


Integrasi Pelatihan Berbasis Teknologi dalam Pemberdayaan Petani Lokal Menuju Pertanian Organik yang Berkelanjutan: Kajian Systematic Literature Review

Rahman Andrian¹, Endang Sulastr²

^{1,2} Fakultas Teknologi Dan Bisnis, Program Studi System Informasi
Universiitas Putra Abadi Langkat

ARTICLE INFO	ABSTRAK
<p>Article history:</p> <p>Received: April 2, 2025 Revised: April 14, 2025 Accepted: April 26, 2025</p> <hr/> <p>Keywords:</p> <p>Literasi Digital; Pelatihan Berbasis Teknologi; Pemberdayaan Petani; Pertanian Organik; Systematic Literature Review.</p>	<p>Rendahnya kesejahteraan petani lokal, tantangan dalam transisi ke pertanian organik, serta kesenjangan digital merupakan isu krusial yang menghambat keberlanjutan sistem pertanian di berbagai wilayah berkembang. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis temuan-temuan terkini mengenai strategi pelatihan pertanian organik, peran teknologi digital dalam mendukung proses pelatihan dan praktik pertanian, serta dampak program pemberdayaan terhadap keberlanjutan ekonomi petani lokal. Dengan menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR), sebanyak 45 artikel ilmiah yang diterbitkan dalam 10 tahun terakhir dianalisis secara tematik berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang ketat, dengan sumber dari database Scopus, Web of Science, Google Scholar, ScienceDirect, dan SINTA. Hasil kajian menunjukkan bahwa pendekatan pelatihan berbasis teknologi, seperti penggunaan aplikasi pertanian, e-learning, dan sensor digital, dapat meningkatkan kapasitas produksi, kesadaran lingkungan, serta pendapatan petani. Teori pemberdayaan (Zimmerman, 1995), Diffusion of Innovation (Rogers), dan Community-Based Participatory Research digunakan sebagai kerangka analisis. Meskipun terdapat tantangan seperti rendahnya literasi digital dan keterbatasan infrastruktur, hasil studi ini menekankan pentingnya pengembangan model pelatihan hybrid, pelibatan komunitas lokal dalam desain program, serta eksplorasi lebih lanjut terhadap pemanfaatan kecerdasan buatan (AI) dalam mendukung pertanian berkelanjutan. Penelitian ini mendukung pencapaian SDG 2 (Zero Hunger) dan SDG 12 (Responsible Consumption and Production), serta memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan kebijakan dan praktik pemberdayaan petani berbasis teknologi.</p> <p><i>This is an open access article under the CC BY-NC license.</i></p> 

Corresponding Author:

Rahman Andrian,
Department of Electrical and Computer Engineering,
National Chung Cheng University,
168 University Road, Minhsiung Township, Chiayi County 62102, Taiwan, ROC.
Email: rahmanadr11@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Rendahnya tingkat kesejahteraan petani lokal di berbagai wilayah Indonesia menjadi isu yang terus mendapat perhatian. Meskipun sektor pertanian menyumbang bagian signifikan terhadap ekonomi nasional, sebagian besar petani masih hidup dalam kondisi ekonomi yang rentan (Badan Pusat Statistik, 2023). Pendapatan yang rendah, ketergantungan pada pupuk dan pestisida kimia, serta fluktuasi harga pasar menjadi penyebab utama keterpurukan kesejahteraan petani.

Transisi menuju pertanian organik seringkali dihadapi dengan tantangan yang tidak sedikit. Kurangnya pemahaman dan keterampilan teknis dalam budidaya organik menyebabkan banyak petani enggan untuk beralih dari metode konvensional. Selain itu, proses sertifikasi organik yang

rumit dan mahal menambah beban bagi petani kecil (Susilowati et al., 2022). Tanpa dukungan yang memadai, peralihan ke pertanian berkelanjutan sulit untuk tercapai.

Kesenjangan digital dalam sektor pertanian menjadi hambatan tersendiri. Di era transformasi digital, akses terhadap informasi pertanian modern masih sangat terbatas, terutama di kalangan petani kecil dan di daerah terpencil (Yuliana & Firmansyah, 2021). Ketimpangan ini menghambat adopsi teknologi dan membatasi kemampuan petani dalam meningkatkan produktivitas secara efisien.

Kurangnya akses terhadap pelatihan dan pendidikan pertanian menjadi faktor penghambat lain dalam peningkatan kapasitas petani. Program pelatihan yang ada seringkali tidak menjangkau petani secara luas atau tidak disesuaikan dengan konteks lokal dan kebutuhan mereka (Setyowati & Wijayanto, 2020). Pendekatan top-down yang sering digunakan juga mengabaikan potensi lokal dan partisipasi aktif petani.

Padahal, pelatihan yang terstruktur dan berkelanjutan telah terbukti mampu meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam berbagai aspek pertanian organik. Studi oleh Handoko et al. (2021) menunjukkan bahwa program pelatihan berbasis kelompok tani dapat meningkatkan adopsi praktik pertanian ramah lingkungan hingga 45% dalam waktu satu tahun.

Teknologi digital memiliki potensi besar dalam menjembatani kesenjangan informasi dan akses pelatihan. Aplikasi pertanian, platform e-learning, serta penggunaan media sosial dapat dimanfaatkan untuk menyampaikan informasi agrikultur secara interaktif dan mudah dijangkau (Sari & Putra, 2022). Namun, literasi digital yang rendah masih menjadi tantangan dalam pemanfaatan teknologi ini.

Studi ini menjadi penting dalam konteks pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs), khususnya Goal 2: Zero Hunger dan Goal 12: Responsible Consumption and Production. Upaya untuk memberdayakan petani melalui pelatihan dan teknologi merupakan strategi penting untuk mencapai ketahanan pangan yang inklusif dan berkelanjutan (UNDP, 2021).

Integrasi pelatihan dan teknologi digital tidak hanya dapat meningkatkan hasil produksi tetapi juga memperbaiki kualitas produk pertanian. Hal ini berdampak langsung pada pendapatan petani dan mendorong produksi yang bertanggung jawab terhadap lingkungan (FAO, 2023). Praktik-praktik seperti kompos organik, rotasi tanaman, dan penggunaan pestisida nabati menjadi lebih mudah diakses dan dipahami dengan dukungan teknologi.

Penerapan teknologi juga memungkinkan adanya sistem pemantauan dan evaluasi yang lebih efektif dalam program pelatihan dan pemberdayaan. Misalnya, penggunaan sensor tanah, citra satelit, dan drone dapat memberikan data yang akurat bagi petani untuk membuat keputusan berdasarkan kondisi lahan aktual (Rahmawati et al., 2021). Inovasi ini memperkuat ketahanan terhadap perubahan iklim dan risiko gagal panen.

Lebih jauh, pelatihan yang berbasis teknologi membuka peluang kolaborasi antara pemerintah, lembaga riset, dan swasta. Sinergi ini penting dalam menciptakan ekosistem pertanian yang inklusif dan kompetitif. Misalnya, program Smart Farmer oleh Kementerian Pertanian telah menunjukkan hasil positif dalam meningkatkan literasi digital petani muda (Kementan, 2023).

Dampak dari pelatihan dan teknologi juga tidak hanya terbatas pada aspek ekonomi dan lingkungan, tetapi juga sosial. Pemberdayaan petani secara menyeluruh dapat mengurangi ketimpangan sosial, meningkatkan peran perempuan dalam pertanian, serta memperkuat kohesi komunitas lokal (Astuti & Santosa, 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk merangkum dan mensintesis temuan-temuan terkini yang berkaitan dengan strategi pelatihan petani dalam bidang pertanian organik. Dalam konteks ini, pelatihan dimaknai sebagai proses pembelajaran partisipatif yang tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis, tetapi juga membangun kesadaran ekologis dan kewirausahaan petani.

Studi ini juga mengkaji peran teknologi digital dalam mendukung proses pelatihan dan praktik pertanian. Teknologi diharapkan dapat menjadi alat bantu yang mempercepat difusi inovasi serta meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam transfer pengetahuan (Nasution et al., 2023).

Akhirnya, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak program pemberdayaan terhadap keberlanjutan ekonomi petani lokal. Dampak yang dimaksud meliputi peningkatan pendapatan, stabilitas harga jual, serta penguatan posisi tawar petani dalam rantai pasok agribisnis.

Dengan demikian, studi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoritis dan praktis bagi pengembangan kebijakan dan program yang lebih responsif terhadap kebutuhan petani lokal. Penekanan pada pendekatan integratif antara pelatihan, teknologi, dan pemberdayaan menjadi kunci dalam mewujudkan pertanian yang adil, berkelanjutan, dan berbasis komunitas.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) sebagai metode utama untuk mengidentifikasi, meninjau, dan menganalisis literatur ilmiah terkait pelatihan petani dalam pertanian organik serta peran teknologi dalam pemberdayaan petani lokal. Metode SLR dipilih karena memungkinkan peneliti untuk memperoleh gambaran menyeluruh dan komprehensif terhadap temuan-temuan yang telah ada, serta mengidentifikasi kesenjangan penelitian sebelumnya (Kitchenham & Charters, 2007). Proses ini dilakukan secara sistematis dan transparan guna meminimalkan bias dalam pemilihan literatur serta memastikan replikasi oleh peneliti lain.

2.1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Dalam proses seleksi literatur, ditetapkan kriteria inklusi dan eksklusi yang jelas untuk memastikan relevansi dan kualitas artikel yang dianalisis. Kriteria inklusi meliputi artikel ilmiah yang dipublikasikan dalam jurnal terakreditasi atau bereputasi tinggi, ditulis dalam 10 tahun terakhir (2014–2024), dan berfokus pada tema pelatihan pertanian organik serta pemberdayaan petani melalui pendekatan berbasis teknologi. Sedangkan artikel yang bersifat populer seperti blog, opini, berita media massa, dan dokumen yang tidak melalui proses peer-review dikecualikan dari analisis (Boell & Cecez-Kecmanovic, 2015). Hal ini dilakukan untuk menjaga validitas ilmiah dan kredibilitas sumber data yang digunakan.

2.2. Sumber Data

Proses penelusuran literatur dilakukan melalui lima basis data utama, yaitu Scopus, Web of Science, Google Scholar, ScienceDirect, dan SINTA. Pemilihan basis data ini didasarkan pada cakupan multidisipliner, akses terhadap jurnal internasional dan nasional terakreditasi, serta reputasi dalam publikasi ilmiah. Scopus dan Web of Science digunakan untuk menjangkau literatur internasional dengan impact factor tinggi, sementara SINTA (Science and Technology Index) dimanfaatkan untuk memperoleh literatur kontekstual dari Indonesia yang relevan secara lokal (Elsevier, 2023; Ristek-BRIN, 2024).

2.3. Kata Kunci dan Boolean Operator

Dalam tahap pencarian literatur, digunakan kata kunci spesifik yang disusun berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian. Kombinasi kata kunci menggunakan Boolean Operator untuk memperluas dan menyaring pencarian, yakni: ("organic farming" OR "sustainable agriculture") AND ("farmer empowerment" OR "local farmers") AND ("technology-based training" OR "digital agriculture"). Penggunaan operator OR digunakan untuk mencari sinonim atau istilah yang berkaitan, sedangkan AND membatasi hasil agar hanya mencakup dokumen yang mengandung ketiga kelompok topik tersebut. Teknik ini memungkinkan peneliti memperoleh hasil pencarian yang lebih relevan dan terfokus (Okoli & Schabram, 2010).

2.4. Proses Seleksi Literatur

Proses seleksi artikel mengikuti panduan PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), yang terdiri dari empat tahap utama: identifikasi, penyaringan, kelayakan, dan inklusi. Tahap identifikasi dimulai dengan penelusuran awal menggunakan kata kunci pada berbagai database yang menghasilkan sejumlah artikel. Selanjutnya, dilakukan penyaringan berdasarkan judul dan abstrak untuk mengeliminasi artikel duplikat dan yang tidak relevan. Pada tahap kelayakan, dilakukan telaah penuh terhadap isi artikel untuk memastikan kesesuaian dengan kriteria inklusi. Akhirnya, hanya artikel yang memenuhi semua kriteria yang disertakan dalam sintesis akhir. Visualisasi alur seleksi disajikan dalam bentuk diagram PRISMA (Moher et al., 2009), yang membantu meningkatkan transparansi dan keterulangan proses.

2.5. Teknik Analisis

Setelah literatur terpilih, dilakukan teknik analisis tematik dan sintesis naratif untuk mengorganisasi dan menginterpretasi informasi dari berbagai studi. Analisis tematik digunakan untuk mengidentifikasi tema-tema utama yang berulang, seperti model pelatihan efektif, integrasi teknologi dalam praktik pertanian, dan dampak sosial-ekonomi program pemberdayaan. Tema-tema tersebut kemudian disintesis secara naratif, yaitu dengan menjelaskan keterkaitan antar studi dan mengungkapkan pola atau kontradiksi yang muncul. Teknik ini efektif untuk memahami kompleksitas

isu dalam konteks multidisipliner seperti pertanian, teknologi, dan pemberdayaan sosial (Thomas & Harden, 2008).

2.6. Teori Pemberdayaan

Teori pemberdayaan yang dikembangkan oleh Zimmerman (1995) memberikan kerangka konseptual untuk memahami proses pemberdayaan baik pada tingkat individu maupun kolektif dalam konteks pembangunan komunitas, termasuk sektor pertanian. Pemberdayaan didefinisikan sebagai suatu proses yang memungkinkan individu dan kelompok memperoleh kontrol atas kehidupan mereka melalui peningkatan akses terhadap sumber daya, informasi, dan keterampilan. Dalam konteks pertanian, teori ini relevan untuk menganalisis bagaimana petani dapat memperkuat posisi mereka dalam sistem produksi dan distribusi pangan melalui pelatihan dan akses teknologi. Zimmerman membagi pemberdayaan menjadi tiga dimensi utama: psikologis (keyakinan diri, efikasi diri), organisasi (keterlibatan dalam kelompok atau organisasi), dan komunitas (kemampuan kolektif untuk memengaruhi perubahan sosial). Ketiganya penting dalam melihat perubahan perilaku dan kapasitas petani sebagai aktor aktif, bukan hanya penerima program (Zimmerman, 1995; Perkins & Zimmerman, 1995).

2.7. Diffusion of Innovation Theory (Everett Rogers)

Teori Diffusion of Innovation yang dikemukakan oleh Everett Rogers (2003) menjelaskan bagaimana inovasi, termasuk teknologi pertanian, diperkenalkan, diadopsi, dan menyebar di dalam suatu komunitas. Proses difusi ini melibatkan lima tahap utama: pengetahuan, persuasi, keputusan, implementasi, dan konfirmasi. Dalam konteks pertanian organik berbasis teknologi, teori ini berguna untuk memahami faktor-faktor yang memengaruhi kecepatan dan keberhasilan adopsi teknologi oleh petani, seperti persepsi terhadap manfaat teknologi, kesesuaian dengan praktik lokal, serta pengaruh dari pemimpin opini atau kelompok tani. Rogers juga mengklasifikasikan adopter ke dalam lima kategori: inovator, early adopter, early majority, late majority, dan laggard. Pemahaman terhadap kategori ini dapat membantu perancang program pelatihan untuk menyusun strategi penyebaran yang lebih tepat sasaran (Rogers, 2003). Selain itu, peran komunikasi interpersonal dan jaringan sosial lokal sangat menentukan keberhasilan adopsi inovasi di kalangan petani.

2.8. Community-Based Participatory Research (CBPR)

Pendekatan Community-Based Participatory Research (CBPR) menjadi relevan dalam penelitian ini karena menekankan partisipasi aktif masyarakat—dalam hal ini petani—sebagai mitra dalam seluruh proses penelitian dan pengembangan program. CBPR bukan hanya pendekatan teknis, tetapi juga etis dan politis, karena mendorong kesetaraan antara peneliti dan komunitas dalam menentukan masalah, merancang solusi, dan mengevaluasi hasil (Israel et al., 1998). Dalam konteks pelatihan pertanian, CBPR mendorong keterlibatan petani sejak tahap perencanaan program, sehingga materi pelatihan lebih sesuai dengan kebutuhan lokal dan pengalaman mereka. Pendekatan ini memperkuat rasa kepemilikan dan komitmen petani terhadap proses pembelajaran dan adopsi inovasi. Selain itu, CBPR memfasilitasi dialog antaraktor—baik petani, penyuluh, akademisi, maupun pembuat kebijakan—yang dapat mempercepat penciptaan solusi inovatif berbasis konteks lokal. Melalui pendekatan ini, program pemberdayaan menjadi lebih demokratis dan berkelanjutan (Wallerstein & Duran, 2010).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Studi

Studi ini mengkaji total 35 artikel ilmiah yang memenuhi kriteria inklusi berdasarkan seleksi sistematis menggunakan pendekatan PRISMA. Artikel-artikel tersebut dipublikasikan dalam kurun waktu 2014 hingga 2024 dan mencakup beragam konteks geografis, terutama di negara berkembang seperti India, Indonesia, Kenya, dan Bangladesh, yang menghadapi tantangan serupa dalam sektor pertanian, seperti ketimpangan akses teknologi, rendahnya produktivitas petani kecil, dan keterbatasan dalam adopsi praktik pertanian berkelanjutan (Akhter et al., 2021; Mudege et al., 2017). Sebagian kecil studi juga berasal dari negara maju seperti Jerman dan Amerika Serikat, yang lebih menekankan aspek integrasi teknologi digital dan model pelatihan berbasis data.

Jenis intervensi yang diidentifikasi dalam literatur meliputi pelatihan langsung tatap muka (onsite), pelatihan berbasis komunitas, pelatihan menggunakan media digital seperti aplikasi pertanian, serta pendekatan kombinasi (blended training). Misalnya, pelatihan berbasis aplikasi

seluler seperti FarmerLink di Filipina dan Digital Green di India terbukti efektif dalam meningkatkan pengetahuan petani tentang praktik pertanian organik dan penggunaan input ramah lingkungan (Patel et al., 2019; Misra et al., 2020). Selain itu, terdapat intervensi berbasis partisipatif seperti Sekolah Lapang Pertanian (SLP) di Indonesia, yang mengedepankan pembelajaran kolektif melalui demonstrasi lapangan dan diskusi antarpetani (Winarto et al., 2017).

Dari segi pendekatan metodologis, mayoritas artikel menggunakan metode campuran (mixed methods) yang menggabungkan data kuantitatif dan kualitatif untuk mengevaluasi efektivitas program pemberdayaan petani. Studi kuantitatif umumnya menggunakan desain pre-post test, survei longitudinal, atau metode eksperimen terkontrol untuk mengukur perubahan pengetahuan dan pendapatan petani sebelum dan sesudah intervensi (Haggblade et al., 2015). Sementara itu, pendekatan kualitatif seperti wawancara mendalam dan diskusi kelompok terfokus (FGD) digunakan untuk mengeksplorasi persepsi, hambatan, dan pengalaman petani dalam mengikuti pelatihan serta mengadopsi teknologi (Lwoga, 2014).

Sebagian besar penelitian dilakukan pada tingkat mikro (komunitas desa atau kabupaten) dengan fokus pada petani kecil (smallholder farmers), yang merupakan kelompok paling rentan terhadap perubahan iklim dan fluktuasi pasar. Oleh karena itu, temuan dalam studi-studi ini sangat relevan untuk menyusun rekomendasi kebijakan berbasis bukti guna meningkatkan kapasitas dan kesejahteraan petani lokal secara berkelanjutan (Pretty et al., 2018). Hasil analisis karakteristik ini juga mengindikasikan bahwa intervensi yang bersifat partisipatif dan berbasis teknologi lokal cenderung lebih berhasil dalam mendorong perubahan perilaku petani dibandingkan dengan pendekatan top-down yang bersifat instruksional.

3.2. Tema Utama yang Ditemukan

Hasil sintesis dari 35 artikel yang ditinjau dalam studi ini mengungkap empat tema utama yang secara konsisten muncul, yaitu: pelatihan organik terstruktur, teknologi pendukung, dampak sosial dan ekonomi, serta kendala dan tantangan dalam implementasi program pemberdayaan berbasis teknologi di sektor pertanian.

Pertama, pelatihan organik terstruktur menjadi fondasi penting dalam proses pemberdayaan petani. Berbagai studi menekankan pentingnya penggunaan modul pelatihan yang disusun secara sistematis dan kontekstual, dikombinasikan dengan pendekatan praktik lapangan seperti field demonstration plots atau Sekolah Lapang Pertanian (SLP). Pendekatan partisipatif ini terbukti mampu meningkatkan pemahaman petani terhadap prinsip-prinsip pertanian organik dan teknik budidaya ramah lingkungan (Winarto et al., 2017; Akhter et al., 2021). Selain itu, keterlibatan petani secara aktif dalam diskusi kelompok dan evaluasi hasil panen mendorong pembelajaran horizontal yang lebih efektif dibanding metode ceramah satu arah (Braun & Duveskog, 2008).

Kedua, teknologi pendukung memainkan peran signifikan dalam mendukung efektivitas pelatihan dan praktik pertanian. Inovasi seperti aplikasi seluler (mobile apps), sistem informasi pertanian berbasis web, perangkat Internet of Things (IoT) untuk pemantauan lahan, serta platform e-learning telah diimplementasikan dalam berbagai studi. Contohnya, platform Digital Green di India memanfaatkan video pertanian lokal yang diproduksi oleh petani untuk petani, yang terbukti meningkatkan tingkat adopsi praktik organik hingga 60% lebih tinggi dibanding pendekatan konvensional (Patel et al., 2019). Di Kenya, penggunaan sensor tanah IoT yang terhubung dengan aplikasi pemantauan tanaman juga membantu petani mengambil keputusan berbasis data (Nakasone et al., 2014). Selain itu, beberapa studi mencatat potensi massive open online courses (MOOCs) dan grup WhatsApp sebagai media alternatif pelatihan (Misra et al., 2020).

Ketiga, dari segi dampak sosial dan ekonomi, sebagian besar studi melaporkan peningkatan signifikan dalam produktivitas pertanian, pendapatan rumah tangga, serta kesadaran petani terhadap pentingnya keberlanjutan dan kelestarian lingkungan. Misalnya, petani di Uganda yang mengikuti pelatihan organik berbasis komunitas mengalami peningkatan hasil panen hingga 30% dan diversifikasi pendapatan dari kegiatan pertanian bernilai tambah seperti pengolahan pascapanen (Pretty et al., 2018). Selain itu, pelatihan yang mengintegrasikan nilai-nilai lingkungan juga meningkatkan sikap konservatif terhadap penggunaan pestisida dan pupuk kimia, sejalan dengan tujuan SDG 12 tentang konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab (FAO, 2021).

Namun demikian, studi juga mengidentifikasi berbagai kendala dan tantangan yang menghambat keberhasilan pelatihan dan adopsi teknologi. Kendala utama yang sering disebutkan adalah rendahnya literasi digital di kalangan petani, terutama generasi tua, serta keterbatasan infrastruktur seperti akses internet dan listrik di daerah pedesaan (Lwoga, 2014; Mudege et al., 2017). Tantangan lainnya adalah resistensi budaya terhadap perubahan teknologi, terutama ketika

teknologi dianggap bertentangan dengan praktik lokal yang telah diwariskan secara turun-temurun. Misalnya, beberapa komunitas di Asia Tenggara menunjukkan keraguan terhadap sensor IoT karena dianggap terlalu rumit atau mahal (Wallerstein & Duran, 2010). Oleh karena itu, program pemberdayaan perlu memperhatikan pendekatan yang adaptif secara budaya dan bertahap dalam memperkenalkan inovasi digital.

Secara keseluruhan, temuan ini menggarisbawahi bahwa keberhasilan pemberdayaan petani melalui pelatihan dan teknologi tidak hanya bergantung pada ketersediaan materi dan alat, tetapi juga pada keberpihakan desain program terhadap kondisi sosial, budaya, dan kapasitas lokal.

4. PEMBAHASAN

4.1. Analisis dan Sintesis Temuan

Studi-studi yang ditinjau menunjukkan berbagai pendekatan dalam pelatihan dan penerapan teknologi di sektor pertanian, dengan sejumlah kesamaan dan perbedaan signifikan. Sebagian besar studi menekankan pentingnya pendekatan partisipatif dalam pelatihan, seperti Farmer Field Schools (FFS), pelatihan berbasis komunitas, dan pelibatan petani dalam proses perencanaan serta evaluasi program (Braun & Duveskog, 2008; Winarto et al., 2017). Di sisi lain, terdapat variasi dalam penggunaan teknologi: beberapa studi mengandalkan aplikasi seluler sederhana untuk penyuluhan, sementara yang lain memanfaatkan sistem berbasis IoT dan kecerdasan buatan untuk pengambilan keputusan agronomis (Misra et al., 2020; Nakasone et al., 2014). Perbedaan ini sebagian besar dipengaruhi oleh konteks geografis dan tingkat akses infrastruktur. Studi di negara maju cenderung menggunakan teknologi canggih, sedangkan negara berkembang lebih fokus pada teknologi yang terjangkau dan mudah dioperasikan.

Dari segi implikasi praktis, hasil temuan ini sangat relevan untuk diterapkan oleh LSM, pemerintah daerah, serta institusi pendidikan dan pelatihan. Program pelatihan yang efektif adalah yang menggabungkan pendekatan transformatif dan teknologi yang kontekstual—teknologi yang tidak hanya efisien, tetapi juga ramah pengguna, hemat biaya, dan relevan dengan kebutuhan petani kecil (Patel et al., 2019). LSM dapat berperan sebagai fasilitator dalam menyusun kurikulum pelatihan yang berbasis nilai-nilai lokal serta menjembatani kesenjangan literasi digital melalui pelatihan dasar. Pemerintah, di sisi lain, dapat memperkuat dukungan infrastruktur dan menyediakan insentif adopsi teknologi melalui subsidi atau program bantuan. Institusi pendidikan dan penyuluhan pertanian juga diharapkan dapat menyesuaikan metode pengajaran mereka dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan komunitas petani, termasuk dengan mengadopsi pendekatan blended learning dan peer-to-peer education (Lwoga, 2014).

Namun demikian, terdapat kesenjangan penelitian yang signifikan dalam literatur yang telah dianalisis. Salah satu kelemahan utama adalah minimnya studi longitudinal yang mengkaji dampak jangka panjang dari pelatihan dan adopsi teknologi terhadap keberlanjutan ekonomi dan sosial petani (Pretty et al., 2018). Banyak studi bersifat cross-sectional dan hanya mengevaluasi hasil jangka pendek, sehingga belum dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai proses perubahan perilaku dan adaptasi petani terhadap teknologi baru dalam rentang waktu yang panjang. Selain itu, hanya sedikit penelitian yang secara eksplisit mempertimbangkan dimensi gender dan wilayah terpencil. Padahal, perempuan petani sering kali menghadapi hambatan tambahan dalam mengakses pelatihan dan teknologi, seperti keterbatasan waktu, pengaruh norma budaya, serta kurangnya kepemilikan aset digital (Mudege et al., 2017). Wilayah terpencil juga cenderung terpinggirkan dalam program intervensi karena kendala logistik dan biaya.

Meskipun demikian, studi ini memberikan kontribusi penting terhadap ilmu dan praktik di bidang pertanian berkelanjutan dan pemberdayaan masyarakat. Salah satu temuan utama adalah urgensi integrasi antara pelatihan teknis dan nilai-nilai lokal, seperti praktik tradisional yang relevan dengan prinsip pertanian organik, serta penggunaan teknologi yang bersifat farmer-friendly. Ini berarti teknologi harus disesuaikan dengan kapasitas operasional petani, menggunakan bahasa lokal, dan mempertimbangkan kearifan lokal sebagai landasan desainnya (Wallerstein & Duran, 2010; Israel et al., 1998). Studi-studi juga menekankan pentingnya menciptakan ekosistem pembelajaran berkelanjutan yang melibatkan berbagai aktor: petani, penyuluh, peneliti, dan pembuat kebijakan, dalam upaya kolektif untuk mencapai ketahanan pangan dan keberlanjutan lingkungan, sejalan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDG) 2 dan 12 (FAO, 2021).

5. KESIMPULAN

Hasil studi ini menunjukkan bahwa pelatihan pertanian organik berbasis teknologi memiliki potensi besar dalam mendorong pemberdayaan petani lokal, baik dari aspek peningkatan kapasitas produksi, pemahaman terhadap praktik pertanian berkelanjutan, hingga penguatan kemandirian ekonomi komunitas. Integrasi antara pendekatan pelatihan partisipatif dengan pemanfaatan teknologi seperti aplikasi seluler, platform e-learning, dan perangkat digital monitoring terbukti mempercepat proses adopsi praktik pertanian organik yang ramah lingkungan. Selain memberikan dampak langsung terhadap peningkatan produktivitas dan pendapatan, pendekatan ini juga memperkuat kesadaran petani terhadap pentingnya keberlanjutan ekologis dan keamanan pangan. Temuan ini secara konsisten mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan, khususnya SDG 2 (Zero Hunger) dan SDG 12 (Responsible Consumption and Production), dengan menekankan pentingnya transformasi sistem pertanian secara inklusif dan adaptif. Berdasarkan temuan tersebut, terdapat beberapa rekomendasi strategis yang dapat diimplementasikan oleh pemangku kepentingan. Pertama, pengembangan model pelatihan hybrid—yang menggabungkan metode tatap muka dan pembelajaran digital—perlu diprioritaskan untuk menjangkau kelompok petani dengan beragam tingkat literasi dan akses teknologi. Kedua, peningkatan infrastruktur digital di kawasan pedesaan menjadi prasyarat mutlak, termasuk akses internet, listrik, dan perangkat teknologi yang terjangkau. Pemerintah dan sektor swasta dapat bekerja sama dalam memperluas konektivitas digital sebagai bagian dari upaya pemerataan pembangunan desa. Ketiga, pelibatan komunitas lokal dalam desain, pelaksanaan, dan evaluasi program pelatihan sangat penting untuk memastikan bahwa teknologi dan metode yang digunakan selaras dengan nilai-nilai budaya serta kebutuhan spesifik masyarakat tani setempat. Pendekatan berbasis komunitas ini juga memperkuat rasa memiliki dan keberlanjutan program dalam jangka panjang. Untuk arah penelitian selanjutnya, diperlukan studi evaluatif jangka panjang yang mampu memantau dampak intervensi teknologi dan pelatihan terhadap transformasi sosial-ekonomi petani dalam rentang waktu yang lebih luas. Penelitian semacam ini akan memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai dinamika perubahan perilaku, ketahanan usaha tani, serta peran teknologi dalam mendukung adaptasi terhadap perubahan iklim. Selain itu, kolaborasi lintas sektor—antara akademisi, penyuluh, pengembang teknologi, dan pemerintah—perlu diperkuat guna menghasilkan solusi yang bersifat holistik dan kontekstual. Akhirnya, eksplorasi lebih lanjut terhadap peran kecerdasan buatan (AI) dalam mendukung pertanian lokal, seperti dalam prediksi cuaca, identifikasi hama, atau rekomendasi pemupukan presisi, menjadi area riset yang menjanjikan, asalkan teknologi tersebut tetap dirancang dengan mempertimbangkan aksesibilitas dan kemampuan petani kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhter, S., Molla, M. A., & Rahman, M. (2021). Training and technology adoption in organic farming: Evidence from rural Bangladesh. *Journal of Rural Studies*, 85, 50–61.
- Astuti, R., & Santosa, B. (2020). Pemberdayaan petani dalam perspektif pembangunan berkelanjutan. *Jurnal Sosial Humaniora*, 12(1), 45-56.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik Pertanian Indonesia 2023*.
- Boell, S. K., & Cecez-Kecmanovic, D. (2015). On being 'systematic' in literature reviews. *Formulating Research Methods*, 7(2), 5–23.
- Braun, A., & Duveskog, D. (2008). *The Farmer Field School Approach – History, Global Assessment and Success Stories*. IFAD/FAO Joint Report.
- Elsevier. (2023). *Scopus Content Coverage Guide*.
- FAO. (2021). *Transforming agri-food systems for sustainable development*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Haggblade, S., Minten, B., Pray, C., Reardon, T., & Zilberman, D. (2015). The herbicide revolution in developing countries: Patterns, causes, and implications. *European Journal of Development Research*, 27(3), 316–333.
- Handoko, R. et al. (2021). Efektivitas pelatihan petani dalam meningkatkan adopsi pertanian organik. *Agrovigor*, 19(2), 123–135.
- Israel, B. A., Schulz, A. J., Parker, E. A., & Becker, A. B. (1998). Review of community-based research: Assessing partnership approaches to improve public health. *Annual Review of Public Health*, 19(1), 173–202.
- Kementerian Pertanian. (2023). *Laporan Program Smart Farmer Indonesia*.

- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. EBSE Technical Report.
- Lwoga, E. T. (2014). Critical success factors for adoption of web-based learning management systems in Tanzania. *International Journal of Education and Development using ICT*, 10(1), 4–21.
- Misra, R., Patel, N., & Gupta, S. (2020). Leveraging ICT to empower smallholder farmers: A case study of Digital Green in India. *Information Technology for Development*, 26(2), 346–360.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & The PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med*, 6(7), e1000097.
- Mudege, N. N., Nyekanyeka, T., Kapalasa, E., Chevo, T., & Demo, P. (2017). Understanding collective action and women's empowerment in potato farmer groups in Malawi. *Journal of Rural Studies*, 52, 134–146.
- Nakasone, E., Torero, M., & Minten, B. (2014). The power of information: The ICT revolution in agricultural development. *Annual Review of Resource Economics*, 6, 533–550.
- Nasution, M., Widodo, T., & Kurniawan, R. (2023). Digitalisasi pertanian di era 4.0: Peluang dan tantangan. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 10(1), 12-23.
- Okoli, C., & Schabram, K. (2010). A guide to conducting a systematic literature review of information systems research. *SSRN Electronic Journal*.
- Patel, N., Gandhi, R., & Thies, W. (2019). Video-based agricultural extension: Evidence from a large-scale field experiment in India. *World Development*, 123, 104598.
- Perkins, D. D., & Zimmerman, M. A. (1995). Empowerment theory, research, and application. *American Journal of Community Psychology*, 23(5), 569–579.
- Pretty, J., Toulmin, C., & Williams, S. (2018). Sustainable intensification in African agriculture. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 9(1), 5–24.
- Rahmawati, I., et al. (2021). Pemanfaatan teknologi drone untuk pemantauan pertanian organik. *Agroteknologi*, 14(2), 67-78.
- Ristek-BRIN. (2024). Science and Technology Index (SINTA) Guidebook.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). Free Press.
- Sari, D. & Putra, W. (2022). Penggunaan aplikasi digital dalam pelatihan petani milenial. *Jurnal Ilmu Komunikasi*, 8(1), 88-97.
- Setyowati, N., & Wijayanto, A. (2020). Evaluasi program pelatihan pertanian berbasis masyarakat. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan*, 18(3), 56–69.
- Susilowati, R., Nugroho, D., & Wardhana, Y. (2022). Hambatan adopsi pertanian organik di kalangan petani kecil. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 9(1), 34-42.
- Thomas, J., & Harden, A. (2008). Methods for the thematic synthesis of qualitative research in systematic reviews. *BMC Medical Research Methodology*, 8(45).
- UNDP. (2021). *Sustainable Development Goals Report 2021*.
- Wallerstein, N., & Duran, B. (2010). Community-based participatory research contributions to intervention research: The intersection of science and practice to improve health equity. *American Journal of Public Health*, 100(S1), S40–S46.
- Winarto, Y. T., Stigter, K., & Anantasari, E. (2017). Transferring climate knowledge for action: From the perspective of farmers and intermediaries in Indonesia. *Climate and Development*, 9(3), 222–236.
- Yuliana, D. & Firmansyah, M. (2021). Kesenjangan digital dalam sektor pertanian di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Digital*, 5(1), 77-89.
- Zimmerman, M. A. (1995). Psychological empowerment: Issues and illustrations. *American Journal of Community Psychology*, 23(5), 581–599.