

Pendampingan Penerapan Inovasi Teknologi Pertanian Menuju Revolusi Industri 4.0 untuk Peningkatan Produksi Pangan

Muthia Amira Nasution¹, Nur Akhlul Nita Br Sembiring², Nazwa Aina Ramadhani Daulay³, Inrika Aritonang⁴, Andika Erlangga⁵, Solly Aryza⁵

Universitas Pembangunan Panca Budi
Medan , Sumatera Utara, Indonesia

ARTICLE INFO

Keywords:
community service,
agricultural technology,
smart farming, Industrial
Revolution 4.0, food
production

ABSTRACT

The transformation of the agricultural sector toward the Industrial Revolution 4.0 has become a strategic necessity in addressing challenges related to increasing food demand, limited resources, and climate change. However, the adoption of modern agricultural technologies among farmers remains relatively low due to limited knowledge, skills, and access to technology. This community service program aims to enhance the capacity and productivity of farmer groups through assistance in implementing agricultural technology innovations based on Industry 4.0. The implementation methods include socialization of smart farming concepts, training on the use of Internet of Things (IoT)-based technologies for monitoring land and crop conditions, and hands-on assistance in applying the system directly in partner farming areas. Program evaluation was conducted by measuring improvements in farmers' understanding, technology adoption rates, and comparisons of crop yields before and after technology implementation. The results indicate an increase in farmers' knowledge and skills in utilizing agricultural technology, as well as improvements in land management efficiency and food production. Therefore, assistance in implementing Industry 4.0-based agricultural technology innovations serves as a strategic solution to support increased food production and sustainable farmer independence.

E-mail: -
muthiaamira06@gmail.com

©2025 Published by Cattleya Darmaya Fortuna

1. PENDAHULUAN

Ketahanan pangan merupakan salah satu pilar utama dalam pembangunan nasional dan kesejahteraan masyarakat. Sektor pertanian memegang peran strategis dalam penyediaan pangan, penyerapan tenaga kerja, serta pengentasan kemiskinan, khususnya di wilayah pedesaan. Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang terus meningkat, kebutuhan

Doi : <https://doi.org/10.54209/jumas.v4i03.332>

akan pangan juga mengalami peningkatan secara signifikan. Kondisi ini menuntut adanya peningkatan produktivitas pertanian yang berkelanjutan di tengah berbagai tantangan, seperti keterbatasan lahan, degradasi lingkungan, serta dampak perubahan iklim yang semakin nyata [4]

Di Indonesia, sektor pertanian masih didominasi oleh petani kecil dengan skala usaha yang relatif terbatas dan tingkat pemanfaatan teknologi yang belum optimal. Sebagian besar petani masih mengandalkan metode konvensional dalam pengelolaan lahan, pemupukan, irigasi, dan pengendalian hama. Praktik pertanian tradisional ini sering kali kurang efisien dalam penggunaan input produksi, seperti air, pupuk, dan pestisida, sehingga berdampak pada rendahnya produktivitas dan tingginya biaya produksi. Selain itu, keterbatasan akses terhadap informasi dan teknologi menjadi salah satu faktor utama yang menghambat peningkatan kinerja sektor pertanian [2]

Perkembangan teknologi digital dalam era Revolusi Industri 4.0 membawa peluang besar bagi transformasi sektor pertanian menuju sistem yang lebih modern, efisien, dan berkelanjutan. Revolusi Industri 4.0 ditandai dengan integrasi teknologi digital, seperti Internet of Things (IoT), kecerdasan buatan (Artificial Intelligence), big data, komputasi awan, dan sistem otomasi dalam berbagai sektor, termasuk pertanian. Penerapan teknologi ini dalam sektor pertanian dikenal dengan istilah pertanian cerdas (smart farming) atau Agriculture 4.0, yang memungkinkan proses produksi pertanian dikelola secara presisi dan berbasis data [3]



Gambar 1. Konsep Smart Farming

Smart farming memungkinkan petani untuk memantau kondisi lingkungan pertanian secara real-time, seperti kelembaban tanah, suhu udara, curah hujan, dan kondisi tanaman, melalui penggunaan sensor dan sistem monitoring digital. Data yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan yang lebih akurat dalam penentuan waktu tanam, pemupukan, irigasi, serta pengendalian hama dan penyakit tanaman. Berbagai penelitian

Doi : <https://doi.org/10.54209/jumas.v4i03.332>

menunjukkan bahwa penerapan teknologi pertanian berbasis Industri 4.0 mampu meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, mengurangi risiko kegagalan panen, serta meningkatkan hasil produksi secara signifikan [2]

Meskipun demikian, tingkat adopsi teknologi pertanian modern di kalangan petani, khususnya petani kecil dan menengah, masih tergolong rendah. Berbagai kendala menjadi penghambat utama dalam penerapan teknologi pertanian berbasis Revolusi Industri 4.0, antara lain keterbatasan pengetahuan dan keterampilan teknis petani, minimnya pendampingan dalam penggunaan teknologi, serta anggapan bahwa teknologi digital memerlukan biaya yang tinggi dan sulit dioperasikan [1]. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara perkembangan teknologi pertanian dan kemampuan petani dalam mengadopsinya secara efektif.

Selain itu, keberhasilan penerapan teknologi pertanian tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan perangkat teknologi, tetapi juga oleh kesiapan sumber daya manusia yang menggunakannya. Tanpa adanya pendampingan yang berkelanjutan, petani cenderung mengalami kesulitan dalam memahami fungsi, manfaat, serta cara pengoperasian teknologi pertanian cerdas. Akibatnya, teknologi yang telah diperkenalkan tidak dimanfaatkan secara optimal atau bahkan ditinggalkan setelah program selesai. Oleh karena itu, pendekatan pendampingan dan pemberdayaan masyarakat menjadi sangat penting dalam mendorong adopsi teknologi pertanian berbasis Industri 4.0 [5]

Pengabdian kepada masyarakat sebagai salah satu bentuk pelaksanaan Tri Dharma Perguruan Tinggi memiliki peran strategis dalam menjembatani kesenjangan antara pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan kebutuhan nyata masyarakat. Melalui kegiatan pengabdian, perguruan tinggi dapat mentransfer pengetahuan dan inovasi teknologi kepada masyarakat secara aplikatif dan berkelanjutan. Dalam konteks sektor pertanian, kegiatan pengabdian kepada masyarakat dapat difokuskan pada pendampingan penerapan inovasi teknologi pertanian yang sesuai dengan kondisi dan kebutuhan petani di lapangan [6].



Gambar 2.Tempat Lokasi Desa Smart farming

Kegiatan pengabdian ini dirancang untuk memberikan pendampingan kepada kelompok tani dalam menerapkan inovasi teknologi pertanian berbasis Revolusi Industri 4.0, khususnya melalui pengenalan dan pemanfaatan teknologi smart farming. Pendampingan dilakukan

Doi : <https://doi.org/10.54209/jumas.v4i03.332>

melalui serangkaian kegiatan, mulai dari sosialisasi konsep pertanian modern, pelatihan penggunaan teknologi berbasis IoT, hingga implementasi dan evaluasi penerapan teknologi secara langsung di lahan pertanian mitra. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman, keterampilan, serta kepercayaan diri petani dalam memanfaatkan teknologi digital untuk mendukung kegiatan usaha tani mereka [7].

Melalui pendampingan yang terstruktur dan berkelanjutan, petani diharapkan tidak hanya mampu menggunakan teknologi pertanian secara teknis, tetapi juga memahami manfaat jangka panjang dari penerapan teknologi tersebut terhadap peningkatan produktivitas dan efisiensi usaha tani. Selain itu, penerapan teknologi pertanian berbasis Industri 4.0 juga diharapkan dapat mendorong pengelolaan pertanian yang lebih ramah lingkungan melalui penggunaan input produksi yang lebih tepat dan terkendali. Dengan demikian, kegiatan pengabdian ini tidak hanya berkontribusi pada peningkatan produksi pangan, tetapi juga mendukung terwujudnya sistem pertanian yang berkelanjutan dan berdaya saing [8].

Berdasarkan uraian tersebut, pendampingan penerapan inovasi teknologi pertanian menuju Revolusi Industri 4.0 menjadi langkah strategis dalam upaya meningkatkan produksi pangan dan kesejahteraan petani. Kegiatan pengabdian ini diharapkan dapat menjadi model pemberdayaan masyarakat tani yang dapat direplikasi di wilayah lain, sekaligus mendukung program pembangunan pertanian nasional berbasis inovasi dan teknologi [9].

2. METODE

Metode pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan **pendekatan partisipatif dan pendampingan (participatory action approach)**, di mana mitra pengabdian (kelompok tani) dilibatkan secara aktif dalam seluruh tahapan kegiatan, mulai dari identifikasi permasalahan, perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi. Pendekatan ini dipilih agar teknologi yang diperkenalkan tidak hanya dipahami secara teoritis, tetapi juga dapat diterapkan secara mandiri dan berkelanjutan oleh petani [10].

Model pendampingan dilakukan secara bertahap dan berkelanjutan dengan menyesuaikan kondisi sosial, ekonomi, dan tingkat literasi teknologi mitra. Inovasi teknologi pertanian berbasis Revolusi Industri 4.0 diperkenalkan secara sederhana dan aplikatif agar mudah diadopsi oleh petani.

2. Lokasi dan Mitra Pengabdian

Kegiatan pengabdian dilaksanakan pada kelompok tani sebagai mitra pengabdian yang bergerak di bidang produksi pangan. Mitra dipilih berdasarkan kriteria:

1. Memiliki aktivitas pertanian aktif dan berkelanjutan
2. Menghadapi permasalahan produktivitas dan efisiensi usaha tani
3. Belum optimal dalam pemanfaatan teknologi pertanian modern
4. Bersedia mengikuti seluruh rangkaian kegiatan pendampingan

3. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Metode pelaksanaan pengabdian dilaksanakan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

a. Tahap Identifikasi dan Analisis Kebutuhan

Tahap awal dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi awal mitra pengabdian, meliputi:

- Sistem pertanian yang digunakan (konvensional/semi-modern)
- Permasalahan utama dalam produksi pangan
- Tingkat pemahaman petani terhadap teknologi pertanian
- Ketersediaan sarana dan prasarana pendukung

Doi : <https://doi.org/10.54209/jumas.v4i03.332>

Identifikasi dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara, dan diskusi kelompok (focus group discussion) dengan anggota kelompok tani. Hasil tahap ini menjadi dasar dalam menentukan jenis teknologi pertanian yang akan diterapkan.

b. Tahap Perencanaan dan Perancangan Teknologi

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, dilakukan perencanaan teknologi pertanian yang sesuai dengan kondisi mitra. Pada tahap ini meliputi:

- Penentuan jenis inovasi teknologi pertanian berbasis Revolusi Industri 4.0 (misalnya sistem monitoring kelembaban tanah berbasis IoT, sistem irigasi otomatis, atau aplikasi monitoring sederhana)
- Penyusunan modul pelatihan dan panduan penggunaan teknologi
- Penjadwalan kegiatan pelatihan dan pendampingan

Perencanaan dilakukan secara kolaboratif antara tim pengabdian dan mitra agar teknologi yang diterapkan benar-benar sesuai kebutuhan lapangan.

c. Tahap Sosialisasi dan Edukasi

Tahap sosialisasi bertujuan untuk meningkatkan pemahaman mitra mengenai:

- Konsep Revolusi Industri 4.0 dalam sektor pertanian
- Manfaat penerapan teknologi pertanian cerdas (smart farming)
- Dampak teknologi terhadap peningkatan produksi dan efisiensi usaha tani

Kegiatan dilakukan melalui penyuluhan, diskusi interaktif, dan penyampaian materi secara sederhana dengan bahasa yang mudah dipahami oleh petani.

d. Tahap Pelatihan Teknis

Pelatihan teknis dilakukan untuk membekali mitra dengan keterampilan praktis dalam menggunakan teknologi pertanian yang diperkenalkan. Materi pelatihan meliputi:

- Pengenalan perangkat dan sistem teknologi pertanian
- Cara pengoperasian dan perawatan alat
- Pemanfaatan data hasil monitoring untuk pengambilan keputusan pertanian

Pelatihan dilaksanakan secara langsung (hands-on) agar petani dapat memahami penggunaan teknologi secara nyata di lapangan.

e. Tahap Implementasi dan Pendampingan Lapangan

Pada tahap ini, teknologi pertanian diterapkan secara langsung di lahan mitra pengabdian. Tim pengabdian melakukan pendampingan intensif untuk memastikan:

- Teknologi berfungsi dengan baik
- Petani mampu mengoperasikan sistem secara mandiri
- Permasalahan teknis dapat diatasi secara cepat

Pendampingan dilakukan secara berkala selama periode kegiatan pengabdian untuk membangun kebiasaan dan kepercayaan petani dalam memanfaatkan teknologi.

f. Tahap Monitoring dan Evaluasi

Monitoring dan evaluasi dilakukan untuk menilai keberhasilan kegiatan pengabdian. Evaluasi meliputi:

- Peningkatan pengetahuan dan keterampilan petani
- Tingkat adopsi teknologi pertanian
- Perubahan efisiensi pengelolaan lahan

Doi : <https://doi.org/10.54209/jumas.v4i03.332>

- Perbandingan hasil produksi sebelum dan sesudah penerapan teknologi

Metode evaluasi dilakukan melalui observasi, kuesioner, dan analisis data hasil produksi mitra.

4. Teknik Pengumpulan Data

Data dalam kegiatan pengabdian dikumpulkan menggunakan:

1. Observasi lapangan
2. Wawancara dengan mitra pengabdian
3. Dokumentasi kegiatan
4. Kuesioner sebelum dan sesudah kegiatan

Data digunakan untuk mengevaluasi capaian program dan menyusun laporan pengabdian.

5. Indikator Keberhasilan

Indikator keberhasilan kegiatan pengabdian meliputi:

- Meningkatnya pemahaman petani tentang teknologi pertanian 4.0
- Meningkatnya keterampilan petani dalam mengoperasikan teknologi
- Adanya peningkatan efisiensi pengelolaan pertanian
- Terjadinya peningkatan produksi pangan
- Keberlanjutan penggunaan teknologi setelah kegiatan selesai

6. Keberlanjutan Program

Untuk menjamin keberlanjutan program, dilakukan:

- Penyusunan panduan penggunaan teknologi
- Penunjukan perwakilan kelompok tani sebagai operator lokal
- Pendampingan lanjutan secara berkala
- Rekomendasi pengembangan teknologi ke tahap berikutnya

3. HASIL DAN PEMBAHASAN.

3.1. Kondisi Awal Mitra Pengabdian

Sebelum pelaksanaan kegiatan pengabdian, kelompok tani mitra masih menerapkan sistem pertanian konvensional dalam pengelolaan lahan dan produksi pangan. Pengambilan keputusan terkait waktu tanam, pemupukan, dan irigasi dilakukan berdasarkan pengalaman dan perkiraan, tanpa dukungan data yang terukur. Tingkat pemahaman petani terhadap konsep teknologi pertanian berbasis Revolusi Industri 4.0 masih relatif rendah, dan sebagian besar mitra belum pernah menggunakan perangkat teknologi digital dalam kegiatan pertanian sehari-hari.

Hasil observasi awal menunjukkan bahwa permasalahan utama yang dihadapi mitra meliputi ketidakefisienan penggunaan air dan pupuk, fluktuasi hasil panen, serta keterbatasan informasi terkait kondisi lahan dan tanaman. Kondisi ini berdampak pada rendahnya produktivitas dan tingginya biaya operasional usaha tani.

3.2. Hasil Pelaksanaan Sosialisasi dan Pelatihan

Kegiatan sosialisasi dan pelatihan yang dilaksanakan mampu meningkatkan pemahaman mitra pengabdian terhadap konsep pertanian cerdas (smart farming) dan pemanfaatan teknologi pertanian berbasis Revolusi Industri 4.0. Petani menunjukkan antusiasme yang tinggi selama kegiatan berlangsung, ditunjukkan melalui partisipasi aktif dalam diskusi dan praktik penggunaan teknologi. Hasil evaluasi awal dan akhir kegiatan menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam pemahaman petani terkait fungsi dan manfaat teknologi pertanian. Mitra pengabdian mulai memahami pentingnya data dalam pengambilan keputusan pertanian, seperti

Doi : <https://doi.org/10.54209/jumas.v4i03.332>

pemanfaatan data kelembaban tanah untuk menentukan kebutuhan irigasi dan pemupukan. Selain itu, pelatihan teknis yang bersifat langsung (hands-on) membantu petani mengatasi keraguan dalam mengoperasikan perangkat teknologi yang sebelumnya dianggap rumit.

3.3. Hasil Implementasi Teknologi Pertanian

Implementasi inovasi teknologi pertanian berbasis Revolusi Industri 4.0 dilakukan secara langsung di lahan mitra pengabdian. Teknologi yang diterapkan meliputi sistem monitoring kondisi lahan berbasis sensor dan Internet of Things (IoT), yang mampu menampilkan data kelembaban tanah dan kondisi lingkungan secara real-time. Hasil implementasi menunjukkan bahwa petani dapat memanfaatkan data hasil monitoring sebagai dasar pengambilan keputusan pertanian. Penggunaan sistem monitoring membantu petani dalam menentukan waktu irigasi yang lebih tepat sehingga penggunaan air menjadi lebih efisien. Selain itu, pemupukan dapat dilakukan secara lebih terkontrol sesuai dengan kondisi aktual tanaman, yang berdampak pada penurunan pemborosan input produksi.

Penerapan teknologi pertanian cerdas memberikan dampak positif terhadap efisiensi pengelolaan lahan dan hasil produksi pangan. Berdasarkan pengamatan selama masa pendampingan, terjadi peningkatan efisiensi penggunaan air dan pupuk, serta perbaikan kondisi tanaman yang lebih seragam dan sehat.

Mitra pengabdian melaporkan adanya peningkatan hasil panen dibandingkan dengan periode sebelumnya. Selain itu, waktu dan tenaga yang dibutuhkan untuk pengelolaan lahan menjadi lebih efisien karena petani tidak lagi melakukan pengecekan kondisi lahan secara manual secara berulang. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi pertanian berbasis Revolusi Industri 4.0 mampu mendukung peningkatan produktivitas sekaligus menekan biaya operasional usaha tani.

3.4. Perubahan Perilaku dan Kemandirian Mitra

Salah satu hasil penting dari kegiatan pengabdian ini adalah terjadinya perubahan perilaku mitra pengabdian dalam mengelola usaha tani. Petani mulai terbiasa menggunakan data dan teknologi sebagai dasar pengambilan keputusan, bukan hanya berdasarkan pengalaman semata. Beberapa anggota kelompok tani bahkan mampu mengoperasikan dan melakukan perawatan sederhana terhadap perangkat teknologi secara mandiri.

Perubahan ini menunjukkan meningkatnya tingkat kemandirian dan kepercayaan diri petani dalam memanfaatkan inovasi teknologi pertanian. Mitra pengabdian juga menunjukkan komitmen untuk terus menggunakan dan mengembangkan teknologi yang telah diperkenalkan setelah kegiatan pengabdian berakhir.

3.5. Pembahasan

Hasil kegiatan pengabdian menunjukkan bahwa pendekatan pendampingan partisipatif efektif dalam mendorong adopsi teknologi pertanian berbasis Revolusi Industri 4.0. Pendampingan yang dilakukan secara berkelanjutan memungkinkan petani untuk memahami teknologi secara bertahap dan aplikatif. Temuan ini sejalan dengan berbagai studi yang menyatakan bahwa keberhasilan adopsi teknologi pertanian sangat dipengaruhi oleh pendampingan, pelatihan, dan kesiapan sumber daya manusia. Dengan demikian, kegiatan pengabdian ini tidak hanya menghasilkan peningkatan produksi pangan, tetapi juga memberikan dampak jangka panjang berupa peningkatan kapasitas dan kemandirian petani dalam menghadapi tantangan pertanian modern.



Gambar 1. Foto Dokumentasi Kegiatan

3. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui pendampingan penerapan inovasi teknologi pertanian berbasis Revolusi Industri 4.0 telah berhasil meningkatkan kapasitas dan kemandirian kelompok tani dalam mengelola usaha pertanian secara lebih modern dan efisien. Pendekatan pendampingan partisipatif yang diterapkan mampu mendorong pemahaman dan

Doi : <https://doi.org/10.54209/jumas.v4i03.332>

keterampilan petani dalam memanfaatkan teknologi pertanian cerdas, khususnya dalam pengambilan keputusan berbasis data.

Penerapan teknologi pertanian berbasis Internet of Things (IoT) memberikan dampak positif terhadap efisiensi pengelolaan lahan, penggunaan air, dan pemupukan. Petani dapat memantau kondisi lahan dan tanaman secara real-time, sehingga pengelolaan usaha tani menjadi lebih terarah dan terukur. Hal ini berkontribusi pada peningkatan produktivitas pangan serta penurunan pemborosan input produksi.

Selain peningkatan hasil produksi, kegiatan pengabdian ini juga menghasilkan perubahan perilaku petani dalam pengelolaan pertanian. Petani tidak lagi sepenuhnya bergantung pada metode konvensional, tetapi mulai mengadopsi teknologi digital sebagai bagian dari aktivitas pertanian sehari-hari. Meningkatnya kepercayaan diri dan kemampuan petani dalam mengoperasikan teknologi menunjukkan bahwa pendampingan yang berkelanjutan berperan penting dalam keberhasilan adopsi inovasi teknologi pertanian.

Secara keseluruhan, pendampingan penerapan inovasi teknologi pertanian menuju Revolusi Industri 4.0 terbukti menjadi strategi yang efektif dalam mendukung peningkatan produksi pangan dan kemandirian petani. Kegiatan ini diharapkan dapat menjadi model pengabdian yang dapat direplikasi di wilayah lain dengan karakteristik serupa, serta mendukung pembangunan sektor pertanian yang berkelanjutan dan berdaya saing di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aryza, S Et Al (2024) A Robust Optimization To Dynamic Supplier Decisions And Supply Allocation Problems In The Multi-Retail Industry. *Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies*, (3).
- [2] Balafoutis, A., Beck, B., Fountas, S., et al. (2017). Precision agriculture technologies positively contribute to GHG emissions mitigation. *Sustainability*, 9(8), 1339.
- [3] Eastwood, C., Klerkx, L., & Nettle, R. (2017). Dynamics and distribution of public and private research and extension roles for technological innovation and adoption. *Journal of Rural Studies*, 55, 13–23.
- [4] FAO. (2022). *The State of Food and Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- [5] Food and Agriculture Organization. (2022). *The State of Food and Agriculture*. FAO.
- [6] Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). Big data in smart farming: A review. *Agricultural Systems*, 153, 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>
- [7] Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 90–91, 100315.
- [8] Lioutas, E. D., & Charatsari, C. (2020). Smart farming and short food supply chains: Are they compatible? *Land Use Policy*, 94, 104541.
- [9] Rose, D. C., & Chilvers, J. (2018). Agriculture 4.0: Broadening responsible innovation in an era of smart farming. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2, 87.
- [10] Eastwood, C., Klerkx, L., & Nettle, R. (2017). Dynamics and distribution of public and private research and extension roles for technological innovation and adoption. *Journal of Rural Studies*, 55, 13–23.