

Strategi Transformasi Penyuluhan Pertanian melalui Teknologi Digital: Literature Review

Iwan Patria

Politeknik Pembangunan Pertanian Bogor, Badan Penyuluhan SDM Pertanian, Kementerian Pertanian,
Bogor, Indonesia

Email: iwpatриа@gmail.com

Abstract

Agricultural extension plays a crucial role in enhancing farmers' capacity, accelerating the adoption of innovations, and supporting sustainable agricultural development. The utilization of digital technology in agricultural extension has emerged as a key strategy to enhance farmers' capacity, expand information access, and support sustainable agricultural development. Seven recent studies (2021–2025) were analyzed, covering the use of mobile applications, web-based information systems, social media, and Internet of Things (IoT) to strengthen agricultural extension. Findings reveal that digital tools enhance communication reach, accelerate innovation adoption, and contribute to improved productivity and crop quality. Nevertheless, challenges persist, including inadequate rural internet infrastructure, neutral or resistant farmer attitudes toward digital adoption, and the limited integration of information systems across institutions. To overcome these barriers, comprehensive strategies are required: (1) enhancing digital literacy among farmers and extension agents through participatory learning, (2) strengthening rural digital infrastructure via cross-sector collaboration, (3) repositioning extension agents as innovation catalysts in line with the vision of Society 5.0, and (4) developing integrated data-driven systems supported by big data analytics and GIS. Theoretically, this study contributes to the development of a conceptual framework for digital agricultural extension as a socio-technical system, while practically it offers policy recommendations to build an inclusive, adaptive, and sustainable extension system. Ultimately, digital transformation in agricultural extension is not only vital for accelerating innovation diffusion but also plays a strategic role in reinforcing Indonesia's national food security and supporting sustainable rural development.

Keywords: Agricultural Extension, Digital Technology, Information Systems, Society 5.0.

Abstrak

Penyuluhan pertanian memiliki peran penting dalam meningkatkan kapasitas petani, mempercepat adopsi inovasi, serta mendukung pembangunan pertanian berkelanjutan. Kajian ini menyoroti urgensi transformasi penyuluhan pertanian berbasis teknologi digital di Indonesia untuk menjawab berbagai tantangan, seperti keterbatasan jumlah penyuluh, ketimpangan akses informasi, dan rendahnya literasi digital petani. Analisis terhadap tujuh studi terbaru (2021–2025) menunjukkan bahwa pemanfaatan aplikasi berbasis web, media sosial, sistem informasi digital, serta Internet of Things (IoT) mampu meningkatkan efektivitas komunikasi, memperluas jangkauan penyuluhan, mempercepat adopsi inovasi, dan mendukung peningkatan produktivitas serta kualitas hasil pertanian. Meskipun demikian, terdapat sejumlah hambatan yang masih konsisten, antara lain infrastruktur internet pedesaan yang belum merata, sikap petani yang cenderung netral atau resisten terhadap teknologi baru, serta minimnya integrasi sistem informasi antar lembaga terkait. Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan strategi komprehensif, yaitu: (1) peningkatan literasi digital petani dan penyuluh melalui pendekatan pembelajaran partisipatif, (2) penguatan infrastruktur digital pedesaan melalui kolaborasi lintas sektor, (3) reposisi peran penyuluh sebagai katalis inovasi sesuai visi Society 5.0, serta (4) pengembangan sistem data pertanian terintegrasi berbasis big data dan GIS. Secara teoretis, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan kerangka konseptual penyuluhan digital sebagai sistem sosioteknis, sementara secara praktis memberikan rekomendasi kebijakan untuk membangun penyuluhan yang inklusif, adaptif, dan berkelanjutan.

Transformasi digital dalam penyuluhan pertanian tidak hanya penting untuk mempercepat difusi inovasi, tetapi juga berperan strategis dalam memperkuat ketahanan pangan nasional dan mendorong pembangunan pedesaan yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Penyuluhan Pertanian, Teknologi Digital, Sistem Informasi, Society 5.0.

1. PENDAHULUAN

Penyuluhan pertanian merupakan salah satu instrumen penting dalam mendukung peningkatan kapasitas petani, penyebaran inovasi, serta percepatan adopsi teknologi baru dalam sektor pertanian. Namun, sistem penyuluhan di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan jumlah penyuluh, keterbatasan akses informasi bagi petani di daerah terpencil, serta rendahnya efektivitas komunikasi konvensional. Media sosial menawarkan akses yang lebih mudah, cepat, dan luas untuk menyampaikan informasi terkait teknologi pertanian, teknik budidaya, dan kebijakan terkini di sektor pertanian (Putra, 2025). Meski teknologi informasi seperti media sosial dan smartphone memiliki potensi memperluas jangkauan penyuluhan, masih terdapat hambatan signifikan seperti konektivitas internet yang buruk dan literasi digital yang rendah di kalangan petani (Sugihono, Hariadi and Wastutiningsih, 2024).

Transformasi penyuluhan pertanian di Indonesia menjadi semakin mendesak ketika melihat realitas terkini dimana jumlah penyuluh pertanian di lapangan hanya berkisar sekitar 67 ribu orang, sementara Indonesia memiliki puluhan ribu desa lebih dari 84.276 desa (BPS 2024) dengan desa Potensi Pertanian 80.000 namun jumlah penyuluh pertanian aktif belum terpenuhi sehingga membuat banyak petani di desa-desa tidak mendapatkan pendampingan optimal dengan rasio perbandingan 1 penyuluh 2-3 desa (Yulianto, 2023; Hartono, 2025). Sayangnya, desa-desa tersebut belum sepenuhnya terlayani oleh infrastruktur digital yang memadai. Meskipun akses internet nasional naik dari sekitar 32 % pada 2017 menjadi lebih dari 62 % pada 2021, disparitas wilayah masih terlihat mencolok: area perkotaan mencapai 71,8 %, sedangkan di desa baru sekitar 49,3 % penduduknya yang mengakses internet (Mahaliyah *et al.*, 2021). Selain itu, di Provinsi Jambi misalnya, hanya sekitar 47,9 % desa yang memiliki jaringan Base Transceiver Station (BTS), dan 79,4 % dari situasi jaringan sudah 4G menunjukkan perlunya peningkatan infrastruktur desa agar penyuluhan digital bisa efektif (BPS Provinsi Jambi, 2022).

Pemanfaatan teknologi informasi digital menjadi solusi strategis dalam mendukung pengelolaan pertanian dan pemasaran hasil tani. Program ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas petani melalui pengenalan dan implementasi aplikasi berbantuan teknologi informasi (Sahputra, Yurni and Agusniar, 2024). Perkembangan teknologi digital seperti aplikasi mobile, internet of things (IoT), big data, dan media sosial telah mengubah pola diseminasi informasi, termasuk dalam bidang pertanian. Dengan adanya sistem informasi penyuluhan berbasis digital, petani dapat memperoleh akses informasi terkait teknik budidaya, penggunaan pupuk, pengendalian hama, hingga pemasaran produk secara real-time. Hal ini diharapkan mampu meningkatkan produktivitas, efisiensi usaha tani, serta kesejahteraan petani di Indonesia.

Urgensi pemanfaatan teknologi digital dalam sistem informasi penyuluhan pertanian terletak pada kebutuhan mendesak untuk memperbaiki efektivitas transfer teknologi dan pengetahuan kepada petani. Penyuluh yang terbatas jumlahnya sering kali tidak mampu menjangkau seluruh petani, terutama di wilayah pedesaan terpencil. Sistem digital dapat menjadi instrumen pelengkap yang menjembatani keterbatasan tersebut. Berkembangnya digitalisasi pertanian diharapkan dapat membantu penyuluh pertanian bersikap lebih inovatif, adaptif, kolaboratif, dan profesional dalam menjalankan

profesinya agar eksistensinya tidak tersisih dan terabaikan dari laju percepatan pembangunan pertanian berkelanjutan (Regency *et al.*, 2022). Rasionalisasi penelitian ini adalah untuk mengkaji sejauh mana teknologi digital dapat dimanfaatkan secara optimal dalam penyuluhan pertanian di Indonesia, serta mengidentifikasi tantangan implementasi seperti keterbatasan literasi digital petani, infrastruktur jaringan internet, dan biaya pengembangan aplikasi.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan penyuluhan pertanian di berbagai negara telah mengalami transformasi melalui pemanfaatan teknologi digital. Penelitian Hernawati *et al.* (2023) menunjukkan bahwa penggunaan konten multimedia mampu meningkatkan kemampuan manajemen petani sekaligus kualitas produk pertanian. Safitri *et al.* (2020) menekankan bahwa media sosial dapat menjadi sarana efektif untuk pelatihan dan sosialisasi penyuluhan, sementara Zulvi (2025) membuktikan efektivitas sistem informasi berbasis web dalam mempermudah akses informasi pertanian (Eza Safitri, Ernita Arif and Asmawi, 2020; Hernawati *et al.*, 2023; Zulvi, 2025). Di sisi lain, Sugihono, Hariadi, dan Wastutiningsih (2024) melaporkan bahwa 96,4% penyuluh telah menggunakan smartphone dan 95% memanfaatkan WhatsApp sebagai media utama dalam aktivitas penyuluhan. Namun, penelitian Septiarini, Firmansyah, dan Yulianti (2024) menunjukkan sikap petani masih cenderung netral terhadap teknologi digital meskipun tingkat pengetahuan mereka relatif tinggi (Septiarini, Firmansyah and Yulianti, 2024; Sugihono, Hariadi and Wastutiningsih, 2024). Hasil-hasil tersebut menggambarkan adanya potensi besar dalam digitalisasi penyuluhan, tetapi juga menegaskan keterbatasan signifikan seperti literasi digital yang rendah, disparitas akses internet, serta lemahnya integrasi sistem informasi pertanian.

Meskipun berbagai studi terdahulu telah menegaskan manfaat teknologi digital bagi penyuluhan, terdapat celah penelitian yang belum banyak terjawab. Pertama, adopsi digital di Indonesia masih belum merata, dengan sekitar 50% desa menghadapi keterbatasan akses internet (Badan Pusat Statistik, 2024). Kedua, literasi digital petani relatif rendah, sehingga pemanfaatan aplikasi pertanian digital belum optimal (Sari and Nurmala Sari, 2025). Ketiga, peran penyuluh sebagai agen inovasi belum sepenuhnya bertransformasi mengikuti tuntutan era *Society 5.0*, di mana integrasi teknologi, manusia, dan lingkungan menjadi elemen kunci (Fukuyama, 2020). Dengan demikian, gap utama yang muncul adalah bagaimana mengintegrasikan faktor teknologi, literasi, dan kelembagaan secara bersamaan agar penyuluhan digital dapat berjalan efektif, inklusif, dan berkelanjutan.

Berdasarkan gap tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis peluang pemanfaatan teknologi digital dalam penyuluhan pertanian di Indonesia; (2) mengidentifikasi hambatan dan tantangan implementasi, terutama terkait literasi digital, infrastruktur, dan kapasitas kelembagaan; serta (3) merumuskan strategi transformasi penyuluhan digital yang sesuai dengan konteks lokal Indonesia dan sejalan dengan visi *Society 5.0*. Dengan tujuan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dalam pengembangan kerangka penyuluhan digital sekaligus rekomendasi praktis untuk memperkuat ketahanan pangan nasional.

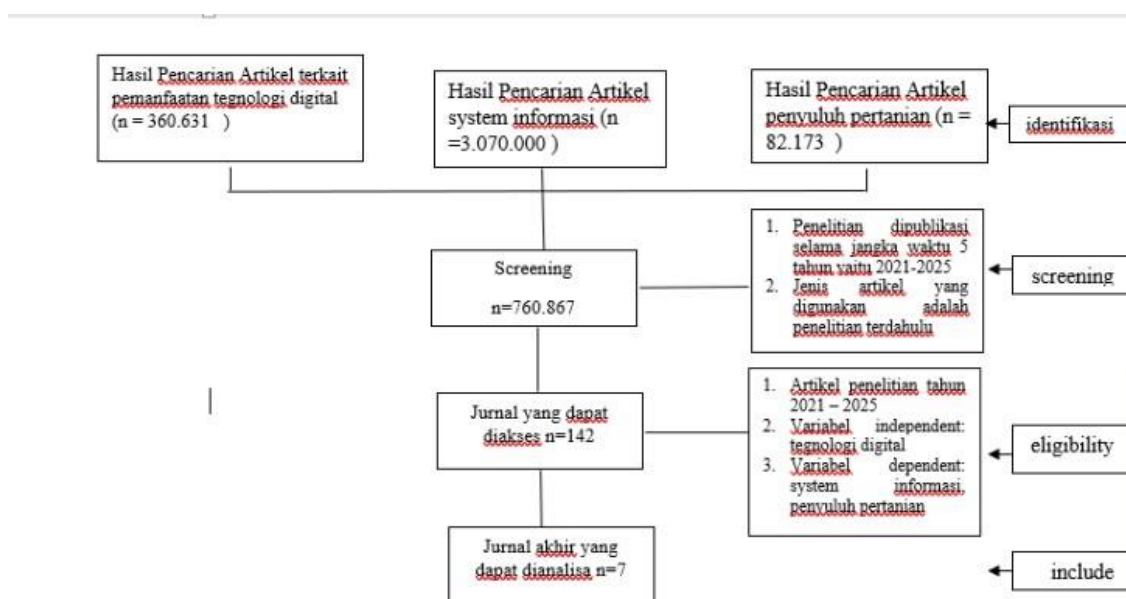
2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan studi kepustakaan literatur review. Strategi dalam pencarian studi literatur menggunakan database online yaitu Google Scholar, Scopus, dan Web of Science dengan kata kunci terkait pemanfaatan teknologi digital, system informasi, penyuluh pertanian. Artikel yang digunakan adalah artikel yang ditulis dalam Bahasa Indonesia dan bahasa inggris dan diterbitkan dalam kurun waktu

5 tahun terakhir. Artikel tersebut tentunya tersedia dengan teks yang lengkap, dan mempunyai nomor seri standar internasional (ISSN), serta relevan dengan topik pembahasan. Kriteria inklusi pada penelitian ini ialah artikel yang memuat pemanfaatan teknologi digital dalam system informasi penyuluh pertanian. Sedangkan kriteria eksklusi dari penelitian ini ialah : artikel diterbitkan dalam kurun waktu lebih dari 5 tahun dan tidak memiliki teks lengkap, artikel bersumber dari publikasi yang tidak jelas, dan hasil penelitian tidak berhubungan pemanfaatan teknologi digital dalam system informasi penyuluh pertanian. Penulis menggunakan metode kajian sistematik PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Review*) yang meliputi identifikasi, penyaringan, inklusi dan kelayakan berdasarkan temuan artikel yang kemudian dianalisis. Artikel yang sesuai kriteria akan dikaji untuk mendapatkan data terkait pemanfaatan teknologi digital dalam system informasi penyuluh pertanian. Seluruh temuan mengenai topic tersebut akan didata dan disajikan beserta penjelasan secara naratif. Kesimpulan akan dibuat setelah data mengenai topik tersebut didapatkan.

Tabel 1. Kriteria Inklusi-Eksklusi

kriteria	Inklusi	Eksklusi
Jangka	Waktu penerbitan jurnal maksimal 5 tahun	Waktu terbit jurnal lebih dari 5 tahun
Waktu	Pada rentan waktu 2021-2025	Tahun 2021 kebawah
Bahasa	Bahasa indonesia dan bahasa inggris	Bahasa yang susah dimengerti
Jenis jurnal	teks yang lengkap, dan mempunyai nomor seri standar internasional (ISSN), serta relevan dengan topik pembahasan	Tidak full text, hanya ada abstrak saja
Sasaran	artikel yang memuat pemanfaatan teknologi digital dalam system informasi penyuluh pertanian	Bukan berfokus pada artikel tentang pemanfaatan teknologi digital dalam system informasi penyuluh pertanian
Kata kunci	kata kunci terkait pemanfaatan teknologi digital, system informasi, penyuluh pertanian	Tidak memuat kata kunci yang berkaitan dengan pemanfaatan teknologi digital, system informasi, penyuluh pertanian
Metodologi	Studi dengan metode kualitatif, kuantitatif, atau mixed-method	Artikel tanpa metodologi yang jelas atau tidak relevan dengan tema penelitian



Gambar 1. Diagram pencarian literature

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelusuran melalui Google Scholar dan Science didapatkan ratusan ribu artikel bahkan jutaan. Pemilihan jurnal dilakukan dengan

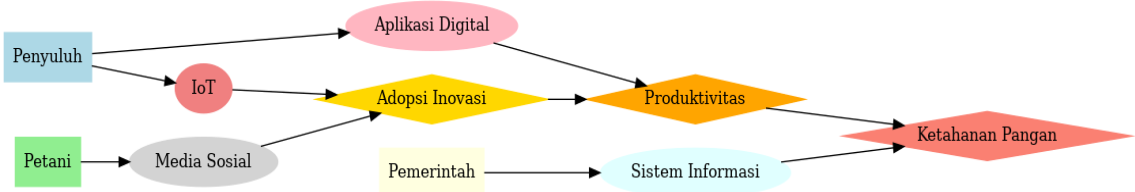
menggunakan beberapa kriteria tertentu yakni, jurnal yang dianalisis berbahasa Indonesia dan Bahasa Inggris tahun terbit 2021-2025, teks yang lengkap, dan mempunyai nomor seri standar internasional (ISSN), serta relevan dengan topik pembahasan. Jurnal pada pengambilan data memakai data primer dilanjutkan dengan analisa terhadap jurnal artikel sebesar 8 (delapan) dan jurnal berupa ulasan, rangkuman, pandangan dan pemikiran yang diringkas menurut beberapa sumber pustaka dibahas dengan mencari kesamaan topik yang ditentukan

Penulis melakukan penyaringan dari artikel yang diperoleh, sehingga terdapat 7 artikel yang dapat dilakukan review akhir. Delapan artikel tersebut memenuhi kriteria inklusi dapat diidentifikasi dan disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Identifikasi Jurnal

N o	Penulis & Tahun	Judul	Metode	Jumlah Sampel	Variabel	Hasil Utama	Keterbatasan
1	Triman Tapi, Mikhael, Yohanis Yan Makabori (2024)(Triman Tapi, Mikhael and Yohanis Yan Makabori, 2024)	Transformasi Penyuluhan Pertanian Menuju Society 5.0: Analisis Peran TIK	Systematic review	25 artikel	Peran TIK, adopsi teknologi, penyuluhan	Penyuluhan pertanian butuh transformasi berbasis TIK untuk mendorong pertanian cerdas & Society 5.0	Hanya studi literatur, tidak uji empiris
2	Audrey Oktia Zulvi & Muhktar (2025)(Zulvi, 2025)	Sistem Informasi Penyuluhan Pertanian Berbasis Web pada Dinas Pertanian dan Perkebunan Provinsi Aceh	Metode Waterfall (analisis kebutuhan, desain, pengembangan, uji coba)	Tidak spesifik, instansi & pengguna	Akses informasi, efektivitas penyuluhan, produktivitas pertanian	Sistem web membantu akses informasi, meningkatkan efektivitas penyuluhan, efisiensi pengelolaan data	Keterbatasan infrastruktur & keterampilan digital petani
3	Septiarni, A., Firmansyah, H., & Yulianti, M. (2024)(Septiarni, Firmansyah and Yulianti, 2024)	Analisis Perilaku Anggota Kelompok Tani dalam Kegiatan Penyuluhan Pertanian Menggunakan Sistem Digitalisasi di Kota Banjarbaru	Kuantitatif deskriptif	50 responden (multistage sampling)	Perilaku (pengetahuan, keterampilan, sikap); karakteristik (usia, pendidikan, luas lahan, lama keanggotaan, kosmopolitan)	Pengetahuan tinggi (69,05%), keterampilan sedang (67,35%), sikap netral (62,8%). Usia berhubungan negatif signifikan, pendidikan & kosmopolitan positif signifikan	sampel kecil & terbatas pada Banjarbaru.
4	Lutfial Umi, A. R., & Sudrajat, R. H. (2024)(Umi	peran Komunikasi Penyuluh Pertanian dalam	Kualitatif deskriptif	2 informan kunci (PPL) & 10	Komunikasi penyuluh (komunikator, pesan, saluran,	Komunikasi meningkatkan pengetahuan (kognitif),	keterbatasan literasi teknologi & resistensi petani

	and Sudrajat, 2024)	Mengenalkan Teknologi Digital peTani Apps pada Pelaku Kegiatan Pertanian		informan pendukung (Gapoktan & Poktan)	komunikasikan, efek)	sikap (afektif), dan tindakan (konatif).	terhadap perubahan.
5	Dona Setia Umbara, Lies Sulistiyowati, Trisna I. Noor, Iwan Setiawan (2021)(Umbara <i>et al.</i> , 2021)	Persepsi Penyuluh terhadap Strategi Komunikasi Digital	Survei deskriptif	60 penyuluh	Strategi komunikasi, efektivitas media digital	WhatsApp, video conference efektif; persepsi positif penyuluh	Generalisasi terbatas (satu kabupaten)
6	Zulham Sirajuddin & Pepi L. Kamba (2021)(Sirajuddin and Liskawati Kamba, 2021)	Persepsi Petani terhadap Implementasi TIK dalam Penyuluhan	Survei (TAM model)	73 petani	Perceived usefulness, ease of use, pendidikan	Pendidikan berhubungan positif dengan penerimaan TIK	Hanya fokus pada petani, tidak penyuluh
7	Chris Sugihono, Sunarru S. Hariadi, Sri P. Wastutiningsih (2024)(Sugihono, Hariadi and Wastutiningsih, 2024)	Integrasi Pemanfaatan TIK dalam Penyuluhan Pertanian	Mixed methods (survei, FGD)	252 penyuluh (survei), 7 penyuluh (FGD)	Kepemilikan TIK, penggunaan media sosial	96,4% penyuluh punya smartphone, WhatsApp paling digunakan, TIK meningkatkan peran penyuluh	Konteks terbatas di Maluku Utara



Gambar 2. Peta Konsep Integrasi Teknologi Digital dalam Penyuluhan

3.1 Rendahnya Literasi Digital Petani

Permasalahan literasi digital menjadi isu utama dalam penyuluhan pertanian berbasis teknologi. Meskipun perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) semakin pesat, sebagian besar petani di Indonesia masih mengalami kesulitan dalam mengakses, memahami, dan memanfaatkan teknologi tersebut secara optimal. Rendahnya tingkat literasi digital menyebabkan petani belum mampu menggunakan aplikasi maupun platform pertanian digital secara mandiri. Hal ini menimbulkan kesenjangan dalam distribusi informasi pertanian dan menghambat proses adopsi inovasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Septiarini, Firmansyah, dan Yulianti (2024) memperkuat temuan tersebut dengan menunjukkan bahwa usia memiliki hubungan negatif signifikan dengan perilaku petani dalam adopsi digitalisasi, sementara pendidikan dan kekosmopolitan memiliki hubungan positif (Septiarini, Firmansyah and Yulianti, 2024). Artinya, petani yang lebih muda dengan pendidikan yang lebih tinggi lebih adaptif dalam memanfaatkan sistem digital dibandingkan petani berusia lanjut. Hasil ini mengindikasikan adanya tantangan besar dalam upaya transformasi digital pertanian, yaitu terjadinya kesenjangan generasi dan pendidikan yang memengaruhi kecepatan adopsi teknologi di lapangan. Penelitian lain menemukan bahwa literasi digital

berpengaruh dominan terhadap efektivitas sistem irigasi berbasis IoT, dengan koefisien regresi 0.452 menunjukkan bahwa literasi digital adalah fondasi kritis bagi adopsi teknologi pertanian (Sari and Nurmala Sari, 2025).

Penyelesaian untuk masalah ini adalah dengan mengembangkan program literasi digital yang berkelanjutan dan partisipatif. Penyuluh pertanian perlu memberikan pendampingan intensif dengan pendekatan praktis menggunakan media multimedia sederhana seperti video tutorial dan aplikasi berbasis gambar. Selain itu, perlu adanya pembentukan *community learning center* di tingkat desa yang berfungsi sebagai pusat belajar digital bagi petani. Dengan langkah ini, literasi digital dapat meningkat secara merata dan membantu petani mengoptimalkan penggunaan teknologi dalam meningkatkan produktivitas usaha tani mereka.

3.2 Keterbatasan Infrastruktur dan Akses Jaringan Internet

Selain keterbatasan literasi digital, masalah lain yang signifikan adalah infrastruktur jaringan internet yang tidak merata. Kondisi ini terutama dirasakan di daerah pedesaan yang merupakan basis utama kegiatan pertanian di Indonesia. Tanpa akses internet yang memadai, teknologi digital pertanian sulit diterapkan secara luas dan berkelanjutan. Hambatan ini memperlebar kesenjangan antara wilayah dengan fasilitas teknologi memadai dan wilayah yang masih tertinggal.

Hasil penelitian Sugihono, Hariadi, dan Wastutiningsih (2024) mengungkapkan bahwa meskipun 96,4% penyuluh pertanian telah memiliki smartphone dan 95% menggunakan WhatsApp sebagai media komunikasi, keterbatasan konektivitas internet tetap menjadi hambatan besar dalam penyuluhan digital (Sugihono, Hariadi and Wastutiningsih, 2024). Masalah ini menyebabkan informasi pertanian tidak dapat disampaikan secara merata, khususnya di daerah terpencil. Hal ini sejalan dengan penelitian Sirajuddin dan Kamba (2021) yang menegaskan bahwa kemudahan penggunaan TIK sangat bergantung pada tingkat aksesibilitas infrastruktur yang tersedia (Sirajuddin and Liskawati Kamba, 2021).

Rekomendasi solusi yang dapat dilakukan adalah memperkuat kolaborasi antara pemerintah, penyedia layanan telekomunikasi, dan sektor swasta dalam memperluas cakupan jaringan internet pedesaan. Pemerintah dapat mendorong program pembangunan infrastruktur digital berbasis subsidi silang agar akses internet dapat dinikmati oleh petani di daerah terpencil. Selain itu, pembangunan digital hub di desa dapat menjadi alternatif untuk menyediakan layanan internet bersama. Dengan cara ini, keterbatasan infrastruktur tidak lagi menjadi penghalang utama, dan petani dapat memanfaatkan informasi digital untuk mendukung kegiatan usahanya.

3.3 Efektivitas Komunikasi Penyuluh dalam Mengenalkan Teknologi Digital

Peran penyuluh pertanian tidak dapat dilepaskan dari keberhasilan implementasi teknologi digital di kalangan petani. Penyuluh merupakan pihak yang berfungsi sebagai komunikator, fasilitator, sekaligus pendamping dalam proses transfer informasi. Namun, permasalahan yang muncul adalah metode komunikasi konvensional yang digunakan sering kali kurang efektif dalam menyampaikan konsep teknologi baru. Akibatnya, meskipun teknologi tersedia, tingkat pemanfaatannya oleh petani masih rendah.

Penelitian Umi dan Sudrajat (2024) menyoroti pentingnya peran penyuluh dalam memperkenalkan aplikasi peTani Apps (Umi and Sudrajat, 2024). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa keberadaan penyuluh sebagai komunikator mampu meningkatkan aspek kognitif, afektif, dan konatif petani. Artinya, komunikasi yang tepat dapat meningkatkan pengetahuan, sikap, dan tindakan petani dalam memanfaatkan teknologi. Namun, jika komunikasi tidak disesuaikan dengan karakteristik sasaran, maka

manfaat teknologi digital tidak akan sepenuhnya dirasakan oleh petani. Hal ini sejalan dengan penelitian Gisky Andria Putra menyimpulkan bahwa pelatihan literasi digital melalui media sosial terbukti efektif dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani, meski terkendala akses internet (Putra, 2025).

Tantangan ini dapat atasi dengan melakukan pelatihan komunikasi digital bagi penyuluh. Penyuluh perlu memanfaatkan media interaktif seperti video tutorial, infografis, media sosial, dan aplikasi berbasis e-learning untuk menyampaikan informasi secara lebih menarik dan mudah dipahami. Pendekatan komunikasi partisipatif juga penting agar petani merasa dilibatkan dalam proses pembelajaran. Dengan peningkatan kapasitas komunikasi digital penyuluh, maka peran mereka sebagai agen perubahan dapat berjalan lebih optimal dalam mempercepat adopsi teknologi di sektor pertanian.

3.4 Kurangnya Integrasi Sistem Informasi Digital dalam Layanan Penyuluhan

Sistem informasi digital memiliki potensi besar dalam meningkatkan efektivitas penyuluhan pertanian. Namun, penelitian menunjukkan bahwa integrasi sistem informasi masih belum optimal sehingga akses petani terhadap data pertanian sering kali terbatas. Permasalahan ini menghambat proses pengambilan keputusan berbasis data, baik di tingkat petani maupun lembaga penyuluhan.

Penelitian Zulvi (2025) menunjukkan bahwa pengembangan sistem informasi berbasis web di Dinas Pertanian Aceh mampu memfasilitasi petani dalam mengakses informasi budidaya, kebijakan, dan pasar (Zulvi, 2025). Namun, tantangan muncul terkait keterbatasan literasi digital petani dan rendahnya akses teknologi di daerah terpencil. Hal ini memperlihatkan bahwa meskipun sistem sudah dikembangkan, belum semua petani dapat mengakses dan memanfaatkannya secara optimal.

Penomena ini menunjukkan bahwa integrasi sistem informasi harus dirancang berbasis kebutuhan lokal dan melibatkan petani sejak tahap perancangan. Teknologi seperti geographic information system (GIS), Internet of Things (IoT), dan big data analytics dapat digunakan untuk memperkuat fungsi sistem informasi dalam mendukung pengambilan keputusan. Dengan adanya integrasi yang lebih luas, sistem informasi tidak hanya berperan sebagai pusat data, tetapi juga menjadi instrumen strategis dalam perencanaan dan pengembangan usaha tani yang lebih efisien dan berkelanjutan.

3.5 Transformasi Penyuluhan Pertanian Menuju Society 5.0

Era Society 5.0 menghadirkan tuntutan baru bagi penyuluhan pertanian. Dalam kerangka ini, penyuluh dituntut untuk berperan tidak hanya sebagai penyampai informasi, tetapi juga sebagai katalis dalam adopsi teknologi yang mengintegrasikan aspek manusia, teknologi, dan lingkungan. Permasalahan yang muncul adalah belum semua penyuluh siap menghadapi tuntutan baru ini, baik dari segi kapasitas digital maupun pendekatan strategis yang inklusif.

Penelitian Trimman Tapi, Mikhael, dan Makabori (2024) menekankan bahwa transformasi penyuluhan menuju Society 5.0 memerlukan perubahan paradigma, kapasitas, dan teknologi. Penyuluh harus mampu mengadopsi peran baru sebagai katalis yang mendorong petani untuk beradaptasi dengan inovasi (Trimman Tapi, Mikhael and Yohanis Yan Makabori, 2024). Hal ini menuntut penyuluhan untuk lebih dinamis, inovatif, dan inklusif dalam menjawab tantangan era baru. Studi lain mengungkapkan bahwa menggunakan data nasional dan menemukan bahwa peningkatan kinerja penyuluh terkait dengan kemajuan karir, dana eksternal, peluang kolaborasi, serta penggunaan metode penyuluhan yang beragam (Dewi, Bahru and Zeller, 2025).

Permasalahan ini dapat dinilai bahwa untuk mewujudkan visi Society 5.0 dalam pertanian, diperlukan investasi berkelanjutan dalam pelatihan penyuluh dan penguatan infrastruktur digital. Pemerintah, lembaga pendidikan, dan sektor industri harus

berkolaborasi dalam menciptakan ekosistem yang mendukung transformasi ini. Dengan strategi tersebut, penyuluhan pertanian tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga mendukung ketahanan pangan dan keberlanjutan lingkungan sesuai dengan semangat Society 5.0. Dalam kerangka Society 5.0, penyuluh harus lebih dari penyampai informasi tetapi juga harus inovatif dan adaptif. Dengan demikian harus di garisbawahi pentingnya sinergi kelembagaan dan fleksibilitas metode penyuluhan sebagai kunci untuk mencapai transformasi berkelanjutan. Artinya, peningkatan kapasitas penyuluh harus disertai dengan dukungan kelembagaan dan kebijakan agar mereka bisa berfungsi sebagai agen perubahan sesuai tuntutan era Society 5.0.

3.6 Diskusi

Kajian lintas tujuh jurnal menunjukkan adanya benang merah yang konsisten mengenai transformasi penyuluhan pertanian melalui teknologi digital. Seluruh penelitian menegaskan bahwa teknologi informasi dan komunikasi (TIK) berperan penting dalam memperluas jangkauan penyuluh, mempercepat akses informasi, serta meningkatkan interaksi antara petani dan penyuluh. Misalnya, data menunjukkan bahwa 96,4% penyuluh telah memiliki smartphone dan 95% menggunakan WhatsApp sebagai media utama penyuluhan (Sugihono, Hariadi and Wastutiningsih, 2024). Hal ini memperlihatkan bagaimana media sosial sederhana dapat menjadi infrastruktur komunikasi yang efektif dalam penyebaran informasi pertanian.

Meskipun demikian, fokus dan pendekatan tiap studi memperlihatkan variasi yang menarik. Penelitian di Aceh menekankan pengembangan sistem informasi berbasis web yang dapat meningkatkan efektivitas penyuluhan dan efisiensi manajemen data (Zulvi, 2025). Sebaliknya, studi di Banjarbaru menemukan bahwa 69,05% petani berada pada kategori pengetahuan tinggi dan 67,35% pada kategori keterampilan sedang, namun sikap terhadap teknologi digital masih cenderung netral (62,8%) (Septiarini, Firmansyah and Yulianti, 2024). Perbedaan ini menegaskan bahwa tingkat penerimaan digital tidak hanya bergantung pada ketersediaan perangkat, tetapi juga pada aspek perilaku dan sikap petani. Sementara itu, Umi dan Sudrajat (2024) menggarisbawahi pentingnya komunikasi penyuluh yang mampu menyentuh aspek kognitif, afektif, dan konatif petani, yang terbukti meningkatkan kesiapan mereka dalam mengadopsi aplikasi digital pertanian (Umi and Sudrajat, 2024).

Kontribusi teoretis lebih lanjut ditunjukkan oleh Triman Tapi et al. (2024) yang menekankan perlunya pergeseran paradigma peran penyuluh di era Society 5.0, dari sekadar penyampai informasi menuju agen inovasi yang mampu menghubungkan teknologi dengan kebutuhan lokal petani (Triman Tapi, Mikhael and Yohanis Yan Makabori, 2024). Namun, hampir semua penelitian menemukan gap utama berupa rendahnya literasi digital. Studi Sari & Nurmala (2025) bahkan menunjukkan bahwa literasi digital menyumbang 45,2% terhadap efektivitas pemanfaatan Internet of Things (IoT) pertanian, menegaskan pentingnya intervensi pendidikan digital. Selain itu, persoalan kesenjangan infrastruktur juga mencuat, mengingat sekitar 50% desa di Indonesia masih mengalami keterbatasan akses internet (BPS, 2024), yang membatasi implementasi penyuluhan digital secara merata (Sari and Nurmala Sari, 2025).

Dengan demikian, sintesis lintas studi menegaskan bahwa transformasi penyuluhan pertanian berbasis digital membutuhkan pendekatan integratif. Solusi yang diusulkan meliputi peningkatan literasi digital berbasis komunitas, pengembangan community learning center, serta integrasi sistem informasi dengan big data analytics untuk memperkuat basis data pertanian. Di sisi teknologi, integrasi GIS dan IoT dapat menghadirkan rekomendasi yang lebih preskriptif, bukan sekadar deskriptif, bagi pengambilan keputusan di tingkat petani maupun pemerintah. Dengan strategi ini,

penyuluhan pertanian digital tidak hanya mampu meningkatkan adopsi teknologi, tetapi juga berkontribusi langsung pada peningkatan produktivitas dan ketahanan pangan nasional.

Transformasi penyuluhan pertanian berbasis digital di Indonesia memiliki karakteristik yang membedakannya dengan negara lain. Di negara maju seperti Jepang dan Korea Selatan, penyuluhan digital telah terintegrasi dengan sistem smart farming yang memanfaatkan IoT, kecerdasan buatan, serta big data analytics untuk mendukung pengambilan keputusan secara preskriptif (Harayama, 2017; Rose and Chilvers, 2018). Hal ini sejalan dengan konsep Society 5.0, di mana teknologi bukan hanya sebagai alat bantu, tetapi menjadi ekosistem yang menyatu dengan keseharian petani (Fukuyama, 2020). Sebaliknya, di Indonesia adopsi digital masih terkendala oleh disparitas infrastruktur, literasi digital, serta keterbatasan kapasitas penyuluh. Data BPS (2024) menunjukkan bahwa sekitar 50% desa masih belum memiliki akses internet memadai, sehingga penerapan aplikasi digital dan sistem informasi berbasis web belum merata.

Implikasi ilmiah dari kajian ini adalah perlunya pengembangan kerangka teoretis baru yang menempatkan penyuluhan digital tidak sekadar sebagai proses komunikasi inovasi, melainkan sebagai sistem sosioteknis yang menghubungkan aktor (penyuluh, petani, pemerintah) dengan teknologi (IoT, aplikasi, media sosial, GIS). Hal ini membuka ruang bagi penelitian lanjutan mengenai bagaimana literasi digital, keterampilan komunikasi penyuluh, serta desain sistem informasi berkontribusi pada adopsi inovasi pertanian (Sugihono, Hariadi and Wastutiningsih, 2024). Selain itu, kajian ini juga memperlihatkan urgensi pendekatan lintas-disiplin yang menggabungkan perspektif teknologi, komunikasi, dan kebijakan publik.

Dari sisi praktis, temuan ini menegaskan bahwa digitalisasi penyuluhan di Indonesia harus dirancang secara inklusif dan adaptif terhadap kondisi lokal. Program literasi digital perlu diperkuat berbasis komunitas tani, sedangkan sistem informasi pertanian perlu mengintegrasikan kebutuhan spesifik petani seperti informasi pasar, prediksi cuaca, dan akses pembiayaan. Kontribusi kajian ini untuk Society 5.0 adalah dengan menunjukkan bahwa transformasi digital bukan hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga dapat mendorong terciptanya ekosistem pertanian cerdas yang human-centered. Dengan kata lain, digitalisasi penyuluhan dapat menjadi jembatan untuk mengurangi kesenjangan digital sekaligus memperkuat ketahanan pangan nasional dalam menghadapi dinamika global.

4. KESIMPULAN

Kajian literatur ini menegaskan bahwa transformasi penyuluhan pertanian berbasis teknologi digital merupakan kebutuhan mendesak bagi Indonesia untuk menjawab keterbatasan jumlah penyuluh, disparitas akses informasi, dan rendahnya literasi digital petani. Tujuh studi yang dianalisis menunjukkan bahwa media sosial, aplikasi berbasis web, IoT, dan sistem informasi digital mampu meningkatkan efektivitas komunikasi, mempercepat adopsi inovasi, dan mendorong produktivitas pertanian. Namun, hambatan yang konsisten muncul adalah kesenjangan infrastruktur digital, resistensi perilaku, dan kurangnya integrasi sistem antar lembaga. Dengan demikian, strategi yang direkomendasikan meliputi penguatan literasi digital petani dan penyuluh, pengembangan infrastruktur internet pedesaan, optimalisasi peran penyuluh sebagai agen perubahan menuju *Society 5.0*, serta integrasi data pertanian berbasis big data dan GIS. Secara teoretis, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan kerangka penyuluhan digital yang lebih adaptif, sedangkan secara praktis, hasil kajian ini dapat menjadi dasar kebijakan inklusif untuk memperkuat ketahanan pangan nasional dalam menghadapi era digital.

REFERENCES

- Badan Pusat Statistik (2024) *Statistik Telekomunikasi Indonesia 2024*.
- BPS Provinsi Jambi (2022) *Measuring Internet Connectivity in Jambi Province*. Available at: https://jambi.bps.go.id/en/news/2022/08/11/246/measuring-internet-connectivity-in-jambi-province.html?utm_source.
- Dewi, Y.A., Bahru, B.A. and Zeller, M. (2025) 'Performance of agricultural extension agents in Indonesia: evidence from a nationally representative survey', *Journal of Agricultural Education and Extension*, 31(4), pp. 527–553. Available at: <https://doi.org/10.1080/1389224X.2024.2407178>.
- Eza Safitri, Ernita Arif and Asmawi (2020) 'Penggunaan Media Sosial Dalam Penyuluhan Pertanian Di Kecamatan Tiumang Kabupaten Dharmasraya', *Jurnal Niara*, 13(2), pp. 92–101. Available at: <https://doi.org/10.31849/niara.v13i2.4852>.
- Fukuyama, B.M. (2020) 'Society 5.0: A people-centric super-smart society', *Society 5.0: A People-centric Super-smart Society*, (August), pp. 1–177. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-981-15-2989-4>.
- Harayama, Y. (2017) 'Society 5.0: Aiming for a New Human-centered Society - Japan's Science and Technology Policies for Addressing Global Social Challenges', *Hitachi Review*, 66(6), pp. 553–559.
- Hartono, R. (2025) *Penyuluh Pertanian ke Pusat, Swasembada pangan tercapai Cepat*. Available at: https://www.change.org/p/penyuluh-pertanian-ke-pusat-swasembada-pangan-tercapai-cepat?utm_source.
- Hernawati, E. et al. (2023) 'Pembuatan Konten Multimedia Untuk Penyuluhan Pertanian di Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) Limbangan', *I-Com: Indonesian Community Journal*, 3(3), pp. 990–998. Available at: <https://doi.org/10.33379/icom.v3i3.2854>.
- Mahaliyah, N.A. et al. (2021) 'INDIKATOR KESEJAHTERAAN RAKYAT 2022 tp s ht INDIKATOR KESEJAHTERAAN RAKYAT 2022 ht tp s ', *Journal of Web Librarianship*, 5(2), pp. 373–393. Available at: <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.p%0Ahttps://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/AP/article/view/7146/4874%0Ahttps://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jip/article/view/26872>.
- Putra, G.A. (2025) 'Pelatihan Literasi Digital Dalam Pemanfaatan Media Sosial Sebagai Media Penyuluhan Pertanian Yang Efektif Dan Efisien Bagi Petani', 4(6), pp. 470–478.
- Regency, B. et al. (2022) 'Digitalisasi Pertanian melalui Program Kostratani pada Agribisnis Padi Sawah di Kecamatan Barebbo Kabupaten Bone', (April), pp. 277–292.
- Rose, D.C. and Chilvers, J. (2018) 'Agriculture 4.0: Broadening Responsible Innovation in an Era of Smart Farming', *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2(December), pp. 1–7. Available at: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00087>.
- Sahputra, I., Yurni, I. and Agusniar, C. (2024) 'Pemanfaatan Teknologi Informasi Digital Untuk Meningkatkan Produktivitas Petani', 3(2), pp. 452–459.
- Sari, M. and Nurmala Sari, Y. (2025) 'Pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam Meningkatkan Efektivitas', *Jurnal Kolaboratif Sains*, 8(5), pp. 2658–2669. Available at: <https://doi.org/10.56338/jks.v8i5.7684>.
- Septiarini, A., Firmansyah, H. and Yulianti, M. (2024) 'Analisis Perilaku Anggota Kelompok Tani dalam Kegiatan Penyuluhan Pertanian Menggunakan Sistem Digitalisasi di Kota Banjarbaru', *Jurnal Agribisnis Pedesaan*, 6(1), pp. 35–46. Available at: <https://doi.org/10.20527/agrides.v6i1.20498>.
- Sirajuddin, Z. and Liskawati Kamba, P. (2021) 'Farmer's Perception on Information and Communication Technology Implementation in Agricultural Extension', *Jurnal Penyuluhan*, 17(2), pp. 136–144.

- Sugihono, C., Hariadi, S.S. and Wastutiningsih, S.P. (2024) 'Integrasi Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk Meningkatkan Layanan Penyuluhan Pertanian Integrating Information and Communication Technology to Enhance Agricultural Extension Services', 20(02), pp. 178–190.
- Triman Tapi, Mikhael and Yohanis Yan Makabori (2024) 'Transformasi Penyuluhan Pertanian Menuju Society 5.0: Analisis Peran Teknologi Informasi dan Komunikasi', *Journal of Sustainable Agriculture Extension*, 2(1), pp. 37–47. Available at: <https://doi.org/10.47687/josae.v2i1.820>.
- Umbara, D.S. *et al.* (2021) 'Persepsi Penyuluh Terhadap Strategi Komunikasi Dalam Pemanfaatan Media Informasi Di Era Digital Di Kabupaten Perception Of Extension Worker On Communication Strategies In The Utilization Of Information Media In The Digital Era In Tasikmalaya Regency Pendah', *Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 7(2), pp. 1502–1515.
- Umi, A. and Sudrajat, R. (2024) 'Peran Komunikasi Penyuluh Pertanian Dalam Mengenalkan Teknologi Digital Petani Apps Pada Pelaku', *Jrmdk*, 6(2), pp. 194–206.
- Yulianto (2023) *ST2023, Ini Peran Penyuluh Pertanian*. Available at: https://tabloidsinartani.com/detail/indeks/agri-penyuluhan/22513-ST2023-Ini-Peran-Penyuluh-Pertanian?utm_source.
- Zulvi, A.O. (2025) 'Sistem Informasi Penyuluhan Pertanian Berbasis Web pada Dinas Pertanian dan Perkebunan Provinsi Aceh Abstrak', 5(2).