pelatihan melibatkan 15 petani dengan peningkatan pengetahuan teknis 87% ($p < 0.01$). Waktu pemipilan berkurang drastis dari 7,8 jam menjadi 1,2 jam per karung. Analisis TAM menunjukkan skor *perceived usefulness* 4,5 dan *perceived ease of use* 4,2 (skala 5). Simpulannya, integrasi desain partisipatif dan pelatihan efektif meningkatkan efisiensi dan adopsi teknologi. Keberlanjutan memerlukan model kelembagaan dan dukungan kebijakan desa yang jelas.

PENDAHULUAN

Sektor perkebunan, dengan komoditas strategis seperti cengkeh (*Syzygium Aromaticum*), merupakan pilar utama ekonomi Indonesia yang berkontribusi signifikan terhadap devisa nasional dan penyerapan tenaga kerja pedesaan. Namun, produktivitas dan kesejahteraan petani skala kecil secara konsisten terkendala oleh inefisiensi sistem pascapanen (Kumar et al. 2020). Fase pemipilan atau pemisahan bunga dari tangkai yang masih mengandalkan metode manual tidak hanya intensif tenaga dan waktu, tetapi juga memicu penurunan kualitas akibat akumulasi bahan sebelum pemrosesan dan fermentasi dini (Hassine et al. 2012). Penurunan mutu ini berbanding lurus dengan penyusutan nilai ekonomis komoditas, yang pada akhirnya mereduksi pendapatan petani secara substantif (Glover et al. 2016). Desa Puncak, Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan, merepresentasikan

paradoks ini secara konkret. Kawasan dengan luas pertanaman cengkeh mencapai 235 hektar yang didominasi oleh petani kecil ini memiliki potensi ekonomi yang belum termanfaatkan optimal. Observasi lapangan mengidentifikasi bahwa 60-70% dari total waktu pascapanen dialokasikan hanya untuk aktivitas pemipilan manual. *Bottleneck* ini menimbulkan *backlog* produksi yang parah selama musim panen puncak, memaksa penyimpanan cengkeh dalam bentuk belum terpipil dalam jangka waktu lama dan meningkatkan risiko deterioration kualitas (Michel et al. 2021; Li et al 2020).

Respons konvensional terhadap tantangan ini seringkali berfokus pada introduksi teknologi mekanis. Namun, bukti empiris terkini menegaskan bahwa keberhasilan adopsi teknologi di pedesaan tidak semata-mata ditentukan oleh parameter teknis, melainkan sangat dipengaruhi oleh dimensi kontekstual seperti kesesuaian sosio-teknis-ekonomi, keterjangkauan, dan tingkat partisipasi pengguna dalam siklus pengembangan (Indra et al. 2023; Yani and Raharjo 2025). Konsep *Appropriate Technology* (Teknologi Tepat Guna) menjawab kebutuhan ini dengan menekankan kesesuaian teknologi dengan konteks lokal, kemudahan perawatan, dan orientasi pemberdayaan (Aziz et al. 2023). Dalam kerangka TTG, pendekatan partisipatif seperti *Community-Based Participatory Research* (CBPR) menjadi krusial untuk memastikan solusi teknologi bersifat *needs-based* dan memperoleh legitimasi sosial dari komunitas sasaran (Danu et al 2024). Berdasarkan identifikasi kesenjangan tersebut, program pengabdian masyarakat ini dirancang dengan mengintegrasikan prinsip TTG dan metodologi CBPR. Penelitian ini bertujuan untuk mendokumentasikan serta menganalisis proses dan hasil pengembangan serta implementasi mesin pemipil cengkeh partisipatif di Desa Puncak. Rumusan penelitian yang diangkat adalah: (1) Bagaimana mekanisme *co-design* dan fabrikasi mesin pemipil cengkeh yang sesuai dengan konteks dan sumber daya lokal? (2) Seberapa efektif program pelatihan dalam meningkatkan kapasitas teknis operasional-perawatan dan intensi adopsi petani? (3) Apa dampak awal penerapan mesin terhadap efisiensi waktu kerja dan persepsi petani terhadap teknologi?

Inefisiensi pascapanen pada komoditas perkebunan merupakan isu sistemik global, terutama di negara berkembang. Kajian mendalam pada rantai nilai pertanian menunjukkan bahwa *postharvest loss* yang mencapai 40% sering berakar pada ketergantungan terhadap proses manual yang lambat dan tidak higienis, yang secara langsung mengikis margin keuntungan produsen (Michel et al. 2021; Kumar et al. 2020). Konteks serupa ditemukan di Indonesia; penelitian (Klistafani et al 2019) sentra cengkeh Maluku mengkonfirmasi bahwa pemipilan manual menjadi *major constraint*, menurunkan kualitas produk ke grade B atau C, dan mereduksi pendapatan petani hingga 30% (Ketut et al. 2024). Kerangka teoritis adopsi inovasi dan penerimaan teknologi, seperti *Technology Acceptance Model* (TAM), menyediakan lensa analitis untuk menguji faktor-faktor penerimaan teknologi tepat guna (Aravind et al. 2025). TAM, yang orisinal dan tetap relevan dalam konteks agrikultur kontemporer (Santosa and Wiryanta 2020) menyatakan bahwa *Perceived Usefulness* (PU) dan *Perceived Ease of Use* (PEOU) merupakan determinan utama intensi perilaku pengguna untuk mengadopsi suatu teknologi. Temuan (Danu et al 2024) di Jawa Tengah memperkuat relevansi kerangka ini, mengungkap bahwa kegagalan adopsi alsintan lebih disebabkan oleh rendahnya PEOU karena persepsi kerumitan dari pada ketiadaan manfaat. Oleh karena itu, pendekatan partisipatif seperti CBPR dihipotesiskan dapat meningkatkan kedua persepsi kunci tersebut (PU dan PEOU) secara simultan.

Prinsip CBPR menempatkan komunitas sebagai mitra setara dalam seluruh tahapan

riset, mulai dari identifikasi masalah hingga diseminasi. Bukti dari studi (Santosa and Wiryanta 2020) dalam pengembangan alat mesin pemipil cengkel di Jawa Timur menunjukkan bahwa proses *co-design* menghasilkan produk yang lebih ergonomis, mudah dirawat, dan pada akhirnya diadopsi secara berkelanjutan. Pendekatan ini selaras dengan prinsip TTG yang menekankan *local resource-based technology* dan pemberdayaan kapasitas lokal (Zhang et al 2024). Dengan demikian, integrasi sinergis antara kerangka TTG, metodologi CBPR, dan lensa analitis TAM diharapkan tidak hanya menghasilkan solusi teknis yang feasible, tetapi juga menciptakan fondasi sosial untuk adopsi dan keberlanjutan teknologi yang inklusif.

METODE PENELITIAN

Penelitian pengabdian ini dirancang sebagai *action research* yang mengadopsi prinsip *Community-Based Participatory Research* (CBPR), sehingga posisi petani sebagai *co-researcher* dan mitra aktif terkonstruksi dalam seluruh siklus program. penelitian ini menggunakan kerangka *Technology Acceptance Model* (TAM) sebagai perspektif analitis. Melalui lensa TAM, faktor-faktor kognitif kunci yang membentuk intensi perilaku petani, yaitu persepsi manfaat (*perceived usefulness*) dan persepsi kemudahan penggunaan (*perceived ease of use*), dieksplorasi secara mendalam untuk memahami mekanisme penerimaan teknologi di tingkat komunitas.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses *Co-Design* dan Spesifikasi Mesin. Proses partisipatif menghasilkan mesin pemipil tipe silinder putar dan datar dengan pemukul internal. Material utama adalah rangka besi siku, silinder dari plat baja, dan penggerak motor bensin Honda GX 200 atau motor listrik 1 HP sebuah modifikasi penting berdasarkan masukan petani. Kapasitas rancangan adalah 50 kg/jam bunga cengkeh. Proses *co-design* mengakomodasi kebutuhan agar mesin mudah dipindahkan dan bagian-bagian yang cepat aus dapat diganti dengan komponen standar di pasar lokal



Gambar 2. Desain Awal Mesin Pemipil Cengkeh



Gambar 3. Fabrikasi dan Perancangan Mesin Pemipil Cengkeh



Gambar 4. Sosialisasi Penggunaan dan Maintenance Mesin Pemipil Cengkeh

Efektivitas Pelatihan dan Peningkatan Kapasitas. Hasil *pre-test* dan *post-test* menunjukkan peningkatan pengetahuan teknis rata-rata sebesar 87%, dengan signifikansi statistik sangat kuat ($p < 0.01$). Pelatihan langsung (*on-the-job training*) di lokasi petani terbukti efektif meningkatkan pemahaman. Analisis kuesioner TAM pasca-implementasi menunjukkan skor *Perceived Usefulness (PU)* yang sangat tinggi, yaitu 4.5 (skala 5), dengan indikator utama "mempercepat kerja" dan "mencegah penurunan kualitas". Skor *Perceived Ease of Use (PEOU)* juga tinggi, yaitu 4.2, dengan catatan bahwa petani membutuhkan waktu 2-3 kali percobaan untuk menjadi mahir mengoperasikan.

Tabel 1. Hasil Uji Coba Mesin Pemipil Cengkeh

Aspek Pengetahuan	Nilai Rata-rata Pra	Nilai Rata-rata Pasca	p-value
Prinsip Kerja Mesin	45,3	88,7	<0,001
Operasi & Keamanan	50,7	92,0	<0,001
Perawatan Dasar	32,0	85,3	<0,001
Rata-rata Total	42,7	88,7	<0,001

Dampak pada Efisiensi dan Persepsi. Pengukuran kinerja menunjukkan mesin beroperasi dengan kapasitas aktual 48-52 kg/jam dan efisiensi pemisahan bunga terpipil bersih mencapai 94%. Dampak paling signifikan adalah pada efisiensi pengerjaan, waktu pemipilan per karung standar 70 kg bunga basah berkurang drastis dari $7,8 \pm 1,2$ jam (*manual*) menjadi hanya $1,2 \pm 0,3$ jam (*mekanis*). Pengurangan waktu sebesar 85% ini menghilangkan *bottleneck* dan memungkinkan cengkeh diproses lebih cepat, sehingga mengurangi risiko fermentasi. Persepsi petani berubah dari skeptis menjadi antusias, terutama setelah melihat kualitas hasil pipilan yang konsisten dan tidak rusak. Diskusi dalam FGD evaluasi mengungkapkan bahwa faktor kunci penerimaan adalah keterlibatan mereka sejak awal, sehingga mereka merasa memiliki (*sense of ownership*) terhadap teknologi tersebut.

Persepsi dan Intensi Adopsi Berdasarkan Model TAM dari petani menunjukkan: *Perceived Usefulness (PU)*; 4.5 ± 0.4 . Petani sangat menyadari manfaat mesin dalam menghemat waktu, tenaga, dan mencegah penurunan kualitas. *Perceived Ease of Use (PEOU)*; 4.2 ± 0.5 . Mesin dianggap relatif mudah dioperasikan, meski ada sedikit kekhawatiran awal. *Intention to Use (IU)*; 4.6 ± 0.3 . Tingkat kemauan untuk terus menggunakan mesin sangat tinggi. Analisis kualitatif memperkuat temuan ini. Seorang petani menyatakan, "Dengan

mesin, kerjaan yang biasanya numpuk dan bikin cengkeh busuk sekarang bisa cepat selesai. Hasilnya juga lebih bersih, tangkai hampir tidak ada." Keberhasilan fabrikasi mesin yang langsung dapat diadopsi menunjukkan manfaat pendekatan *co-design*. Keterlibatan petani sejak fase spesifikasi memastikan mesin memenuhi kebutuhan riil seperti portabilitas (untuk medan berbukit) dan kemudahan perawatan. Penggunaan material lokal tidak hanya menekan biaya tetapi juga mempermudah perbaikan di kemudian hari, yang merupakan esensi dari TTG. Temuan ini selaras dengan studi (10) yang menekankan bahwa partisipasi pengguna meningkatkan ownership dan keberlanjutan.

Peningkatan Kapasitas sebagai Kunci Adopsi Lonjakan pengetahuan teknis yang signifikan (87%) merupakan faktor penentu utama dalam transisi dari penerima pasif menjadi pengguna aktif teknologi. Metode pelatihan *experiential learning* terbukti efektif untuk audiens petani, sebagaimana juga ditemukan dalam konteks berbeda oleh (1). Fokus pada perawatan dasar berhasil mengurangi *technological anxiety*, yang sering menjadi penghalang adopsi di pedesaan. Pengurangan waktu kerja sebesar 84,6% bukan hanya sekadar efisiensi teknis, tetapi memiliki implikasi ekonomi dan sosial yang dalam. Waktu yang dihemat dapat dialokasikan untuk aktivitas produktif lain atau peningkatan kualitas hidup masyarakat. Mencegah penurunan kualitas cengkeh berpotensi langsung meningkatkan pendapatan masyarakat desa puncak. Namun, studi mendalam mengenai dampak ekonomi riil *return on investment*, peningkatan pendapatan bersih memerlukan pengukuran selama satu siklus panen penuh, yang menjadi rekomendasi untuk penelitian lanjutan.

Penerimaan teknologi dan faktor keberlanjutan yang tinggi mengonfirmasi bahwa mesin diterima dengan baik. Faktor kunci keberhasilan adopsi adalah keselarasan antara teknologi dan konteks sosioteknis lokal. Tantangan ke depan terletak pada model kelembagaan pengelolaan mesin bersama (*sharing model*). Keberlanjutan memerlukan kesepakatan yang jelas mengenai pembiayaan perawatan, jadwal penggunaan, dan tanggung jawab di antara kelompok tani. Dukungan kebijakan dari pemerintah desa, misalnya melalui anggaran desa untuk replikasi mesin, akan sangat kritis. Keterbatasan studi ini memiliki beberapa keterbatasan seperti 1) lingkup implementasi masih terbatas pada satu unit mesin dan satu musim, 2) dampak ekonomi jangka panjang belum terukur, 3) partisipan relatif sedikit dan mungkin mewakili petani yang sudah lebih terbuka terhadap inovasi (*early adopter*).

Diskusi

Hasil program ini membuktikan efektivitas pendekatan partisipatif dalam mengatasi bottleneck pascapanen cengkeh. Peningkatan efisiensi waktu sebesar 85% dan skor penerimaan teknologi yang tinggi (*Perceived Usefulness*: 4,5; *Perceived Ease of Use*: 4,2) terlihat melalui integrasi teori adopsi inovasi dan pemberdayaan. Temuan efisiensi sejalan dengan penelitian (Ketut et al. 2024) tentang pemilihan manual sebagai *constraint* utama. Namun, program ini mengatasi kegagalan adopsi teknologi yang sering terjadi akibat pendekatan *top-down* (Yani and Raharjo 2025). Kunci keberhasilannya terletak pada proses *co-design* dan pelatihan partisipatif, yang membangun rasa kepemilikan (*sense of ownership*) dan meningkatkan persepsi kemudahan penggunaan (PEOU) dua faktor kritis dalam *Technology Acceptance Model* (Indra et al. 2023). Keterlibatan petani dalam merancang mesin yang menggunakan komponen lokal secara langsung mengurangi hambatan psikologis terhadap teknologi baru. Secara teoritis, pendekatan ini mengintegrasikan *Community-Based*



Participatory Research dengan prinsip Teknologi Tepat Guna. CBPR mengubah dinamika dari hubungan donor-penerima menjadi kemitraan setara, sementara TTG memastikan kesesuaian teknologi dengan konteks sosio teknis ekonomi lokal (Glover et al. 2016). Sinergi ini menghasilkan inovasi yang untuk komunitas, sehingga mempercepat perubahan perilaku. Proses adopsi berjalan efektif karena inovasi memiliki keunggulan relatif dan kesesuaian yang jelas dengan siklus panen.

KESIMPULAN

Mekanisme *co-design* dan fabrikasi mesin pemipil cengkeh berjalan melalui pendekatan partisipatif berjenjang, yang dimulai dari identifikasi kebutuhan bersama hingga pengembangan dan penyempurnaan prototipe iteratif berbasis masukan langsung petani serta pemanfaatan komponen lokal untuk mencapai desain akhir yang kontekstual.

Program pelatihan yang komprehensif dan aplikatif meliputi operasional, perawatan dasar, dan troubleshooting telah terbukti efektif meningkatkan kapasitas teknis, kepercayaan diri, serta intensi adopsi petani melalui peningkatan *Perceived Usefulness* dan *Perceived Ease of Use* yang dicapai via demonstrasi dan praktik langsung.

Dampak penerapan mesin yang sangat positif ditunjukkan oleh peningkatan efisiensi waktu kerja hingga 70-80%, yang mengatasi bottleneck produksi dan mengurangi risiko penurunan kualitas. Mesin pemipil yang dikembangkan terbukti secara signifikan meningkatkan efisiensi waktu kerja (84,6%) dan diterima dengan baik oleh petani, dengan skor persepsi manfaat dan kemudahan penggunaan yang tinggi.

Pengakuan/Acknowledgements

Suksesnya program pengabdian masyarakat pengembangan mesin pemipil cengkeh ini adalah hasil kolaborasi dan semangat gotong royong yang luar biasa dari seluruh masyarakat, petani, dan pemerintah desa. Atas nama seluruh tim, kami menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang tulus kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan program “Pemberdayaan Berbasis Teknologi Tepat Guna Mesin Pemipil Cengkeh”. Kemitraan, dukungan, dan semangat gotong royong dari Pemerintah Desa, Kelompok Tani, serta seluruh masyarakat Desa Puncak telah menjadi kunci keberhasilan dan keberlanjutan program ini. Semoga sinergi yang telah terbangun dapat memberikan manfaat berkelanjutan bagi peningkatan kesejahteraan dan kemandirian masyarakat.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Aravind, B., Padmanathan, P., Kavitha, R., Thambidurai, S., & Ravindran, C. (2025). Mechanization of garlic cultivation: An overview. *Plant Science Today*. <https://doi.org/10.14719/pst.6347>.
- [2] Aziz, A., Rizkiyah, D., Qomariyah, L., Irianto, I., Yunus, M., & Putra, N. (2023). Unlocking the Full Potential of Clove (*Syzygium aromaticum*) Spice: An Overview of Extraction Techniques, Bioactivity, and Future Opportunities in the Food and Beverage Industry. *Processes*. <https://doi.org/10.3390/pr11082453>.
- [3] Danu, I., Wulandari, F., Pratiwi, F., Hapsari, D., & Isnawati, S. (2024). Program Sanggar Tani Muda Melalui Penerapan Teknologi Digital Sebagai Upaya Meningkatkan Kesejahteraan Petani Cengkih Di Desa Gebugan. *Jurnal Kemitraan Masyarakat*. <https://doi.org/10.62383/jkm.v1i3.502>.

- [4] Glover, D., Sumberg, J., & Andersson, J. A. (2016). The adoption problem; or why we still understand so little about technological change in African agriculture. *Outlook on Agriculture*, 45(1), 3–6. <https://doi.org/10.5367/oa.2016.0235>.
- [5] Hassine Ben, D., Kammoun El Euch, S., Rahmani, R., Ghazouani, N., Kane, R., Abderrabba, M., & Bouajila, J. (2021). Clove Buds Essential Oil: The Impact of Grinding on the Chemical Composition and Its Biological Activities Involved in Consumer's Health Security. *BioMed Research International*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/9940591>.
- [6] Indra, I., Arsawan, M., Mulawarman, A., Suarbawa, K., & Yusuf, M. (2023). Development of an Appropriate Clove Threshing Machine to Increase the Productivity of Clove Farmers in Munduk-Buleleng, Bali, Indonesia. *American Journal of Science, Engineering and Technology*. <https://doi.org/10.11648/j.ajset.20230804.16>.
- [7] Ketut, I., Suarbawa, G., Yusuf, M., Sudiajeng, L., Wayan, N., , S., Ngr, G., Saputra, A., Widnyana, K., Gde, I., & Suarbawa, J. (2024). The Application of the Total Ergonomics (SHIP) Method in Science and Technology for the Regional Development (PIPK) of Munduk Village, Buleleng, Bali. *International Journal of Science and Healthcare Research*. <https://doi.org/10.52403/ijshr.20240228>.
- [8] Klistafani, Y., Wahyuni, N., & Adnan, M. (2019). Penerapan mesin pemisah bunga cengkeh pada petani di Desa Bonto Enrekang. 21. <https://doi.org/10.26858/dedikasi.v21i2.11483>.
- [9] Kumar, A., Khandai, S., Singh, M., Singh, A., Panwar, G., Kumar, A., Singh, S., & Kumar, V. (2020). Hermetic sealed storage IRRI super bag: Reduces post-harvest losses in seed grains. *International Journal of Chemical Studies*, 8(4), 403–406. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i4g.10170>.
- [10] Li, Y., Wu, Y., Li, T., Niu, Z., & Hou, J. (2020). Design and experiment of adjustment device based on machine vision for garlic clove direction. *Comput. Electron. Agric.*, 174, 105513. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105513>.
- [11] Michel, I., Lobietti, M., Danthu, P., Penot, E., Velonjara, F., Jahiel, M., & Michels, T. (2021). Agroforestry innovation by smallholders facing uncertainty: The case of clove-based cropping systems in Madagascar. *European Journal of Agronomy*, 123, 126218. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126218>.
- [12] Santosa, I., & Wiryanta, I. (2020). The development of multi-racks clove dryer machine with control of temperature and Relative Air Humidity (RH). *Journal of Physics: Conference Series*, 1450. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1450/1/012100>.
- [13] Yani, A., & Raharjo, T. (2025). PENGEMBANGAN ALAT PEMIPIL CENGKEH DI KABUPATEN KOLAKA. *JURNAL ILMIAH RESEARCH STUDENT*. <https://doi.org/10.61722/jirs.v2i2.5813>.
- [14] Zhang, J., Kang, N., Qu, Q., Zhou, L., & Zhang, H. (2024). Automatic fruit picking technology: a comprehensive review of research advances. *Artificial Intelligence Review*, 57. <https://doi.org/10.1007/s10462-023-10674-2>.