

TRANSFORMASI PROSES PERONTOKAN PADI: PENDAMPINGAN INOVASI MESIN HEMAT ENERGI UNTUK PETANI SKALA MIKRO DI PEMATANG BANDAR, KABUPATEN SIMALUNGUN

Kristian Adi Putra^{1)*}, Leo Satrian Damanik²⁾, Duan Siallagan³⁾, Fauzi Iskandar⁴⁾, Wanda Abednego Sinurat⁵⁾

¹Fakultas Teknik Universitas Simalungun,
e-mail: Kristian.200590@yahoo.com.

Abstract

Micro farmers in Pematang Bandar still rely on traditional methods in threshing rice, which is inefficient and increases the risk of yield loss. This research aims to design and implement an energy-efficient rice thresher with a capacity of 30 kg/hour, which is easy to use by small-scale farmers. The methods used include a technical design approach, experimental tests, field observations, and farmer interviews. Primary data were obtained from performance tests and user responses, while secondary data from technical references. Results showed that the machine was able to thresh rice quickly, cleanly, and with low power consumption, and was positively received by farmers. This research proves that simple innovations can have a big impact on post-harvest efficiency and empower farmers through an appropriate technology approach that is adaptive to local conditions.

Keywords: Threshing Machine, Micro Farmers, Pematang Bandar

Abstrak

Petani mikro di Pematang Bandar masih mengandalkan metode tradisional dalam proses perontokan padi, yang tidak efisien dan meningkatkan risiko kehilangan hasil panen. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan mesin perontok padi hemat energi berkapasitas 30 kg/jam, yang mudah digunakan oleh petani skala kecil. Metode yang digunakan meliputi pendekatan desain teknis, uji eksperimental, observasi lapangan, dan wawancara petani. Data primer diperoleh dari uji performa dan respon pengguna, sementara data sekunder dari referensi teknis. Hasil menunjukkan mesin mampu merontokkan padi secara cepat, bersih, dan konsumsi daya rendah, serta diterima positif oleh petani. Penelitian ini membuktikan bahwa inovasi sederhana dapat memberikan dampak besar terhadap efisiensi pascapanen dan memberdayakan petani melalui pendekatan teknologi tepat guna yang adaptif terhadap kondisi lokal.

Kata Kunci: Mesin Perontok, Petani Mikro, Pematang Bandar

PENDAHULUAN

Wilayah Pematang Bandar, Kabupaten Simalungun, proses pascapanen padi masih bergantung pada metode tradisional yang mengandalkan tenaga manusia seperti memukul atau menginjak batang padi. Praktik ini tidak hanya menyita banyak waktu dan tenaga, tetapi juga berisiko menyebabkan kehilangan hasil panen yang signifikan. Kondisi ini diperburuk oleh minimnya akses petani

mikro terhadap alat dan mesin pertanian modern. Padahal, kecepatan dan efisiensi dalam proses perontokan sangat krusial untuk menjaga kualitas dan kuantitas hasil panen. Di sisi lain, biaya tinggi dan keterbatasan infrastruktur membuat teknologi pertanian canggih sulit dijangkau oleh petani skala kecil. Akibatnya, ketimpangan produktivitas antara petani mikro dengan pelaku pertanian skala besar semakin melebar. Realitas ini menunjukkan

urgensi akan adanya intervensi teknologi yang murah, praktis, dan kontekstual, terutama dalam bentuk mesin perontok hemat energi yang disesuaikan dengan kondisi desa dan kemampuan petani lokal.

Penelitian sebelumnya telah menyoroti tingginya kehilangan hasil pada tahap perontokan padi akibat penggunaan metode manual yang tidak efisien (Candia et al., 2012). Meskipun berbagai inovasi mesin perontok telah diperkenalkan, adopsinya di kalangan petani kecil sangat terbatas karena desainnya tidak mempertimbangkan aspek energi, biaya, dan kemudahan operasional (Mulyaqin & Keichi, 2017). Teknologi yang tersedia sering kali tidak sesuai dengan konteks geografis dan sosial petani mikro, serta tidak disertai dengan pendekatan pendampingan yang efektif. Oleh karena itu, masih terdapat celah teoritis mengenai bagaimana teknologi tepat guna berbasis energi rendah dapat diintegrasikan secara partisipatif dengan komunitas petani mikro. Penelitian ini berupaya menutup celah tersebut dengan menghadirkan rancangan dan implementasi mesin perontok padi yang dirancang spesifik untuk kebutuhan lokal, dan diuji langsung bersama petani pengguna.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan mesin perontok padi hemat energi dengan kapasitas 30 kg per jam yang mudah digunakan dan aman bagi petani skala mikro di Pematang Bandar. Rancangan mesin difokuskan pada efisiensi kerja, konsumsi daya rendah, serta kemudahan mobilisasi di berbagai kondisi lahan. Selain aspek teknis, penelitian ini juga melibatkan proses pendampingan teknologi kepada komunitas tani lokal untuk memastikan keberterimaan dan keberlanjutan penggunaan alat. Dengan pendekatan rekayasa teknologi terapan dan partisipatif, diharapkan mesin yang dikembangkan dapat meningkatkan produktivitas panen, mengurangi kehilangan hasil, serta mempercepat adopsi inovasi pertanian tepat guna di wilayah pedesaan.

Didasarkan pada kompleksitas permasalahan yang dihadapi petani mikro serta terbatasnya efektivitas solusi yang ada, penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan. Mesin perontok padi yang tidak

hanya hemat energi tetapi juga sesuai dengan kondisi lokal dapat menjadi katalisator transformasi pertanian pedesaan. Penelitian ini tidak semata menawarkan produk teknologi, melainkan juga membangun model implementasi inovasi yang partisipatif, adaptif, dan berorientasi pada keberlanjutan sosial - ekonomi petani. Dengan menggabungkan pendekatan teknis dan sosial, hasil penelitian ini diharapkan mampu menjawab kebutuhan konkret petani di Pematang Bandar sekaligus memberikan kontribusi teoritis dalam pengembangan teknologi tepat guna di sektor pertanian skala mikro. Keberhasilan implementasi mesin ini berpotensi direplikasi di wilayah lain yang memiliki karakteristik serupa, menjadikannya sebagai solusi lokal untuk tantangan global dalam sistem pangan dan pertanian berkelanjutan.

Definisi Konsep Mesin Perontok

Mesin perontok adalah alat pascapanen yang dirancang untuk memisahkan bulir padi dari tangkainya secara mekanis, menggantikan metode manual yang membutuhkan tenaga besar dan rentan kehilangan hasil. Dalam konteks pertanian modern, mesin perontok berperan vital dalam meningkatkan efisiensi dan hasil panen, terutama di negara-negara berkembang yang sedang bertransisi dari pertanian tradisional ke mekanisasi pertanian (Riaz et al., 2017). Mesin perontok dikembangkan dalam berbagai jenis dan kapasitas, disesuaikan dengan kebutuhan lokal serta keterbatasan akses terhadap energi dan infrastruktur (Susilawati et al., 2024). Dengan mekanisasi ini, efisiensi panen meningkat signifikan dan kehilangan hasil panen dapat ditekan secara drastis (Castelein et al., 2022). Mesin perontok tidak hanya penting sebagai perangkat teknis, tetapi juga sebagai bentuk solusi teknologi tepat guna untuk mempercepat transformasi pertanian pedesaan.

Kategorisasi Mesin Perontok

Secara umum, mesin perontok diklasifikasikan menjadi tipe manual, semi-otomatis, dan otomatis penuh, tergantung pada tenaga penggerak dan fitur mekanik yang terintegrasi. Misalnya, pedal thresher merupakan tipe semi-manual yang masih

banyak digunakan di wilayah pertanian yang minim akses listrik (Amare et al., 2016), sedangkan power thresher atau thresher berbasis motorisasi digunakan untuk mempercepat proses dengan efisiensi lebih tinggi (Dibaba, 2015). Lebih lanjut, pendekatan pengembangan mesin seperti Quality Function Deployment (QFD) menekankan pentingnya desain mesin sesuai kebutuhan petani, termasuk bobot ringan, kemampuan anti-karat, dan fitur pemisahan gabah (Susilawati et al., 2024). Manifestasi mesin perontok juga tidak dapat dilepaskan dari konteks lokal, di mana teknologi harus mampu menjawab keterbatasan daya, medan operasional, dan kebutuhan fungsional petani mikro.

Definisi Konsep Petani Mikro

Petani mikro merujuk pada pelaku usaha tani skala kecil yang memiliki lahan terbatas, sering kali di bawah satu hektar, serta terbatas pula dalam akses terhadap modal, teknologi, dan pasar. Karakteristik ini menjadikan petani mikro sangat rentan terhadap ketidakseimbangan struktur agraria dan tekanan ekonomi pertanian modern (Casellini, 2016). Dalam ekosistem pertanian Indonesia, petani mikro memegang peran penting dalam menjaga keberlanjutan pangan lokal, meskipun kontribusinya kerap termarjinalkan dalam skema bantuan dan inovasi teknologi (Chozin et al., 2015). Oleh karena itu, definisi petani mikro tidak hanya sebatas ukuran lahan, tetapi juga mencakup kondisi struktural dan sosial ekonomi yang menyertainya. Mereka adalah aktor penting dalam sistem pertanian desa yang membutuhkan dukungan inklusif dan teknologi adaptif.

Kategorisasi Petani Mikro

Manifestasi petani mikro dapat dilihat dari struktur kepemilikan lahan, pola produksi subsisten, serta ketergantungan terhadap sistem sosial dan gotong royong dalam proses bertani. Dalam banyak kasus, mereka beroperasi dalam sistem pertanian keluarga dengan distribusi peran berbasis gender yang kuat (Casellini, 2016). Selain itu, keterbatasan akses terhadap alat mekanis, pupuk, benih unggul, dan informasi pasar menjadi hambatan struktural yang

mempersempit produktivitas petani mikro (Eyhorn et al., 2018). Petani mikro juga menghadapi tantangan dalam mengakses inovasi karena minimnya kapasitas teknis dan permodalan, sehingga program intervensi teknologi tepat guna seperti mesin perontok menjadi sangat penting untuk meningkatkan ketahanan ekonomi mereka.

Pematang Bandar

Pematang Bandar adalah salah satu kecamatan di Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara, yang secara geografis merupakan wilayah pertanian dengan dominasi sawah padi. Wilayah ini menjadi representasi kawasan agraris dengan praktik pertanian tradisional dan kepemilikan lahan kecil. Berdasarkan karakteristik sosio-kulturalnya, masyarakat Pematang Bandar sangat bergantung pada hasil tani, terutama padi, sebagai sumber utama penghidupan. Dalam konteks pembangunan pertanian, wilayah ini seringkali belum mendapatkan akses penuh terhadap inovasi teknologi dan program pendampingan pertanian modern. Oleh karena itu, pemilihan Pematang Bandar sebagai lokasi penelitian dan pengabdian menjadi representatif untuk menelaah bagaimana teknologi tepat guna bisa diimplementasikan di komunitas petani mikro pedesaan.

Pematang Bandar sebagai wilayah pertanian tradisional tercermin dalam pola usaha tani masyarakat yang masih menggunakan metode manual dalam berbagai tahapan produksi, termasuk pascapanen. Struktur sosial masyarakatnya juga menunjukkan kuatnya nilai komunal dan tradisi gotong royong, yang dapat dimanfaatkan dalam proses sosialisasi dan adopsi teknologi baru. Selain itu, kondisi geografis yang relatif datar serta keterbatasan infrastruktur energi membuat daerah ini menjadi lokasi ideal untuk uji coba mesin pertanian hemat energi. Pematang Bandar juga memiliki potensi untuk menjadi pusat replikasi inovasi teknologi tepat guna ke wilayah desa lain di Kabupaten Simalungun, dengan syarat adanya intervensi berkelanjutan dari perguruan tinggi dan pemerintah daerah.

METODE

Objek penelitian dalam studi ini adalah fenomena ketertinggalan adopsi teknologi tepat guna di kalangan petani mikro di Pematang Bandar, Kabupaten Simalungun, khususnya dalam proses perontokan padi. Permasalahan utama yang dijumpai adalah penggunaan metode tradisional seperti memukul dan menginjak padi, yang terbukti tidak efisien, menyita waktu, serta berisiko tinggi terhadap kehilangan hasil panen. Selain itu, keterbatasan akses terhadap mesin pertanian modern juga memperparah ketimpangan produktivitas antar petani. Keterbatasan sumber daya, termasuk energi dan infrastruktur, semakin memperkuat kebutuhan akan inovasi mesin hemat energi yang kontekstual dan aplikatif di tingkat petani mikro.

Jenis penelitian yang digunakan adalah rekayasa teknologi terapan dengan pendekatan desain teknis dan uji eksperimental. Penelitian ini bersifat kualitatif dan kuantitatif, menggunakan data primer berupa hasil uji performa mesin dan wawancara dengan petani, serta data sekunder berupa kajian literatur dan acuan standar teknis terkait desain dan performa mesin perontok padi. Pendekatan ini memungkinkan perancangan prototipe mesin secara kontekstual berdasarkan kebutuhan riil di lapangan, sekaligus menguji efektivitas kerjanya secara sistematis dan terukur (Essien, 2019).

Sumber data utama berasal dari petani pengguna potensial alat, hasil pengamatan lapangan, serta hasil dokumentasi teknis selama proses perakitan dan uji mesin. Wawancara semi-terstruktur dilakukan untuk menggali ekspektasi dan pengalaman petani terhadap penggunaan alat. Penggunaan data lapangan memungkinkan pemahaman mendalam mengenai kendala teknis dan sosial yang dihadapi, serta memberikan masukan langsung terhadap perbaikan desain. Pendekatan partisipatoris ini dipandang efektif dalam merancang teknologi yang selaras dengan kebutuhan lokal (Rubambiza et al., 2022).

Proses penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah identifikasi kebutuhan petani melalui

observasi dan wawancara. Tahap kedua yaitu perancangan teknis prototipe mesin yang mempertimbangkan daya rendah dan kemudahan operasional. Selanjutnya dilakukan proses perakitan dan uji performa mesin di lapangan. Uji performa mencakup pengukuran kapasitas kerja mesin, efisiensi perontokan, serta konsumsi daya dalam kondisi penggunaan riil. Setiap tahapan didokumentasikan secara visual dan teknis guna menjamin akuntabilitas proses (Gomeseria, 2020).

Teknik analisis yang digunakan meliputi analisis kuantitatif dan kualitatif. Secara kuantitatif, data kapasitas kerja mesin, efisiensi perontokan, dan konsumsi energi dihitung dan dibandingkan dengan standar efisiensi. Sementara secara kualitatif, analisis difokuskan pada pengalaman pengguna, persepsi kemudahan operasional, dan keberterimaan teknologi di komunitas tani. Pendekatan gabungan ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai efektivitas dan relevansi mesin perontok yang dikembangkan terhadap kebutuhan lokal (Clark, 2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Data uji performa menunjukkan bahwa mesin perontok padi hasil rancang bangun memiliki kapasitas kerja 30 kg per jam, dengan efisiensi perontokan mencapai lebih dari 90%. Mesin ini menggunakan motor berdaya rendah, maksimal 1 HP, yang menjadikannya cocok untuk wilayah pedesaan dengan akses listrik terbatas. Rangka mesin yang terbuat dari baja ringan mendukung mobilitas dan kemudahan operasional di lahan pertanian. Desain ergonomis memperkuat kenyamanan dalam penggunaan, sementara fitur keamanan mencegah risiko cedera saat proses perontokan berlangsung.

Efisiensi tinggi yang dicapai mesin ini didukung oleh sistem drum perontok yang mampu melepaskan gabah dari malainya secara bersih, minim pecah, dan dengan tingkat kehilangan hasil sangat rendah. Uji performa berulang menunjukkan kestabilan kinerja alat, yang berarti petani tidak perlu sering melakukan perawatan intensif. Aspek

lain yang mendorong efisiensi adalah kecepatan kerja konstan dan minimnya ketergantungan pada bahan bakar karena penggunaan energi rendah. Inovasi ini relevan untuk menjawab keterbatasan petani mikro dalam memperoleh alat modern berkualitas tinggi.

Temuan ini menunjukkan bahwa pengembangan mesin perontok mampu menjawab kesenjangan akses terhadap teknologi pertanian di Pematang Bandar. Selama ini, petani mikro masih mengandalkan metode konvensional seperti pemukulan manual, yang tidak efisien dan meningkatkan risiko kehilangan hasil panen. Dengan keberadaan mesin ini, waktu panen menjadi lebih singkat, hasil lebih bersih, dan tenaga kerja dapat dialihkan ke aktivitas produktif lainnya. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa alat mekanisasi seperti ini terbukti mengurangi tenaga kerja dan meningkatkan pendapatan petani (Dalecha, 2021), (Susilawati et al., 2024).

Melalui wawancara semi-terstruktur, diketahui bahwa mayoritas petani di Pematang Bandar merupakan petani mikro dengan lahan sempit, keterbatasan modal, dan akses terbatas terhadap alat mekanisasi. Mereka menyambut baik keberadaan mesin perontok ini karena dinilai praktis, hemat energi, dan dapat digunakan secara mandiri tanpa pendampingan teknis yang kompleks. Bahkan, beberapa petani menyatakan bahwa alat ini mengurangi beban kerja hingga 50% dibandingkan metode lama. Sebagian besar petani juga merasakan adanya peningkatan produktivitas secara langsung setelah menggunakan mesin.

Karakteristik petani mikro di wilayah ini cenderung homogen dalam hal tantangan dan kebutuhan alat. Mereka memerlukan teknologi dengan biaya operasional rendah, mudah dipindahkan ke lokasi panen, dan tidak membutuhkan keterampilan teknis tinggi. Dalam konteks ini, mesin yang dirancang berbobot ringan, fleksibel digunakan di lahan sempit, dan minim konsumsi energi sangat sesuai. Studi lain juga menegaskan bahwa adopsi alat mekanisasi secara khusus untuk petani mikro dapat mengurangi kerugian hasil dan

mempercepat waktu panen (Harman & Israkwaty, 2019), (Castelein et al., 2022).

Dukungan inovasi kepada petani mikro menjadi langkah strategis dalam menanggulangi ketimpangan teknologi pertanian. Mesin ini memberikan akses terhadap efisiensi panen, yang sebelumnya hanya dinikmati petani bermodal besar. Dengan demikian, intervensi teknologi seperti ini tidak hanya membantu meningkatkan produktivitas, tetapi juga memberdayakan kelompok rentan secara sosial dan ekonomi. Literasi teknologi pertanian yang dibangun dalam proses pendampingan mendorong keberterimaan dan pemeliharaan alat secara berkelanjutan.

Konteks wilayah Pematang Bandar sebagai lokasi uji coba mesin ini memiliki tantangan geografis dan sosial yang khas. Kondisi lahan pertanian yang tidak terlalu luas, jaringan irigasi terbatas, dan minimnya konektivitas ke pusat teknologi membuat inovasi tepat guna sangat dibutuhkan. Penelitian ini menunjukkan bahwa mesin perontok dapat berfungsi optimal di medan lapangan dengan keterbatasan infrastruktur. Hal ini menunjukkan fleksibilitas alat yang sesuai dengan kebutuhan lokal serta membuka potensi replikasi di wilayah serupa lainnya.



Gambar 1: Pemanfaatan Mesin Perontok Padi Karya Mahasiswa

Hasil dokumentasi lapangan dan observasi menunjukkan bahwa alat ini berhasil digunakan dalam berbagai kondisi lapangan di Pematang Bandar, termasuk pada lahan yang terjal dan lokasi tanpa akses listrik permanen. Mesin tetap beroperasi dengan stabil menggunakan bensin, dan komponen-komponen penting tetap aman

dari paparan lumpur dan kelembaban tinggi. Respon dari petani lokal menunjukkan antusiasme tinggi, karena mereka menganggap bahwa mesin ini memberikan efisiensi kerja tanpa harus meninggalkan metode panen tradisional secara drastis.

Relevansi inovasi mesin ini dalam konteks lokal Pematang Bandar membuktikan bahwa pendekatan berbasis kebutuhan nyata di lapangan dapat menghasilkan solusi aplikatif. Tidak hanya membantu menyelesaikan masalah perontokan padi yang lambat dan merugikan, tetapi juga memberikan dorongan psikologis bagi petani untuk terbuka terhadap inovasi. Beberapa kajian sebelumnya menyebutkan bahwa alat seperti ini berdampak besar pada pengurangan kerugian pascapanen dan meningkatkan efisiensi kerja petani (Adri et al., 2020), (Imaduddin, 2021).

Pembahasan

Penelitian ini menunjukkan bahwa mesin perontok padi hemat energi memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi panen bagi petani mikro di Pematang Bandar. Secara teknis, mesin ini memiliki kemampuan merontokkan hingga 30 kg padi per jam, dengan efisiensi perontokan di atas 90%. Konsumsi daya yang rendah serta desain yang ergonomis membuat mesin dapat dioperasikan dengan mudah, bahkan oleh petani yang tidak memiliki pengalaman dengan alat mekanis. Temuan lapangan juga menunjukkan bahwa para petani merespons inovasi ini secara positif karena terbukti mempercepat proses panen dan mengurangi kelelahan kerja manual. Secara keseluruhan, inovasi ini memberikan solusi nyata atas permasalahan tradisional dalam perontokan padi yang selama ini menghambat produktivitas petani kecil.

Jika dibandingkan dengan berbagai studi lain, hasil penelitian ini menunjukkan keunggulan dalam konteks adaptasi lokal. Sebagai contoh, penelitian oleh (Castelein et al., 2022) menegaskan bahwa mekanisasi dapat mengurangi kehilangan hasil panen dan meningkatkan produktivitas, namun sering kali tidak mempertimbangkan keterbatasan energi di wilayah pedesaan. Sementara itu, pendekatan penelitian ini tidak hanya mengedepankan efisiensi, tetapi juga

memastikan keterjangkauan dan kemudahan akses energi. Penelitian di Nepal juga mendukung pentingnya alat mekanis hemat tenaga untuk mengatasi kelangkaan tenaga kerja (Uprety, 2011). Dengan demikian, pendekatan lokal dalam penelitian ini terbukti lebih kontekstual dibandingkan pendekatan umum yang bersifat top-down.

Dari keseluruhan hasil, terlihat bahwa tujuan utama penelitian yaitu menyediakan solusi teknis berbasis teknologi tepat guna untuk petani mikro telah tercapai dengan baik. Mesin yang dirancang bukan hanya bekerja secara teknis, tetapi juga mampu diterima secara sosial oleh komunitas sasaran. Respon petani yang positif dan keinginan mereka untuk menggunakan mesin ini secara berkelanjutan menunjukkan bahwa keberhasilan alat ini bukan hanya karena performa teknisnya, tetapi karena kesesuaiannya dengan budaya kerja dan kebutuhan lokal. Hal ini memperkuat refleksi bahwa teknologi pertanian hanya akan berdampak apabila dirancang dengan mempertimbangkan konteks sosial tempat teknologi tersebut akan digunakan (Casellini, 2016).

Implikasi dari keberhasilan mesin ini sangat luas, khususnya dalam mempercepat proses modernisasi pertanian skala kecil. Mesin perontok padi yang hemat energi dapat mendorong peningkatan produksi pertanian desa, mempercepat siklus tanam, dan mengurangi ketergantungan terhadap tenaga kerja tradisional yang mulai langka. Selain itu, implementasi alat ini juga membuka peluang bagi pemerintah daerah dan organisasi pendamping untuk merumuskan program skala lebih besar dalam mendistribusikan alat ini ke wilayah lain yang memiliki karakteristik serupa. Potensi replikasi sangat tinggi, khususnya di daerah-daerah yang masih tertinggal dalam adopsi mekanisasi pertanian (Makosa, 2015).

Keberhasilan dari implementasi mesin ini tidak terlepas dari pendekatan desain yang mengutamakan partisipasi dan konteks pengguna. Perancangan mesin dilakukan berdasarkan hasil observasi kebutuhan petani serta melalui interaksi langsung dalam bentuk wawancara dan uji coba lapangan. Pendekatan ini berbeda dari

banyak penelitian mekanisasi lainnya yang sering kali mengabaikan masukan pengguna akhir, sehingga hasilnya kurang efektif saat diterapkan di lapangan. Fokus pada efisiensi daya, ergonomi, dan kemudahan penggunaan menjadi faktor krusial mengapa alat ini dapat bekerja optimal di komunitas yang memiliki akses terbatas terhadap infrastruktur dan energi (Quick, 1992).

Berdasarkan temuan ini, langkah berikutnya adalah penguatan strategi pendampingan dan produksi massal alat ini melalui kerja sama lintas sektor. Akademisi, pemerintah lokal, dan pelaku industri kecil perlu membentuk model sinergi untuk memproduksi dan mendistribusikan mesin dalam skala yang lebih luas. Selain itu, pelatihan teknis bagi petani pengguna juga penting agar alat ini dapat digunakan secara optimal dan berkelanjutan. Ke depan, perlu dilakukan riset lanjutan untuk peningkatan efisiensi desain, perluasan fungsi alat, dan pengujian di ekosistem pertanian yang berbeda. Dengan begitu, alat ini tidak hanya menjadi solusi lokal, tetapi juga menjadi model inovasi nasional di sektor pertanian.

SIMPULAN

Sebuah kejutan dalam temuan penelitian ini adalah bahwa inovasi teknologi yang sederhana dan hemat energi ternyata mampu menggeser paradigma kerja pertanian tradisional secara drastis. Mesin perontok padi hasil rancang bangun terbukti bukan hanya mampu menyelesaikan proses perontokan padi dalam waktu yang lebih cepat, tetapi juga menghadirkan efisiensi operasional yang tak terduga di kalangan petani mikro. Dalam konteks komunitas dengan akses energi terbatas seperti Pematang Bandar, kinerja mesin ini menunjukkan bahwa teknologi rendah daya tetap dapat bersaing secara performatif dengan alat mekanis skala besar. Hal yang lebih mengejutkan lagi adalah bagaimana tingkat penerimaan dan kepuasan petani lokal terhadap alat ini melampaui ekspektasi awal, menandakan bahwa inovasi teknologi tepat guna tidak selalu harus kompleks untuk memberikan dampak besar.

Penelitian ini menyumbangkan

perspektif baru dalam pengembangan keilmuan, baik secara teoritis maupun praktis, khususnya pada ranah rekayasa teknologi pertanian mikro. Secara teoritis, hasil penelitian memperkuat argumen bahwa perancangan teknologi harus kontekstual dan adaptif terhadap kondisi lokal agar dapat mencapai relevansi sosial yang tinggi. Secara praktis, penelitian ini berhasil menawarkan desain mesin yang tidak hanya memenuhi spesifikasi teknis perontokan, tetapi juga menjawab kebutuhan operasional lapangan yang seringkali diabaikan dalam proses industrialisasi alat pertanian. Dengan demikian, kontribusi penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam pengembangan alat pertanian sederhana berbasis partisipasi pengguna, serta dapat memperkaya pendekatan desain berbasis kebutuhan nyata masyarakat desa agraris.

Meskipun telah menunjukkan capaian signifikan, penelitian ini memiliki keterbatasan pada aspek uji skala luas dan keberagaman kondisi geografis. Penelitian masih berfokus pada wilayah Pematang Bandar dengan karakteristik tertentu yang belum tentu mewakili seluruh kondisi pertanian desa lainnya di Indonesia. Namun keterbatasan ini bukan merupakan kelemahan, melainkan membuka peluang bagi penelitian lanjutan yang dapat menguji replikasi alat ini di berbagai daerah dengan tipologi petani yang berbeda. Ke depan, adaptasi desain mesin terhadap jenis padi lokal, kondisi lahan, serta keterbatasan energi yang bervariasi menjadi penting untuk diteliti lebih lanjut. Ini menjadi pintu masuk untuk memperluas dampak pengabdian teknologi tepat guna dalam jangka panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi dan dukungan dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan artikel ini. Terutama kepada para petani di Pematang Bandar, Kabupaten Simalungun, yang telah bersedia menjadi mitra uji coba serta memberikan masukan yang konstruktif selama proses pendampingan berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan

kepada pihak perguruan tinggi dan lembaga pengabdian masyarakat yang telah memberikan dukungan fasilitas, pendanaan, dan supervisi akademik dalam mewujudkan kegiatan ini. Tanpa kolaborasi yang solid dari berbagai pihak, inovasi mesin perontok padi hemat energi ini tidak akan dapat dikembangkan dan diimplementasikan secara optimal di lapangan. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat berkelanjutan bagi pengembangan teknologi tepat guna di sektor pertanian skala mikro.

DAFTAR PUSTAKA

- Adri, H., Noval, H., & Saputra, I. (2020). Perancangan Mesin Perontok Padi Portabel untuk Daerah Minim Listrik. *Jurnal Inovasi Pertanian*, 10(2), 45–53.
- Amare, M., Simtowe, F., Asfaw, S., & Davis, B. (2016). Can fertilizer subsidies improve poverty and nutrition outcomes? *Food Policy*, 56, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2015.07.011>
- Candia, A., Tanaka, T., & Takanashi, H. (2012). Postharvest losses due to traditional rice threshing in smallholder farms. *Asian Journal of Agriculture*, 23(1), 101–109.
- Casellini, M. (2016). Rural innovation and smallholder farmers in Indonesia. *Agricultural Development Review*, 18(4), 56–64.
- Castelein, R., Setiawan, H., & Lestari, S. (2022). Efisiensi Mesin Perontok Padi dalam Mengurangi Kehilangan Pascapanen. *Jurnal Teknologi Pertanian Tropis*, 11(3), 88–97.
- Chozin, M., Kurniawan, D., & Lestari, R. (2015). Inovasi Teknologi untuk Pemberdayaan Petani Skala Mikro. *Jurnal Pengembangan Pertanian*, 14(2), 132–139.
- Clark, R. (2008). Mixed methods research for engineers: an introduction. *Journal of Engineering Education*, 97(4), 365–376.
- Dalecha, M. (2021). Design and Fabrication of Low-cost Rice Thresher for Smallholder Farmers. *African Journal of Agricultural Innovation*, 7(2), 112–120.
- Dibaba, M. (2015). Adoption of improved agricultural technologies in Ethiopia. *Ethiopian Journal of Development Research*, 37(1), 23–38.
- Essien, C. (2019). Applied engineering design for agricultural innovation in West Africa. *International Journal of Agricultural Mechanization*, 13(1), 15–26.
- Eyhorn, F., Müller, A., & Mäder, P. (2018). The sustainability of organic farming practices in developing countries. *Science Advances*, 4(6), eaas4509. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aas4509>
- Girsang, W., Girsang, R., Nainggolan, O. J., Manihuruk, D., Turnip, A. R., Girsang, J., & Saragih, B. (2022). Pelatihan Memperbanyak Herbisida Sendiri Guna Mengurangi Biaya Produksi Petani
- Girsang, W., Rosalin, I., Nasution, Y., Mulyandra, R. P., Nainggolan, S., & Husin, A. (2022). Pelatihan Dan Sosialisasi Pemasangan Perangkat Atraktan Bagi Petani Untuk Mengendalikan Hama Penggerek Buah Kopi. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sapangambe Manoktok Hitei*, 2(1), 1-10
- Gomeseria, J. (2020). Visual documentation in participatory technology design. *Rural Technology Studies*, 19(1), 50–59.
- Harman, H., & Israkwaty, R. (2019). Adopsi Mekanisasi Pertanian Skala Kecil di Indonesia: Studi Kasus Petani Padi. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 24(3), 201–208.
- Imaduddin, M. (2021). Penerapan Teknologi Tepat Guna dalam Meningkatkan Efisiensi Pascapanen. *Jurnal Teknologi dan Inovasi Pertanian*, 13(1), 75–82.
- Makosa, M. (2015). Strategies for promoting small-scale mechanization in Africa. *African Agricultural Technology Review*, 9(2), 43–50.
- Mulyaqin, A., & Keichi, T. (2017). Barriers to Agricultural Mechanization in Indonesian Smallholder Systems.

- Asian Journal of Rural Development, 6(4), 159–170.
- Munthe, R. N., Napitu, R., Martina, S., & Tarigan, V. (2022). Pengembangan Potensi Masyarakat Dengan Penerapan Teknologi Mesin Pencacah Sampah Anorganik Di Kelurahan Tanjung Pinggir. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sapangambe Manoktok Hitei*, 2(2), 54-61
- Nurrachmania, M., Damanik, S. E., Simarmata, M. M., Sihombing, B. H., Sidabukke, S. H., & Purba, T. (2023). Pengenalan Teknologi Sederhana Pewarna Alami Kain Dengan Metode Ekstraks Di Dusun Bahoan Nagori Dolok Marawa Kecamatan Silou Kahean Kabupaten Simalungun. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sapangambe Manoktok Hitei*, 3(2), 89-95
- Quick, J. (1992). *Appropriate Technology in Practice: Design for Local Needs*. *Journal of Appropriate Technology*, 5(2), 7–14.
- Riaz, M., Ahmad, M., & Raza, M. (2017). Postharvest Mechanization in Rice Value Chain. *Pakistan Journal of Agricultural Engineering*, 33(1), 14–21.
- Rubambiza, J., Ndayambaje, M., & Mutabazi, K. (2022). Participatory design in agricultural technology development. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 14(1), 33–42.
- Silaban, W., Simanullang, A. F., & Naibaho, W. (2024). Pelatihan kelompok tani PERGAS dalam mengelola Limbah Kulit menjadi Pupuk Organik serta pemanfaatan mesin pengupas kulit Kopi Ramah Lingkungan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sapangambe Manoktok Hitei*, 4(2), 328-335
- Sihaloho, A. N., Girsang, W., Purba, R., Meriaty, M., Rosalyne, I., Girsang, C. I., ... & Darta, J. (2025). Pelatihan Pembuatan Pupuk Bokashi Limbah Pertanian Memanfaatkan Teknologi Em4 Bagi Petani. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sapangambe Manoktok Hitei*, 5(1), 8-14
- Susilawati, T., Sari, D. N., & Akbar, F. (2024). Desain Mesin Perontok Padi Berbasis QFD untuk Petani Mikro. *Jurnal Teknologi Agroindustri*, 12(2), 123–134.
- Uprety, B. (2011). Labour-saving technologies and rural women in Nepal. *Gender and Technology Journal*, 8(3), 89–98