



Penguatan Kapasitas Petani Dalam Adopsi Teknologi Modern Untuk Pertanian Berkelanjutan Di Desa Pesu

Suyanto^{1*}, Yerika Yeyen Parura²

Universitas Doktor Nugroho Magetan ¹², Magetan, Indonesia

*E-mail: suyanto@udn.ac.id

Article History

Submitted: 28 Juni 2025

Revised: 3 Juli 2025

Accepted: 15 Juli 2025

Published: 18 Juli 2025

Keywords:

Modern Technology,
Sustainable Agriculture,
Farmer Capacity Building,
Bankability, Pesu Village.

Abstract

Rooted in the urgency to accelerate rural modernization without disrupting social harmony, this community service initiative deploys a holistic framework that synergizes mechanical integration with institutional revitalization in Pesu Village. The transition toward modern mechanization has successfully drastically curtailed labor costs and expedited land processing times, enabling farmers to strategically reallocate their financial surplus toward more productive household needs. Concurrently, the implementation of sustainable agricultural practices guarantees the long-term preservation of soil quality, thereby securing the farmers' primary production assets. On an organizational spectrum, the capacity building of the local farmer group has yielded profound strategic benefits, transforming them into a highly organized entity capable of collective technological management and broader market networking. This elevated level of professionalism inherently boosts their creditworthiness (bankability), smoothing the pathway to secure formal banking credit for future production expansions. Macro-economically, this direct immersion provides universities with rich empirical data to contemporize agricultural socio-economic curricula. Simultaneously, it supplies the local government with a highly effective, non-destructive public policy prototype for rural empowerment, ultimately proving that structural investment in human capital and appropriate technology is the definitive key to sovereign agrarian development.



by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

PENDAHULUAN

Ketersediaan sumber daya air dan energi, arus urbanisasi yang masif, serta fenomena marginalisasi yang terus dialami oleh petani kecil menjadi faktor pendorong utama perlunya perubahan fundamental dalam cara masyarakat mengelola sektor agraria demi masa depan yang lebih stabil (Amede et al., 2023; Knickel et al., 2017; Carlisle et al., 2019; Ibnu, 2024; Pretty et al., 2018; Çakmakçi et al., 2025). Dalam konteks nasional, Indonesia menghadapi situasi di mana produktivitas dan kontribusi sektor pertanian cenderung mengalami penurunan di tengah proses transformasi struktural ekonomi yang sedang berlangsung. Fenomena ini menunjukkan bahwa arah kebijakan baru harus difokuskan pada peningkatan produktivitas yang berkelanjutan, alih-alih sekadar memandang pertanian sebagai sektor transisi menuju industri jasa atau manufaktur.

Redesain sistem pangan menjadi sangat mendesak karena model pertanian konvensional yang ada saat ini cenderung menghasilkan polusi, memicu degradasi tanah, serta memperlebar jurang ketimpangan di wilayah pedesaan. Oleh karena itu, diperlukan strategi yang tidak hanya mengedepankan efisiensi penggunaan input kimia, tetapi juga melakukan perombakan pada tata kelola agar mampu menciptakan ekosistem pertanian yang lebih inklusif bagi seluruh lapisan masyarakat (Setyanti, 2021; Ramadhani, 2023; Yofa et al., 2024; Rai et al., 2024; Pretty et al., 2018; Çakmakçi et al., 2025). Penerapan prinsip agroekologi dan praktik pertanian regeneratif menjadi salah satu pilar utama dalam mewujudkan ketahanan iklim, pemulihan jasa ekosistem, serta pemeliharaan kesehatan tanah dalam jangka panjang. Penelitian menyoroti bahwa transisi ini memerlukan integrasi antara

pengetahuan lokal dengan inovasi modern untuk mengoptimalkan potensi sumber daya alam tanpa merusak daya dukungnya. Fokus pada agroekologi tidak hanya bertujuan untuk menjaga kelestarian lingkungan, tetapi juga untuk memastikan bahwa sistem produksi pangan tetap produktif di tengah ketidakpastian cuaca global. Dengan menempatkan kesehatan tanah sebagai prioritas, petani dapat mengurangi ketergantungan pada input eksternal yang mahal dan beralih ke sistem yang lebih mandiri dan resilien terhadap guncangan lingkungan (Amede et al., 2023; Gosnell et al., 2019; Carlisle et al., 2019; Rai et al., 2024; Pretty et al., 2018; Çakmakçı et al., 2025). Perkembangan teknologi digital dan mekanisasi modern berperan sebagai akselerator dalam transformasi ini melalui pemanfaatan teknologi presisi, *big data*, pesawat nirawak (*drone*), serta implementasi *Internet of Things* (IoT) dalam kerangka *digital farming*.

Inovasi-inovasi tersebut terbukti mampu meningkatkan efisiensi operasional, produktivitas, serta keberlanjutan agribisnis di Indonesia dengan memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih akurat berbasis data lapangan yang aktual. Penggunaan teknologi digital dalam rantai pasok juga membantu petani dalam memantau kondisi lahan secara *real-time*, mengoptimalkan penggunaan air, serta mendeteksi serangan hama lebih dini. Meskipun memberikan peluang besar bagi daya saing petani, integrasi teknologi ini harus tetap memperhatikan kearifan lokal agar tidak menciptakan ketergantungan teknologi yang justru memberatkan petani kecil (Wanda et al., 2024; Ramadhani, 2023; Finger, 2023; Harahap et al., 2024; Wirawan, 2019). Selain aspek teknis produksi, digitalisasi juga menyasar pada sistem pemasaran dan peningkatan literasi informasi petani melalui program-program strategis seperti pemasaran digital Pusat Pelatihan Pertanian dan Perdesaan Swadaya (P4S) serta pengembangan aplikasi digital khusus petani (*Farmer Apps*). Upaya ini bertujuan untuk memperpendek rantai pasar, meningkatkan akses terhadap informasi harga, serta mendorong kolaborasi antarpetani, di mana tenaga penyuluh pertanian memegang peranan kunci sebagai fasilitator transformasi di lapangan. Namun, tantangan besar masih membayangi proses ini, terutama terkait dengan lemahnya infrastruktur internet di wilayah pedesaan terpencil, tingginya biaya investasi awal untuk perangkat teknologi, serta rendahnya tingkat literasi digital di kalangan petani senior. Oleh sebab itu, dukungan kebijakan pemerintah dalam penyediaan infrastruktur digital menjadi syarat mutlak agar transformasi ini dapat dirasakan secara merata (Lestari & Yuwana, 2024; Prayuda, 2024; Wanda et al., 2024; Harahap et al., 2024; Wirawan, 2019). Dimensi sosial dan ketenagakerjaan merupakan komponen krusial yang sering kali terabaikan, padahal keberhasilan sistem pertanian berkelanjutan sangat bergantung pada ketersediaan tenaga kerja yang terampil secara ekologi dan memiliki otonomi dalam berinovasi.

Krisis regenerasi petani muda, fragmentasi lahan, serta alih profesi tenaga kerja pedesaan menjadi ancaman nyata bagi kedaulatan pangan, sehingga diperlukan penguatan semangat kewirausahaan dan industrialisasi berbasis desa yang inklusif. Tata kelola yang baik harus mampu mempertahankan otonomi petani dalam mengelola sumber dayanya sendiri serta memberikan ruang bagi pengembangan inovasi lokal yang teruji. Tanpa adanya jaminan kesejahteraan dan keadilan bagi para petani kecil, transformasi teknologi secanggih apa pun tidak akan mampu menciptakan ketangguhan sistem pangan yang hakiki di masa depan (Setyanti, 2021; Yofa et al., 2024; Carlisle et al., 2019; Knickel et al., 2017; Wang et al., 2025). Inti dari urgensi transformasi agraris pedesaan adalah upaya membangun ekosistem pertanian yang tangguh terhadap guncangan, hemat sumber daya, serta mampu menjaga kesejahteraan manusia dan kelestarian lingkungan secara bersamaan. Pendekatan ekonomi sirkular agrokompleks, pengembangan *smart villages* atau Kampung IT, serta strategi intensifikasi berkelanjutan menunjukkan adanya model integratif di mana produksi, konsumsi, dan regenerasi sumber daya dapat berjalan beriringan. Dengan mengintegrasikan teknologi digital, prinsip agroekologi, dan tata kelola yang inklusif, pertanian pedesaan diharapkan dapat bertransformasi menjadi pilar utama dalam mencapai sistem pangan global yang lebih adil dan berkelanjutan (Annisa, 2025; Wirawan, 2019; Reidsma et al., 2023; Amede et al., 2023; Rai et al., 2024; Pretty et al., 2018; Çakmakçı et al., 2025). Transformasi yang sukses membutuhkan pergeseran dari sekadar adaptasi inkremental menuju redesain sistem yang menyeluruh, yang didukung oleh kebijakan pro-keberlanjutan serta penguatan kapasitas sumber daya manusia di pedesaan.

Di era disrupsi teknologi, kemandirian pangan nasional sangat bergantung pada sejauh mana petani di akar rumput mampu mengasimilasi perangkat teknologi modern ke dalam praktik budidaya harian mereka. Tanpa adanya penguatan kapasitas intelektual dan teknis, masyarakat petani akan terus terjebak dalam inefisiensi yang menyebabkan degradasi sumber daya lahan sekaligus memicu

kemiskinan struktural yang berkepanjangan. Fenomena yang terjadi di Desa Pesu menunjukkan adanya potensi lahan yang luar biasa namun belum tergarap secara optimal akibat keterbatasan literasi teknologi. Petani setempat umumnya masih menerapkan pola tanam konvensional yang sangat bergantung pada intuisi cuaca dan penggunaan input kimiawi yang berlebihan, yang secara bertahap mulai merusak struktur biotik tanah. Kesenjangan antara pesatnya inovasi pertanian modern di tingkat global dengan realitas praktik di lapangan menciptakan hambatan bagi warga Desa Pesu untuk mencapai skala ekonomi yang menguntungkan dan ramah lingkungan.

Di sisi lain, tantangan perubahan iklim yang ekstrem menuntut adanya adaptasi melalui penggunaan instrumen pertanian yang presisi dan cerdas. Adopsi teknologi modern, mulai dari sistem irigasi otomatis hingga alat mekanisasi pengolahan tanah, bukan lagi sebuah pilihan mewah melainkan kebutuhan dasar untuk menekan risiko gagal panen. Rendahnya kapasitas petani dalam mengoperasikan dan memelihara piranti modern tersebut menjadi titik lemah yang harus segera diintervensi melalui program pendampingan yang sistematis dan berkelanjutan. Program pengabdian ini dirancang untuk menjembatani jurang pengetahuan tersebut melalui serangkaian agenda penguatan kapasitas. Melalui introduksi teknologi modern yang relevan dengan karakteristik Desa Pesu, diharapkan terjadi pergeseran paradigma dari pertanian tradisional menuju pertanian berkelanjutan yang berbasis pada efisiensi sumber daya. Sinergi antara kecakapan sumber daya manusia dan keunggulan teknologi ini diproyeksikan menjadi motor penggerak utama dalam mengangkat derajat kesejahteraan petani Desa Pesu di masa depan.

METODE

Program pengabdian di Desa Pesu ini digulirkan melalui fase investigasi diagnostik lapangan dan penyelenggaraan Focus Group Discussion (FGD) yang bersifat partisipatif. Jendela asesmen ini digunakan untuk membedah secara saksama setiap titik kemacetan produktivitas petani, mulai dari identifikasi kelemahan tata kelola irigasi hingga analisis tingkat ketergantungan warga terhadap input kimiawi sintetis. Ekstraksi data empiris primer ini secara absolut difungsikan sebagai parameter presisi bagi tim akademisi untuk menetapkan jenis teknologi modern yang akan diintroduksi, guna menjamin kecocokan fungsional dengan beban kerja harian dan kapasitas daya listrik di Desa Pesu. Menindaklanjuti temuan tersebut, tim universitas merancang silabus lokakarya yang menyinergikan secara apik antara domain kecakapan teknis mekanis dan literasi manajemen lingkungan berkelanjutan. Penjadwalan agenda transfer pengetahuan dikonfigurasi dengan ritme yang fleksibel agar tetap sinkron dengan jam istirahat petani, sehingga tingkat kehadiran warga dapat terjaga maksimal tanpa mengganggu rutinitas pencarian nafkah primer mereka. Eksekusi edukasi diselenggarakan secara proaktif dengan mengusung paradigma pedagogi *learning by doing*, yang secara ampuh meluruhkan fobia warga terhadap penggunaan mesin-mesin otomatis maupun perangkat sensor digital yang baru pertama kali mereka jumpai.

Fase implementasi ini diklasifikasikan menjadi dua ruang rekayasa yang spesifik untuk menjamin fokus penguasaan keahlian oleh khalayak sasaran. Pada ranah hulu produksi, warga dilatih mengeksekusi penguatan kapasitas melalui kalibrasi alat mekanisasi pertanian modern, teknik perawatan rutin komponen mesin, serta penanaman budaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Sementara pada ranah pengelolaan berkelanjutan, para petani digembleng untuk mempraktikkan manajemen pupuk organik mandiri dan teknik restorasi lahan pasca-panen. Transisi menuju kemahiran dua dimensi ini dikawal ketat lewat strategi on-site mentoring, di mana pakar turun langsung memberikan bimbingan teknis untuk memitigasi potensi kegagalan awal pada hari-hari pertama operasional sistem pertanian baru.

Pelaksanaan evaluasi dampak (*impact assessment*) berbasis indikator terukur yang membandingkan delta pertumbuhan efisiensi produksi sebelum dan sesudah program diintervensi di Desa Pesu. Demi mengamankan keberlanjutan program, mandat tata kelola seluruh fasilitas fisik teknologi modern diserahterimakan secara legal-formal kepada pengurus Kelompok Tani melalui pakta integritas. Seluruh epik penguatan kapasitas ini selanjutnya akan dikapitalisasi menjadi rekam jejak literatur ilmiah berupa manuskrip jurnal nasional terakreditasi SINTA serta pencatatan Hak Kekayaan Intelektual, mewariskan sumbangsih pemikiran yang aplikatif bagi kebangkitan kedaulatan petani Nusantara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Instalasi demo teknologi pertanian modern yang siap operasional. Inovasi ini, mulai dari sistem sensor tanah hingga alat mekanisasi pengolahan pascapanen, siap difungsikan secara komunal oleh kelompok tani sebagai aset belajar bersama. Tersedianya aset fisik ini menjadi bukti nyata dimulainya era transisi menuju praktik budidaya yang lebih efisien, terukur, dan berbasis ilmu pengetahuan di Desa Pesu. Pertanggungjawaban kepakaran sivitas akademika dari tim pelaksana akan dikristalisasi ke dalam bentuk dokumentasi ilmiah dan publikasi. Setidaknya satu naskah artikel saintifik ditargetkan untuk menembus publikasi pada jurnal pengabdian masyarakat yang terakreditasi nasional (SINTA) guna mendiseminasikan model penguatan kapasitas petani ini. Melengkapi capaian tersebut, sebuah "Modul Panduan Adopsi Teknologi Modern dan Pertanian Berkelanjutan" akan diterbitkan sebagai referensi praktis yang dapat digunakan secara mandiri oleh warga desa.

Luaran sosiologis yang sangat krusial adalah lahirnya barisan kader penggerak pertanian modern (Agro-Modern Champion) yang memiliki kemandirian teknis di Desa Pesu. Kader-kader yang telah dilatih secara intensif ini akan memegang peran sebagai teknisi lokal dan pendamping bagi petani lain dalam mengawal keberlanjutan operasional mesin. Amplifikasi dampak program juga akan disebarluaskan melalui portal berita massa untuk menunjukkan kepada publik bahwa Desa Pesu telah berhasil melakukan lompatan teknologi dalam membangun kedaulatan ekonomi perdesaan.

KESIMPULAN

Seluruh rangkaian intervensi di Desa Pesu membuktikan secara empiris bahwa eskalasi kecakapan sumber daya manusia yang ditandemkan dengan adopsi teknologi modern merupakan pilar utama dalam mewujudkan kedaulatan agraris. Substitusi metode pengerjaan lahan melalui mekanisasi mutakhir telah membuahkan efisiensi waktu dan pemangkasan ongkos tenaga kerja secara drastis, yang secara langsung membebaskan surplus finansial rumah tangga tani untuk dialihkan pada pemenuhan kebutuhan lain yang jauh lebih produktif. Pencapaian ekonomis ini berjalan laras dengan penerapan prinsip pertanian berkelanjutan yang secara absolut mengamankan kelestarian unsur hara tanah sebagai aset produksi jangka panjang. Pada dimensi struktural, program ini memicu revitalisasi kelembagaan kelompok tani, mengubahnya menjadi organisasi berdaya saing yang kapabel dalam mengelola aset secara kolektif dan merajut jaringan kemitraan pasar yang lebih luas. Profil manajerial yang kini tampil lebih terampil dan terorganisir tersebut sukses mengatrol tingkat kepercayaan lembaga penyedia modal (*bankability*), yang kelak menjadi instrumen esensial bagi warga manakala mereka berhasrat mengeksekusi ekspansi sarana produksi melalui skema perbankan formal. Secara makro, keberhasilan transformasi ini tidak hanya menyuplai basis data empiris yang teramat kaya bagi pembaruan kurikulum di perguruan tinggi, melainkan juga menghadirkan purwarupa kebijakan publik yang brilian bagi pemerintah daerah dalam mengakselerasi modernisasi perdesaan tanpa mencerabut akar tatanan sosial yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Amede, T., Konde, A., Muhinda, J., & Bigirwa, G. (2023). Sustainable Farming in Practice: Building Resilient and Profitable Smallholder Agricultural Systems in Sub-Saharan Africa. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su15075731>
- Annisa, I. (2025). Transformasi Agrokompleks Menuju Ekonomi Sirkular Peluang dan Tantangan Implementasi di Indonesia. *Journal of Agro Complex Development Society*. <https://doi.org/10.62012/agrocomplex.v2i1.16>
- Çakmakçı, R., Çakmakçı, S., & Çakmakçı, M. (2025). Principles of environmentally sustainable agriculture for building resilient and resource-efficient food systems. *Turkish Journal of Biology*, 49, 550 - 584. <https://doi.org/10.55730/1300-0152.2764>
- Carlisle, L., De Wit, M., DeLonge, M., Iles, A., Calo, A., Getz, C., Ory, J., Munden-Dixon, K., Galt, R., Melone, B., Knox, R., & Press, D. (2019). Transitioning to Sustainable Agriculture Requires Growing and Sustaining an Ecologically Skilled Workforce. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00096>

- Finger, R. (2023). Digital innovations for sustainable and resilient agricultural systems. *European Review of Agricultural Economics*. <https://doi.org/10.1093/erae/jbad021>
- Gosnell, H., Gill, N., & Voyer, M. (2019). Transformational adaptation on the farm: Processes of change and persistence in transitions to ‘climate-smart’ regenerative agriculture. *Global Environmental Change*. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101965>
- Harahap, L., Pakpahan, T., Wijaya, R., Nasution, A., Negeri, U., , M., William, J., & IskandarPs., V. (2024). Dampak Transformasi Digital pada Agribisnis: Tantangan dan Peluang bagi Petani di Indonesia. *Botani : Publikasi Ilmu Tanaman dan Agribisnis*. <https://doi.org/10.62951/botani.v1i2.55>
- Ibnu, M. (2024). Tantangan Sektor Pertanian dalam Memenuhi Kebutuhan Pangan Berkelanjutan. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK*. <https://doi.org/10.33658/jl.v20i2.400>
- Knickel, K., Redman, M., Darnhofer, I., Ashkenazy, A., Chebach, T., Šūmane, S., Tisenkopfs, T., Zemeckis, R., Atkočiūnienė, V., Rivera, M., Strauss, A., Kristensen, L., Schiller, S., Koopmans, M., & Rogge, E. (2017). Between aspirations and reality: Making farming, food systems and rural areas more resilient, sustainable and equitable. *Journal of Rural Studies*, 59, 197-210. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.04.012>
- Lestari, E., & Yuwana, R. (2024). Sinergi Teknologi dan Pertanian: Inovasi Pemasaran Digital di P4S Trangkulasi sebagai Model Penguatan Ekonomi Petani. *Akselerasi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*. <https://doi.org/10.70210/ajpm.v2i3.128>
- Prayuda, T. (2024). Peran Penyuluh Pertanian dalam Mendukung Transformasi Digital Melalui Petani Apps di Sektor Pertanian Pedesaan Air Joman. *Neptunus: Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*. <https://doi.org/10.61132/neptunus.v2i4.402>
- Pretty, J., Benton, T., Bharucha, Z., Dicks, L., Flora, C., Godfray, H., Goulson, D., Hartley, S., Lampkin, N., Morris, C., Pierzynski, G., Prasad, P., Reganold, J., Rockström, J., Smith, P., Thorne, P., & Wratten, S. (2018). Global assessment of agricultural system redesign for sustainable intensification. *Nature Sustainability*, 1, 441-446. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0114-0>
- Rai, R., Shrestha, A., Rai, S., Chaudhary, S., Acharya, D., & Subedi, S. (2024). Conversion of farming systems into organic bio-intensive farming systems and the transition to sustainability in agro-ecology: Pathways towards sustainable agriculture and food systems. *Journal of Multidisciplinary Sciences*. <https://doi.org/10.33888/jms.2024.624>
- Ramadhani, W. (2023). Mengatasi Masalah dengan Transformasi Teknologi di Sektor Pertanian untuk Mewujudkan Ketahanan Pangan Nasional yang Berkelanjutan. *Journal of Economics Development Issues*. <https://doi.org/10.33005/jedi.v6i2.143>
- Reidsma, P., Accatino, F., Appel, F., Gavrilescu, C., Krupin, V., Tasevska, G., Meuwissen, M., Peneva, M., Severini, S., Soriano, B., Urquhart, J., Zawalińska, K., Zinnanti, C., & Paas, W. (2023). Alternative systems and strategies to improve future sustainability and resilience of farming systems across Europe: from adaptation to transformation. *Land Use Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106881>
- Setyanti, A. (2021). Sektor Pertanian Dalam Dinamika Transformasi Struktural Di Indonesia. *Sepa: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*. <https://doi.org/10.20961/sepa.v18i1.45605>
- Wanda, T., Mado, T., & Mado, Y. (2024). Transformasi Agribisnis Melalui Teknologi: Peluang Dan Tantangan Untuk Petani Indonesia. *Hoq (High Education of Organization Archive Quality) : Jurnal Teknologi Informasi*. <https://doi.org/10.52972/hoq.vol15no2.p146-150>
- Wang, X., Wang, M., Gong, L., & Yu, C. (2025). Understanding the Rise and Fall of Rural Specialty Agriculture from Social–Ecological Land System Perspective: A Longitudinal Case Study in China. *Land*. <https://doi.org/10.3390/land14020254>
- Wirawan, R. (2019). Kampung IT - Menuju Pembangunan Berkelanjutan. *Kumawula: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. <https://doi.org/10.24198/kumawula.v1i3.20932>
- Yofa, R., , S., & Susilowati, S. (2024). Dinamika perubahan nilai indikator strategis pembangunan pertanian dan transformasi perdesaan. *Analisis Kebijakan Pertanian*. <https://doi.org/10.21082/akp.v22i1.51-62>