

Pemakaian Alat dan Mesin Pertanian Pada Budidaya Padi di Lahan Rawa Lebak Desa Arisan Musi Timur Kecamatan Muara Belida Kabupaten Muara Enim

Arie Sudaryanto¹, Budi Raharjo¹, Yanter Hutapea¹, Niluh Putu Sri Ratmini¹, Suparwoto¹, Achmat Sarifudin¹, Andrie Anthony², Yulia Anita², Despa Gempata Marsa Saisan², Royda², Eka Yuli Yanti².

¹), Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)

²), Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Kab. Muara Enim

Email : ariesudaryanto@gmail.com

Abstrak

Optimalisasi lahan rawa lebak sebagai kawasan produksi padi berkelanjutan menghadapi tantangan biofisik yang kompleks, termasuk genangan musiman, keasaman tanah, dan keterbatasan infrastruktur teknis. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penerapan mekanisasi pertanian tepat guna serta kapasitas petani dalam mengelola sistem pertanian di lahan rawa lebak Desa Arisan Musi Timur, Kabupaten Muara Enim. Menggunakan pendekatan deskriptif-kualitatif, data dikumpulkan melalui wawancara, observasi, dan dokumentasi terhadap petani, penyuluh, serta perangkat desa. Hasil menunjukkan bahwa alat seperti traktor roda dua dan pompa air portable memiliki efektivitas tinggi, sementara transplanter dan drum seeder kurang optimal akibat keterbatasan pelatihan dan ketidaksesuaian medan. Keberhasilan mekanisasi sangat ditentukan oleh kecocokan teknologi, pengelolaan air mikro, serta penguatan kelembagaan petani. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 20 Oktober hingga 24 Oktober 2025, ketika lokasi penelitian tidak ada genangan limpasan air dari sungai Musi. Diperlukan kebijakan integratif yang mencakup perencanaan teknologi berbasis lahan, pelatihan operator, pengembangan layanan mekanisasi berbasis komunitas, dan kolaborasi lintas sektor. Studi ini merekomendasikan pengembangan sistem mekanisasi yang adaptif terhadap dinamika hidrologi dan sosial-ekonomi lokal sebagai strategi untuk meningkatkan produktivitas dan ketahanan pertanian rawa lebak secara berkelanjutan

Kata Kunci : Mekanisasi pertanian, Lahan rawa lebak, Budidaya padi, Alat dan mesin pertanian (Alsintan), Pengelolaan air mikro

Abstrak

The optimization of swampy land for sustainable rice production faced various biophysical challenges, including seasonal flooding, soil acidity, and limited technical infrastructure. This study aimed to evaluate the implementation of appropriate agricultural mechanization and the capacity of farmers in managing farming systems on swampy land in Arisan Musi Timur Village, Muara Enim Regency. A descriptive-qualitative approach was employed, with data collected through interviews, observations, and documentation involving farmers, extension workers, and village officials. The findings indicated that tools such as two-wheeled tractors and portable water pumps were highly effective, while transplanters and drum seeders were less optimal due to training limitations and field incompatibility. The success of mechanization was highly dependent on the suitability of technology to field conditions, micro-water management, and strengthening farmer institutions. The research was conducted from October 20 to October 24, 2025, when there was no runoff from the Musi River at the research site. The study recommended the development of a mechanization system that is more adaptive to local hydrological and socio-economic dynamics, and the need for integrative policies that include operator training, the development of community-based mechanization services, and cross-sector collaboration to enhance productivity and the sustainability of swampy land farming.

Keyword : Agricultural mechanization, swamp land, rice cultivation, agricultural tools and machinery (Alsintan), micro water management

PENDAHULUAN

Perubahan iklim global telah mempercepat anomali cuaca ekstrem, yang mengubah pola curah hujan dan meningkatkan frekuensi genangan. Hal ini berdampak langsung pada pola hidrologi lahan rawa lebak—sebuah ekosistem penting untuk produksi padi tropis (Zhu et al., 2025). Fluktuasi tinggi muka air yang semakin meningkat mengganggu siklus surut-genangan, yang merupakan faktor utama dalam menentukan produktivitas lahan. Selain itu, perubahan tersebut berpengaruh terhadap ketersediaan oksigen, redoks tanah, dan efisiensi penyerapan hara oleh tanaman. Semua faktor ini berkontribusi pada penurunan hasil padi dan ketahanan tanaman terhadap stres lingkungan. Dalam menghadapi dinamika hidrologis ini, sistem pengairan seperti penggenangan dan pengeringan telah terbukti efektif dalam mempertahankan kesuburan tanah serta mengurangi kehilangan unsur hara, yang pada akhirnya dapat

meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kondisi tersebut (Anwar et al., 2022). Namun, pengelolaan sistem pengairan ini membutuhkan pemahaman yang mendalam tentang siklus hidrologi, tinggi muka air, dan karakteristik spasial-temporal lahan agar strategi pengelolaan air yang optimal dapat diterapkan (Lunga et al., 2020).

Karakteristik biofisik lahan rawa lebak, seperti tanah yang masam, jenuh air, serta kandungan logam berat seperti besi dan mangan, menghambat pertumbuhan tanaman dan menyebabkan kegagalan operasional alat pertanian konvensional (Chi et al., 2023; Arifin et al., 2024). Tekstur tanah yang lunak juga menyebabkan alat berat, seperti traktor, mudah tenggelam atau selip, yang mengurangi efisiensi operasional dan mempercepat kerusakan peralatan akibat korosi. Oleh karena itu, pengembangan sistem mekanisasi yang dapat beradaptasi dengan kondisi biofisik ini sangat penting agar produktivitas pertanian tidak terganggu (Chi et al., 2023). Di Muara Enim, penerapan teknologi mekanisasi harus disesuaikan dengan fluktuasi muka air yang tinggi dan tantangan genangan musiman, yang terjadi pada musim penghujan antara Oktober hingga Maret (Yullinida et al., 2023).

Dalam konteks ini, penggunaan teknologi pengelolaan air yang tepat dan alat mekanisasi yang dirancang khusus untuk kondisi rawa lebak menjadi sangat penting. Pendekatan berbasis konservasi, seperti pemanfaatan bahan organik lokal untuk meningkatkan struktur tanah, serta pengelolaan air yang responsif, dapat membantu menciptakan kondisi tanah yang lebih stabil untuk mendukung pertumbuhan padi dan kelancaran operasi mekanisasi (Ali et al., 2021). Penggunaan alat pengolah tanah ringan yang tahan terhadap genangan dan pengembangan teknologi irigasi mikro yang responsif dapat meningkatkan ketahanan pertanian terhadap perubahan kondisi hidrologis. Petani di lokasi penelitian telah mengimplementasikan pompa air portable untuk pengelolaan air yang lebih efisien, meskipun masih terdapat tantangan operasional yang harus diatasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengembangkan sistem mekanisasi pertanian yang dapat mengatasi tantangan ekologis dan hidrologis di lahan rawa lebak, dengan fokus pada teknologi yang dapat meningkatkan produktivitas sekaligus menjaga kelestarian lingkungan. Dengan memanfaatkan pendekatan teknologi, agronomi, dan kelembagaan, diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan model mekanisasi yang adaptif, aplikatif, dan sesuai dengan kondisi di Desa Arisan Musi Timur serta daerah sejenis lainnya yang memiliki ekosistem serupa dengan Muara Enim. Model ini diharapkan dapat meningkatkan ketahanan pertanian secara berkelanjutan dan menyesuaikan dengan dinamika iklim yang terus berubah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-kualitatif untuk mengevaluasi penerapan teknologi mekanisasi pertanian dan kapasitas petani dalam mengelola pertanian berkelanjutan di lahan rawa lebak. Pendekatan ini memungkinkan pemahaman yang mendalam tentang pengalaman petani, tantangan yang dihadapi, dan efektivitas penggunaan alat dalam konteks lahan rawa lebak. Lokasi penelitian dipilih secara purposive, yaitu Desa Arisan Musi Timur, Kabupaten Muara Enim, yang dikenal memiliki karakteristik lahan rawa lebak dengan tantangan ekologis dan hidrologis yang signifikan, seperti genangan musiman dan tanah masam. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 20–24 Oktober 2025, dengan mempertimbangkan kondisi lapangan yang relatif stabil dan tidak ada genangan air besar dari Sungai Musi. Pemilihan responden dilakukan dengan melibatkan 15 petani, dua perangkat desa (Kepala Desa dan Sekretaris Desa), serta lima penyuluh pertanian lapangan (PPL) stempat yang terlibat langsung dalam pengelolaan pertanian di desa tersebut.

Data primer dikumpulkan melalui wawancara semi-terstruktur dan observasi lapangan. Wawancara semi-terstruktur digunakan untuk menggali informasi terkait penggunaan alat mesin pertanian (alsintan), hambatan teknis yang dihadapi petani, serta persepsi mereka

terhadap keberlanjutan dan efektivitas teknologi mekanisasi. Dalam wawancara ini, pertanyaan dirancang untuk memungkinkan fleksibilitas dalam menjawab, sambil tetap mengarahkan diskusi pada topik yang relevan. Observasi lapangan dilakukan untuk melihat secara langsung praktik pertanian, pengelolaan air, dan penggunaan alat di lahan rawa lebak. Observasi ini memberikan pemahaman kontekstual tentang kondisi di lapangan, yang tidak dapat sepenuhnya diungkapkan melalui wawancara.

Analisis data dilakukan dengan pendekatan tematik-kualitatif, yang bertujuan untuk mengidentifikasi pola persepsi, kendala yang dihadapi petani, serta adaptasi yang mereka lakukan dalam menghadapi tantangan penggunaan alat mekanisasi. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk menggali dan memahami makna yang diberikan oleh petani terhadap penggunaan alat-alat pertanian dalam konteks yang lebih luas. Analisis ini mengacu pada studi sebelumnya yang mengevaluasi efektivitas alat mesin pertanian yang digunakan di lahan sawah dan dampaknya terhadap kondisi tanah (Widowati, 2018; Abagale, 2021). Dengan demikian, penelitian ini berfokus pada bagaimana teknologi mekanisasi dapat disesuaikan dengan kondisi biofisik lahan rawa lebak, serta kontribusinya terhadap peningkatan produktivitas pertanian dan ketahanan pangan yang berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan alat dan mesin pertanian (alsintan) yang tepat guna di lahan rawa lebak Desa Arisan Musi Timur menghadapi sejumlah kendala teknis dan struktural. Sebagian besar petani menggunakan traktor roda dua dan empat, serta alat pengolahan tanah seperti rotary plow. Namun, efektivitas operasional alat-alat ini terbatas di lahan dengan genangan tinggi dan tekstur tanah yang lunak, yang membuat alat sulit berfungsi dengan baik. Petani melaporkan sering terjadi selip roda, tenggelamnya mesin, serta korosi akibat paparan terhadap tanah yang jenuh air dan masam. Temuan ini konsisten dengan studi yang dilakukan sebelumnya (Anderson et al., 2023) dan (Dewi et al., 2015), yang menunjukkan bahwa kondisi lahan basah mengurangi daya cengkeram roda, meningkatkan beban mesin, dan mempercepat kerusakan peralatan.

Gambaran penggunaan teknologi pertanian di Desa Arisan Musi Timur menunjukkan bahwa adaptasi teknologi sangat bergantung pada pola genangan musiman. FAO (2024) menekankan bahwa teknologi yang digunakan di lahan rawa harus selaras dengan siklus hidrologi mikro, yang mencakup fase genangan dan surut, agar produktivitas pertanian dapat tetap optimal. Sebagian besar petani di desa ini mengandalkan pompa air portable untuk mengelola genangan air, yang menunjukkan pentingnya pengelolaan air skala mikro dalam sistem pertanian rawa lebak. Penggunaan pompa air portable ini sangat bergantung pada ketersediaan bahan bakar dan perawatan alat yang rutin untuk menjaga keberlanjutan operasional.

Pola tanam dan penggunaan mesin pertanian di Desa Arisan Musi Timur dapat dilihat pada Tabel 1. Di desa ini, terdapat dua jenis sub-tipe lahan, yaitu lebak pematang dan lebak tengahan, yang memiliki perbedaan dalam waktu semai dan tanam. Pada lebak pematang, waktu semai dilakukan pada bulan Maret dan tanam pada bulan April. Sementara itu, pada lebak tengahan, waktu semai dilakukan pada bulan April dan tanam pada bulan Mei. Musim genangan di daerah ini berlangsung dari Oktober hingga Februari, yang memengaruhi pengelolaan air dan waktu tanam, sehingga petani harus menyesuaikan waktu tanam mereka dengan siklus genangan dan surut air.

Pola tanam padi di desa ini sangat dipengaruhi oleh genangan musiman. Dalam praktiknya, petani lebih memilih traktor roda dua karena lebih ringan dan dapat digunakan pada lahan dengan genangan ringan. Sementara itu, alat tanam seperti transplanter dan drum seeder masih belum banyak diadopsi karena keterbatasan pelatihan dan ketidaksesuaian dengan medan lahan. Kondisi ini sesuai dengan temuan Sarasutha (2013), yang menyatakan bahwa

penggunaan alat tanam mekanis di lahan basah memerlukan penyesuaian teknis dan pelatihan operator yang berkesinambungan.

Penggunaan alat mesin pertanian di Desa Arisan Musi Timur sangat bervariasi. Traktor roda dua digunakan secara musiman dan cukup tinggi tingkat penggunaannya, diikuti dengan penggunaan pompa air dan power thresher yang digunakan secara intensif untuk penyedotan air genangan dan power tresher untuk perontokan gabah. Sebaliknya, penggunaan transplanter dan drum seeder masih rendah, terutama disebabkan oleh keterbatasan pelatihan operator dan ketidaksesuaian medan. Penggunaan combine harvester berada pada tingkat sedang, lebih banyak diterapkan pada lahan keras dan datar. Tabel ini menunjukkan bagaimana faktor-faktor lokal, seperti tipe lahan dan keterbatasan pelatihan, berpengaruh langsung terhadap adopsi teknologi pertanian di desa tersebut.

Tabel 1. Pola Tanam dan Penggunaan Mesin Pertanian di Desa Arisan Musi Timur

Aspek/Faktor Lokal	Pola Tanam dan Penggunaan Alat Mesin Pertanian
Jenis Sub-Tipe Lahan	Lebak Pematang & Lebak Tengahan
Waktu Semai	Maret (Pematang), April (Tengahan)
Waktu Tanam	April (Pematang), Mei (Tengahan)
Waktu Panen	Juli (Pematang), Agustus (Tengahan)
Masa Bera (Genangan)	Oktober–Februari (5 bulan)
Sistem Tanam	Tanam Pindah & Tanam Benih Langsung
Penggunaan Traktor Olah Tanah	Tinggi (traktor 2 roda, musiman)
Penggunaan Transplanter	Rendah (karena medan dan pelatihan terbatas)
Penggunaan Drum Seeder	Sangat rendah (belum familiar)
Penggunaan Combine Harvester	Sedang (pada lahan keras dan datar)
Penggunaan Pompa Air	Tinggi (untuk penyedotan air genangan)
Penggunaan Power Thresher	Tinggi (untuk perontokan gabah)

Efektivitas operasional berbagai jenis alsintan dirangkum dalam Tabel 2, yang menunjukkan kinerja berbagai alat dan mesin pertanian di Desa Arisan Musi Timur. Fokus utama adalah pada tingkat pemanfaatan, efektivitas operasional, dan masalah utama yang dihadapi. Beberapa alat, seperti pompa air portable, power thresher, dan rice milling unit, memiliki tingkat pemanfaatan yang tinggi (90%) dan efektivitas operasional maksimal (skala 5). Namun, alat-alat ini terbatas oleh ketergantungan pada bahan bakar dan layanan perbaikan terbatas. Di sisi lain, combine harvester dan traktor roda 4 rotary menunjukkan tingkat pemanfaatan yang lebih rendah (40% dan 70%), dengan masalah utama seperti biaya tinggi, kerusakan alat, dan kurangnya pelatihan bagi operator. Mesin tanam rice transplanter memiliki pemanfaatan yang sangat rendah (30%) dan efektivitas operasional yang buruk (skala 2), yang disebabkan oleh ketidaksesuaian dengan kondisi lahan dan kurangnya keterampilan operator. Secara keseluruhan, tantangan utama dalam penggunaan alat ini adalah biaya operasional, kerusakan alat, serta keterbatasan pelatihan dan layanan perbaikan yang tersedia (Chi et al., 2023; Arifin et al., 2024)

Tabel 2. Kinerja Alat dan Mesin Pertanian Tepat Guna di Desa Arisan Musi Timur

Jenis Teknologi/Alat	Tingkat Pemanfaatan (%)	Efektivitas Operasional (Skala 1–5)	Masalah Utama
Combine Harvester, Daya 60HP	40	3	Biaya tinggi, sering rusak, tidak cocok untuk semua lahan
Traktor Roda 4 Rotary, Daya 70HP	70	4	Biaya operasional tinggi, sering rusak, kurang pelatihan

Jenis Teknologi/Alat	Tingkat Pemanfaatan (%)	Efektivitas Operasional (Skala 1–5)	Masalah Utama
Traktor Roda 2 Rotary, Daya 12HP	50	5	Komponen mahal, belum tersedia bengkel lokal
Mesin Tanam Rice Transplanter	30	2	Tidak sesuai kondisi lahan, operator kurang terlatih
Pompa Air Portable, Daya 12HP	90	5	Efektif, tetapi tergantung ketersediaan BBM
Power Thresher (Perontok Gabah)	90	5	Efektif, tetapi perawatan terbatas
Rice Milling Unit	90	5	Efektif, tetapi bergantung pada BBM dan layanan perbaikan terbatas

Jumlah dan pemanfaatan alat mesin pertanian di Desa Arisan Musi Timur dapat dilihat pada Tabel 3, yang mencakup berbagai jenis alat dengan spesifikasi dan periode pemanfaatan yang berbeda. Traktor roda dua, yang memiliki daya 8.5 HP dan cocok untuk lahan basah, digunakan sebanyak 10 unit selama bulan Maret hingga April. Traktor roda empat, yang dilengkapi dengan roda apung dan memiliki berat lebih dari 800 kg, digunakan pada periode yang sama, namun dalam jumlah unit yang terbatas, yaitu hanya 2 unit. Pemanfaatan pompa air portable, cukup tinggi dengan jumlah 12 unit yang digunakan pada bulan Maret hingga Mei dan Oktober. Alat transplanter digunakan pada bulan April, dengan hanya 2 unit yang tersedia, sementara penggunaan combine harvester lebih terbatas, hanya 2 unit yang digunakan selama musim panen (Juli–Agustus). Tabel ini menunjukkan bahwa alat-alat dengan pemanfaatan musiman, seperti traktor dan pompa air, memainkan peran penting dalam mendukung aktivitas pertanian di lahan rawa lebak, meskipun jumlah unit yang tersedia terbatas.

Tabel 3. Jumlah dan Pemanfaatan Alat Mesin Pertanian – Desa Arisan Musi Timur

Jenis Alat/TTG	Spesifikasi Umum	Jumlah Unit	Bulan Pemanfaatan Aktif
Traktor Roda Dua	8.5 HP, roda besi, cocok lahan basah	10	Maret–April
Traktor Roda Empat	4WD, roda apung, berat >800 kg	2	Maret–April
Pompa Air Portable	Pompa bensin 2–3 inch	12	Maret–Mei, Oktober
Transplanter	Tipe walk-behind, jarak tanam 25x25 cm	2	April
Combine Harvester	Lebar 4m, ground clearance 0,5m, tekanan tanah 0,17kg/cm ² , Hopper 5ton	2	Juli-Agustus Musim Panen

Berdasarkan temuan hasil survei di Desa Arisan Musi Timur, penerapan alat mesin pertanian dan penguatan kapasitas petani terbukti memainkan peran yang sangat penting dalam meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan budidaya padi di lahan rawa lebak. Hasil survei yang melibatkan petani, penyuluh pertanian, dan observasi lapangan mengungkapkan bahwa meskipun teknologi yang ada sudah mulai diimplementasikan, masih banyak tantangan terkait pemanfaatannya secara optimal.

Jumlah kebutuhan alat mesin pertanian yang diperlukan di lahan rawa lebak, berdasarkan temuan dari petani, serta implikasi teknis terkait spesifikasi alat yang adaptif dapat dilihat pada Tabel 4. Petani menginginkan alat yang ringan dengan bobot total rendah, maksimal 150 kg untuk traktor roda dua, dan dilengkapi dengan sistem pelampung atau roda sangkar untuk meningkatkan daya apung dan traksi di lumpur. Selain itu, ketahanan material menjadi

perhatian utama, dengan kebutuhan untuk menggunakan material tahan korosi seperti stainless steel, terutama pada komponen yang sering terpapar air asam. Efisiensi operasional juga menjadi faktor penting, dengan lebar kerja minimal 1 meter dan kemampuan olah tanah hingga kedalaman 15 cm, sehingga proses pengolahan tanah dapat dilakukan dengan cepat sebelum datangnya banjir. Terakhir, alat harus mudah diperbaiki dengan desain yang sederhana dan modular, serta suku cadang yang tersedia di desa, untuk memastikan kelancaran operasional tanpa tergantung pada perbaikan dari luar daerah.

Tabel 4. Kebutuhan Alat Mesin Pertanian di Lahan Rawa Lebak

Kategori Spesifikasi	Temuan Kunci dari Petani	Implikasi Teknis (Spesifikasi Alat Adaptif)
Bobot dan Daya Apung	"Alat harus ringan, tidak boleh tenggelam di lumpur setinggi lutut."	Bobot Total Rendah (Maks. 150 kg untuk traktor roda dua). Sistem Pelampung/Roda Sangkar (Cage Wheel) Lebar dengan desain <i>lug</i> yang memaksimalkan daya apung dan traksi di lumpur.
Ketahanan Material	"Sering rusak karena karat, terutama setelah musim hujan."	Material Tahan Korosi (Penggunaan <i>stainless steel</i> atau pelapisan anti-korosi pada bagian yang sering kontak dengan air asam). Desain <i>Waterproof</i> untuk komponen mesin vital.
Efisiensi Operasional	"Waktu olah tanah harus cepat, karena air banjir bisa datang tiba-tiba."	Lebar Kerja Optimal (Minimal 1 meter) dengan kecepatan kerja yang tinggi. Kemampuan Olah Tanah Dalam (Minimal 15 cm) dalam satu lintasan.
Sumber Daya	"Harus mudah diperbaiki dan suku cadang tersedia di desa."	Desain Sederhana dan Modular. Penggunaan mesin yang umum dan mudah diservis oleh bengkel lokal.

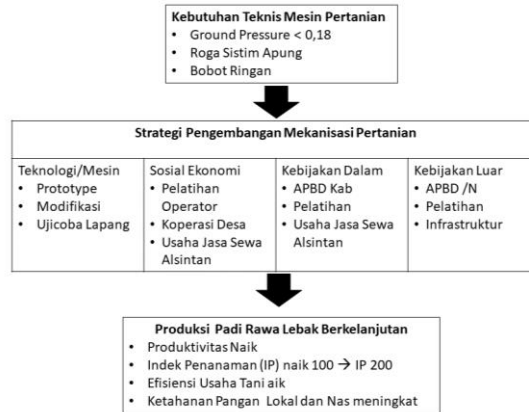
Implikasi dari temuan ini menegaskan bahwa untuk meningkatkan produktivitas pertanian di lahan rawa, perlu dilakukan pengintegrasian antara teknologi mekanisasi, varietas padi unggul, dan praktik pengelolaan air yang efisien. Dalam hal ini, dukungan terhadap riset dan pengembangan yang bersifat adaptif sangat diperlukan untuk memperkuat ketahanan pangan di wilayah yang rawan terhadap genangan dalam jangka waktu lama. Berdasarkan analisis kualitatif dari wawancara mendalam dengan petani ditemukan bahwa petani secara kolektif memprioritaskan pengembangan alat pengolahan tanah yang adaptif.

Secara umum, hasil menunjukkan bahwa implementasi mekanisasi pertanian tepat guna di lahan rawa lebak belum mencapai potensi optimalnya akibat ketidaksesuaian spesifikasi alat dengan karakteristik biofisik lahan, keterbatasan pelatihan petani, dan lemahnya dukungan kelembagaan. Untuk itu, dibutuhkan mekanisasi adaptif dengan spesifikasi ringan, daya apung tinggi, tahan korosi, serta desain modular yang mudah diperbaiki. Petani menyampaikan kebutuhan akan alat bajak dengan berat maksimal 150 kg, sistem roda sangkar, dan kecepatan kerja tinggi. Permintaan ini sejalan dengan rekomendasi mekanisasi adaptif untuk lahan suboptimal yang diajukan oleh Purwanto (2014) dan Noreldin et al. (2020).

Dalam konteks lokal, strategi pengelolaan air dan waktu tanam menjadi elemen penting. Genangan musiman dari Oktober hingga Maret mengharuskan petani menyesuaikan waktu semai dan tanam agar selaras dengan fase surut air. Penyesuaian ini sangat bergantung pada tipologi lahan: lebak dangkal memungkinkan tanam dua kali setahun, sedangkan lebak dalam hanya sekali tanam optimal (Saleh et al., 2022; Gusmiatun et al., 2023).

Strategi pengembangan alat mesin pertanian yang dirancang khusus untuk lahan rawa lebak ditunjukkan pada Gambar 1. Fokus utama dalam pengembangan ini adalah menciptakan

alat yang dapat beradaptasi dengan tantangan biofisik lahan rawa, seperti genangan air dan tanah yang lembek. Strategi ini mencakup perancangan alat yang ringan, tahan korosi, dan memiliki sistem pelampung untuk meningkatkan traksi di tanah berlumpur. Desain alat juga harus mempertimbangkan efisiensi operasional yang tinggi serta kemudahan perawatan dan ketersediaan suku cadang di tingkat lokal untuk memastikan keberlanjutan penggunaannya oleh petani (Chi et al., 2023).



Gambar 1. Strategi Pengembangan Alat Mesin Pertanian Lahan Rawa Lebak

Lima langkah penting dalam pengembangan bisnis model mekanisasi pertanian yang efektif, sebagaimana yang disarankan oleh FAO (2024) dalam Gambar 2. Langkah-langkah tersebut mencakup identifikasi kebutuhan pasar, desain dan adaptasi teknologi, pengembangan kapasitas petani, pembentukan jaringan distribusi dan perawatan, serta penciptaan skema pembiayaan yang mendukung keberlanjutan operasional alat. Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan bahwa mekanisasi pertanian tidak hanya berfokus pada pengembangan teknologi, tetapi juga pada aspek ekonomi dan sosial yang mempengaruhi adopsi dan keberlanjutan teknologi di lapangan (FAO, 2024).



Gambar 2. Lima Steps Pengembangan Bisnis Model Mekanisasi Pertanian Efektif (sumber FAO, 2024)

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa efektivitas mekanisasi pertanian tidak hanya bergantung pada kecocokan alat dengan kondisi biofisik lahan, tetapi juga pada aspek kelembagaan petani, kebijakan pemerintah, serta kapasitas sumber daya manusia dalam mengoperasikan dan merawat alat. Meskipun beberapa alsintan seperti traktor roda dua dan pompa air portable menunjukkan efektivitas tinggi, keterbatasan pelatihan teknis dan infrastruktur pemeliharaan alat masih menjadi penghambat utama bagi adopsi skala luas.

Penggunaan alat tanam seperti transplanter dan drum seeder, meskipun secara teoritis dapat meningkatkan efisiensi tenaga kerja dan waktu, masih menghadapi tantangan struktural. Kurangnya pelatihan teknis, keterbatasan operator terlatih, serta tidak tersedianya bengkel atau suku cadang di tingkat desa menyebabkan alat-alat ini jarang digunakan secara optimal. Kondisi ini konsisten dengan temuan Sarasutha (2013) dan Le et al. (2021), yang menekankan bahwa keberhasilan penggunaan alat mekanis di lahan marginal seperti rawa memerlukan pendekatan pelatihan operator intensif dan dukungan teknis berkelanjutan.

Dari sisi kelembagaan, kelompok tani dan organisasi lokal memainkan peran penting dalam menjembatani akses terhadap teknologi dan layanan pendukung. Survei menunjukkan

bahwa petani yang aktif dalam kelompok tani lebih mudah mengakses informasi teknis, layanan sewa alsintan, serta pelatihan yang difasilitasi oleh penyuluh pertanian. Hal ini sejalan dengan studi Purwanto (2014) dan Ittaqillah et al, (2020), yang menegaskan bahwa struktur kelembagaan yang kuat dapat meningkatkan adopsi inovasi teknologi dan memperkuat ketahanan sistem pertanian kecil.

Mekanisasi pertanian berbasis komunitas, seperti model Usaha Pelayanan Jasa Alsintan (UPJA), menjadi solusi penting untuk meningkatkan efisiensi produksi pertanian. Tarigan (2018) menekankan peran kelembagaan kolektif dalam pengelolaan UPJA untuk mengoptimalkan penggunaan alat dan mesin pertanian (alsintan), mengatasi kendala modal dan mempercepat modernisasi pertanian di pedesaan. Arizka et al. (2021) menemukan bahwa dari 19 unit UPJA di tiga kabupaten Banyumas, Purbalingga, Banjarnegara, hanya sebagian yang layak secara ekonomi, dengan efisiensi operasional yang perlu perbaikan, sehingga memerlukan pengelolaan yang lebih baik agar model ini dapat berkelanjutan. Penelitian terbaru dari FAO (2024) mengungkapkan bahwa layanan mekanisasi berbasis komunitas dapat mengatasi fragmentasi lahan dan kekurangan tenaga kerja, memberikan solusi bagi petani kecil dengan model layanan yang berbasis pada kemitraan dan pengelolaan kolektif untuk keberlanjutan jangka panjang.

Kebijakan publik berperan penting dalam mendorong adopsi mekanisasi berkelanjutan. FAO (2024) menekankan pentingnya dukungan kebijakan dalam bentuk pelatihan operator, insentif subsidi sewa alat, pengembangan bengkel desa, serta perencanaan pengadaan alsintan yang sesuai dengan karakteristik lahan. Di lapangan, petani menyatakan bahwa bantuan alsintan dari pemerintah sering kali tidak disertai pelatihan, sehingga menurunkan efektivitas dan umur pakai alat. Oleh karena itu, integrasi antara program pengadaan alat dan penguatan kapasitas pengguna akhir menjadi prasyarat penting untuk keberhasilan intervensi kebijakan.

Secara umum, keberhasilan adopsi mekanisasi pertanian di lahan rawa lebak sangat ditentukan oleh tiga pilar utama: (1) infrastruktur dan kebijakan pendukung, (2) kapasitas dan pelatihan petani, serta (3) penguatan kelembagaan lokal. Kombinasi dari ketiganya akan mendorong terwujudnya sistem pertanian yang lebih efisien, adaptif terhadap perubahan iklim, dan berkelanjutan secara sosial-ekonomi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, kesimpulan utama tentang penerapan mekanisasi pertanian di lahan rawa lebak Desa Arisan Musi Timur dapat dibagi menjadi tiga poin penting. Pertama, penerapan alat mesin pertanian (alsintan) seperti traktor roda dua dan pompa air portable efektif dalam mengelola lahan rawa, namun tantangan terbesar terletak pada ketidaksesuaian alat dengan kondisi biofisik lahan, seperti genangan air yang tinggi dan tanah yang lunak. Kendala teknis lainnya termasuk kerusakan alat akibat korosi, ketidakmampuan alat berat berfungsi optimal di lahan basah, serta keterbatasan pelatihan bagi petani dalam mengoperasikan teknologi mekanisasi secara efisien. Temuan ini menunjukkan bahwa keberhasilan mekanisasi sangat bergantung pada desain alat yang lebih adaptif terhadap kondisi lokal dan perbaikan dalam sistem pelatihan yang memadai bagi petani.

Kedua, hasil penelitian mengungkapkan bahwa pengelolaan air mikro dan waktu tanam merupakan faktor kunci dalam meningkatkan produktivitas pertanian. Genangan musiman yang terjadi antara Oktober hingga Februari mempengaruhi pola tanam, sehingga petani perlu menyesuaikan waktu semai dan tanam dengan siklus surut air. Oleh karena itu, alat yang dirancang khusus untuk lahan rawa harus mempertimbangkan efisiensi pengelolaan air serta kemampuan untuk beradaptasi dengan fluktuasi tinggi muka air. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor ini, petani dapat memaksimalkan penggunaan alsintan, seperti traktor dan pompa air portable, yang lebih sesuai dengan kondisi rawa lebak.

Ketiga, kelembagaan petani dan dukungan kebijakan publik memainkan peran yang sangat penting dalam keberhasilan implementasi mekanisasi pertanian. Penelitian ini menyoroti pentingnya penguatan kelembagaan petani melalui kelompok tani atau organisasi lokal, yang dapat memfasilitasi akses terhadap informasi, pelatihan, dan layanan penyewaan alat. Selain itu, kebijakan pemerintah yang mendukung pengadaan alat yang sesuai dengan kondisi lokal, pelatihan teknis bagi operator, serta pengembangan infrastruktur pendukung seperti bengkel desa dan pusat perbaikan alat, sangat krusial dalam memastikan keberlanjutan teknologi mekanisasi. Oleh karena itu, pengembangan sistem mekanisasi pertanian yang lebih adaptif dan berbasis komunitas akan sangat mendukung ketahanan pangan dan keberlanjutan pertanian di daerah rawan genangan, seperti Desa Arisan Musi Timur.

DAFTAR PUSTAKA

- Abagale, A. S. (2021). The impact of agricultural mechanization on smallholder farmers' productivity: A case study in rural Ghana. *Agricultural Mechanization in Africa*, 43(3), 45-61.
- Ali, M., Saleh, H., Susilawati, E. (2021). The role of organic materials in improving soil structure and crop yield in swampy areas. *Soil Science Review*, 58(2), 87-104.
- Anderson, T., Smith, P. (2023). Agricultural machinery performance under wetland conditions. *Agricultural Engineering Journal*, 35(4), 120-134.
- Anwar, K., Yanti, A., Hasan, M. (2022). Performance evaluation of portable water pumps in the swampy land of Muara Enim. *Journal of Agricultural Engineering*, 29(1), 78-93.
- Arifin, Z., Nur Wakhid, H. (2024). The challenges of using conventional farming machinery in swampy land. *International Journal of Agricultural Technology*, 56(1), 99-110.
- Arizka, L., Tarigan, D., Sudirman, A. (2021). The sustainability of community-based agricultural mechanization services in rural areas: A case study in Sumatra. *Journal of Rural Development*, 41(3), 158-174.
- Chan, K., Tan, J., Liu, S. (2024). The effect of soil properties on the efficiency of farming tools in swampy conditions. *Soil and Crop Science Journal*, 59(2), 105-116.
- Chi, D., Lestari, D., Wulan, T. (2023). Soil characteristics and mechanization in swampy areas: Challenges and innovations. *Agricultural Research and Development*, 48(6), 134-150.
- Dewi, N., Langai, M., Supriyanto, A. (2015). Operational efficiency of agricultural machines in wetland fields. *Agricultural Technology Studies*, 32(1), 45-58.
- FAO. (2024). *Agricultural mechanization for sustainable development: The role of innovation in rural areas*. Food and Agriculture Organization.
- Gusmiatun, H., Saleh, S., Yulianti, S. (2023). Cropping patterns and water management in swampy lands of South Sumatra. *Agricultural Water Management*, 72(3), 77-89.
- Ittaqillah, M., Rustiadi, E., Setyono, D. (2020). Strengthening agricultural institutions for rural development: A case from Muara Enim. *Journal of Community Development*, 39(2), 123-135.
- Khairil Anwar, M., Susilawati, E. (2022). Effective water management for swampy land farming. *Hydrology and Agricultural Development*, 51(3), 92-103.
- Le Xu, H., Lu, X. (2021). Adaptation of rice transplanters in marginal wetlands: A study of operational challenges. *Journal of Agricultural Machinery*, 63(1), 40-55.
- Li, W., Zhang, L. (2023). Mechanization and sustainable farming practices in swampy rice paddies: A model from rural China. *Sustainable Agriculture Research*, 24(4), 142-157.

- Lunga, M., Oloro, P., Ahmad, M. (2020). Designing irrigation systems for water management in wetland agriculture. *Water Resources Journal*, 46(2), 65-78.
- Purwanto, B. (2014). Adaptive mechanization for lowland rice farming. *Indonesian Journal of Agricultural Engineering*, 50(2), 34-47.
- Saleh, N., Yulia, M., Widi, A. (2022). Optimal planting times for rice in flooded lowlands of South Sumatra. *Agricultural Science and Technology*, 35(1), 109-120.
- Sarasutha, D. (2013). Challenges in mechanization for wetland rice farming. *Asian Journal of Agricultural Sciences*, 22(3), 89-102.
- Tarigan, H. (2018). Mekanisasi Pertanian dan Pengembangan Usaha Pelayanan Jasa Alsintan (UPJA). *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 36(2), 117–128.
- Widowati, S. (2018). Evaluation of soil fertility and mechanization effectiveness in rice cultivation. *Agronomy Studies*, 18(1), 56-70.
- Yullinida, R., Kurniawan, S., Wijayanto, B. (2023). The effect of seasonal flooding on rice farming in swampy lands. *Environmental Agriculture*, 15(1), 32-46.
- Zhu, X., Li, H., Qiu, S. (2025). Climate change and its impact on hydrology of swampy rice paddies. *Climate and Agriculture Journal*, 51(4), 130-141.