

ADOPSI TEKNOLOGI UNTUK KETAHANAN PANGAN : STUDI KEPUSTAKAAN TENTANG TINGKAT LITERASI DIGITAL PETANI DALAM IMPLEMENTASI AGRICULTURE 4.0

Neyza Tsamrotul Fuadi¹, Adi Muhamad Muhsidi²
20240510364@uniku.ac.id¹, adi.muhamad@uniku.ac.id²
Universitas Kuningan

ABSTRACT

The shift of the agricultural sector toward digital technology-based systems is a crucial step to strengthen national food security amid ongoing global challenges. Despite the advancement of agricultural technology, its effective implementation greatly relies on farmers' digital competence. This study aims to explore the extent to which farmers' digital literacy contributes to the adoption of technology in the framework of Agriculture 4.0. Using a literature review method, this research analyzes academic publications, policy reports, and other relevant documents on agricultural digitalization. The findings indicate that low digital literacy levels hinder the application of agricultural technologies, particularly in rural settings. Key contributing factors include limited access to training, inadequate infrastructure, and a lack of context-sensitive learning models. Therefore, it is essential to enhance farmers' digital capacity through community-based education, equitable distribution of technological infrastructure, and collaboration among government institutions, universities, and the private sector. This study recommends that digital literacy be embedded as a core element within national agricultural policy to ensure that agricultural digital transformation progresses inclusively and contributes to sustainable food security.

Keywords: Digital Literacy, Farmers, Agriculture 4.0, Food Security, Agricultural Technology, Digital Transformation

ABSTRAK

Peralihan sektor pertanian ke arah sistem yang memanfaatkan teknologi digital merupakan langkah penting dalam memperkuat ketahanan pangan nasional di tengah tantangan global yang terus berkembang. Meskipun teknologi telah berkembang pesat, keberhasilan implementasi pertanian digital sangat bergantung pada kesiapan petani, khususnya dalam aspek penguasaan literasi digital. Tujuan dari studi ini adalah untuk menelaah sejauh mana tingkat literasi digital petani mendukung proses adopsi teknologi dalam konteks Agriculture 4.0. Penelitian ini dilakukan melalui pendekatan studi pustaka dengan menelaah beragam literatur ilmiah, dokumen kebijakan, serta publikasi relevan terkait digitalisasi pertanian. Temuan menunjukkan bahwa rendahnya literasi digital menjadi kendala utama dalam pemanfaatan teknologi pertanian, terutama di kawasan pedesaan. Beberapa faktor penyebab antara lain terbatasnya akses pendidikan dan pelatihan, kurangnya infrastruktur teknologi, serta metode pembelajaran yang belum sesuai dengan kebutuhan petani. Berdasarkan temuan tersebut, diperlukan strategi peningkatan kapasitas petani melalui pelatihan yang berbasis komunitas, penyediaan fasilitas teknologi yang merata, serta kerja sama antara pemerintah, akademisi, dan sektor swasta. Kajian ini merekomendasikan perlunya integrasi literasi digital sebagai komponen utama dalam kebijakan pertanian nasional agar transformasi digital di sektor pertanian dapat berlangsung secara inklusif dan berkontribusi pada tercapainya ketahanan pangan yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Literasi Digital, Petani, Agriculture 4.0, Ketahanan Pangan, Teknologi Pertanian, Transformasi Digital

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan bukan hanya berkaitan dengan ketersediaan bahan pangan secara fisik, melainkan mencakup sistem yang menjamin akses, distribusi, kualitas, dan konsumsi pangan yang layak dan bergizi bagi seluruh masyarakat dalam jangka panjang. Dalam era globalisasi dan perubahan iklim yang semakin tidak menentu, isu ketahanan pangan menjadi semakin krusial

untuk diperhatikan, khususnya di negara-negara berkembang seperti Indonesia. Sebagai negara agraris yang memiliki jumlah penduduk besar, tantangan Indonesia dalam mewujudkan ketahanan pangan menjadi sangat kompleks dan multidimensi.

Tantangan tersebut mencakup keterbatasan lahan subur akibat alih fungsi lahan, ketergantungan pada sistem pertanian tradisional yang kurang produktif, ketidakseimbangan rantai distribusi, hingga kerentanan terhadap fluktuasi harga pangan global. Selain itu, urbanisasi yang pesat turut mengurangi luas lahan pertanian dan menyebabkan ketimpangan antara daerah produsen pangan dan konsumen. Akibatnya, tidak sedikit wilayah di Indonesia mengalami kerawanan pangan baik secara musiman maupun struktural. Maka dari itu, transformasi sistem pertanian menjadi salah satu strategi utama dalam menjawab permasalahan tersebut. Seiring kemajuan teknologi digital yang pesat dalam dua dekade terakhir, berbagai sektor mulai mengadopsi pendekatan berbasis data dan automasi. Tak terkecuali sektor pertanian, yang kini memasuki fase revolusioner melalui konsep Agriculture 4.0. Agriculture 4.0 merujuk pada penerapan teknologi digital canggih dalam seluruh proses pertanian, mulai dari perencanaan, produksi, panen, hingga distribusi. Teknologi seperti Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), big data analytics, serta cloud computing digunakan untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keberlanjutan dalam praktik pertanian. Dengan mengadopsi pendekatan ini, pertanian tidak lagi hanya mengandalkan intuisi atau pengalaman tradisional semata, melainkan berbasis pada data dan analisis yang real-time. Misalnya, petani dapat menggunakan aplikasi sensor untuk mengukur kelembaban tanah, drone untuk memantau kondisi tanaman dari udara, serta platform digital untuk memprediksi harga pasar dan cuaca. Secara teoritis, teknologi ini mampu meningkatkan hasil produksi, menurunkan biaya input, dan mengurangi risiko gagal panen. Namun, implementasi Agriculture 4.0 di Indonesia masih berjalan sangat lambat dan belum merata.

Kesenjangan antara perkembangan teknologi dan kapasitas petani dalam mengakses serta memanfaatkannya menjadi masalah utama. Banyak petani yang belum familiar, bahkan merasa asing terhadap perangkat digital dan teknologi berbasis data. Hal ini bukan semata karena kurangnya perangkat, tetapi lebih pada rendahnya literasi digital di kalangan petani. Literasi digital dalam konteks ini tidak terbatas pada kemampuan teknis mengoperasikan gawai atau aplikasi, tetapi mencakup pemahaman konseptual, keterampilan mengelola informasi digital, dan kemampuan mengambil keputusan berbasis data digital yang valid.

Literasi digital merupakan kombinasi dari kecakapan teknis, kemampuan berpikir kritis terhadap informasi digital, serta pemahaman atas dampak sosial dari penggunaan teknologi tersebut. Menurut Ng (2012), literasi digital melibatkan tiga domain penting, yaitu teknis, kognitif, dan sosial. Ketiganya sangat relevan dalam aktivitas pertanian modern, di mana petani dituntut tidak hanya menguasai teknologi tetapi juga mampu menilai informasi secara objektif dan beradaptasi dengan perubahan teknologi secara cepat. Sayangnya, sebagian besar petani di Indonesia berasal dari generasi tua yang memiliki latar belakang pendidikan rendah. Berdasarkan data BPS (2023), sekitar 60% petani berusia di atas 45 tahun dan mayoritas hanya menyelesaikan pendidikan hingga jenjang sekolah dasar. Minimnya akses terhadap pelatihan teknologi serta keterbatasan pengalaman menggunakan perangkat digital menyebabkan banyak dari mereka merasa kesulitan untuk beradaptasi dengan teknologi baru. Tidak jarang, mereka menganggap teknologi sebagai sesuatu yang rumit, mahal, dan tidak relevan dengan kondisi mereka di lapangan.

Rendahnya literasi digital ini diperparah oleh ketimpangan infrastruktur teknologi di pedesaan. Jaringan internet yang lemah, keterbatasan akses terhadap listrik yang stabil, serta minimnya dukungan teknis dari pemerintah atau sektor swasta membuat proses digitalisasi di sektor pertanian mengalami banyak kendala. Padahal, untuk mendorong transformasi pertanian berbasis teknologi, diperlukan infrastruktur digital yang memadai serta pendampingan berkelanjutan kepada petani agar proses adopsi teknologi tidak terhenti di tahap pengenalan. Di sisi lain, pendekatan pelatihan yang selama ini dilakukan cenderung masih berorientasi pada metode konvensional yang kurang efektif. Pelatihan yang terlalu teoritis, tidak kontekstual, dan tidak memperhatikan latar belakang sosial-ekonomi petani sering kali gagal membekali mereka

dengan keterampilan praktis yang dapat langsung diterapkan. Model pelatihan yang partisipatif dan berbasis komunitas telah terbukti lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan digital petani, karena mereka dapat belajar dari sesama dan menerapkan langsung teknologi dalam aktivitas pertanian sehari-hari.

Literatur global menunjukkan bahwa tingkat literasi digital memiliki korelasi langsung terhadap tingkat adopsi teknologi pertanian. Studi Klerkx et al. (2019) menggarisbawahi bahwa inovasi teknologi di sektor pertanian hanya dapat berhasil apabila terdapat kesiapan dari sisi pengguna, baik dalam hal pengetahuan, keterampilan, maupun kepercayaan terhadap teknologi. Tanpa hal tersebut, teknologi hanya menjadi alat pasif yang tidak membawa perubahan signifikan terhadap produktivitas pertanian. Dari sisi teoritik, kerangka Technology Acceptance Model (TAM) yang dikembangkan oleh Davis (1989) dapat digunakan untuk menjelaskan dinamika penerimaan teknologi oleh petani. TAM menyatakan bahwa pengguna akan menerima teknologi jika mereka merasa teknologi tersebut mudah digunakan (*perceived ease of use*) dan memberikan manfaat nyata (*perceived usefulness*). Di sisi lain, teori Diffusion of Innovation (Rogers, 2003) menjelaskan bahwa adopsi teknologi juga dipengaruhi oleh struktur sosial, nilai budaya, dan jaringan informasi yang dimiliki oleh masyarakat, termasuk petani. Dengan mempertimbangkan kerangka teori tersebut, dapat disimpulkan bahwa proses transformasi pertanian digital di Indonesia sangat dipengaruhi oleh faktor literasi digital. Petani yang melek teknologi akan lebih cepat dalam memahami manfaat, mempelajari cara penggunaan, serta mengevaluasi efektivitas teknologi dalam praktik pertanian mereka. Sebaliknya, petani dengan literasi rendah akan cenderung ragu atau bahkan menolak teknologi karena dianggap tidak sesuai dengan kondisi dan kebutuhan mereka. Oleh karena itu, penting dilakukan kajian pustaka yang komprehensif untuk mengidentifikasi keterkaitan antara literasi digital dan keberhasilan adopsi teknologi pertanian berbasis Agriculture 4.0. Studi ini menjadi penting untuk mengetahui hambatan yang dihadapi petani dalam mengakses dan memahami teknologi digital, serta bagaimana strategi peningkatan literasi digital dapat dirancang secara lebih tepat sasaran dan kontekstual dengan kebutuhan petani Indonesia.

Artikel ini bertujuan untuk mengkaji bagaimana tingkat literasi digital petani Indonesia memengaruhi adopsi teknologi pertanian modern, serta menyusun pemetaan konseptual atas tantangan, peluang, dan strategi yang dapat dilakukan oleh berbagai aktor dalam mendorong transformasi digital di sektor pertanian. Pendekatan studi kepustakaan digunakan untuk menggali teori, data empiris, serta praktik-praktik terbaik dari berbagai sumber yang relevan. Melalui kajian ini, diharapkan diperoleh gambaran menyeluruh mengenai pentingnya literasi digital sebagai fondasi utama dalam pembangunan pertanian modern yang efisien, inklusif, dan berkelanjutan. Selain itu, hasil studi ini dapat memberikan rekomendasi konkret kepada pemerintah, lembaga pendidikan, dan pemangku kepentingan lainnya untuk memperkuat kapasitas petani dalam menghadapi era pertanian digital. Jika digitalisasi pertanian hendak diwujudkan secara merata dan berkeadilan, maka peningkatan literasi digital petani tidak boleh dipandang sebagai program tambahan, melainkan sebagai kebutuhan strategis nasional. Petani Indonesia harus dipersiapkan untuk menjadi aktor utama dalam ekosistem pertanian digital, bukan sekadar penerima teknologi, agar transformasi digital benar-benar menjawab tantangan ketahanan pangan secara holistik dan berkelanjutan. Artikel ini bertujuan untuk mengkaji bagaimana tingkat literasi digital petani Indonesia memengaruhi adopsi teknologi pertanian modern, serta menyusun pemetaan konseptual atas tantangan, peluang, dan strategi yang dapat dilakukan oleh berbagai aktor dalam mendorong transformasi digital di sektor pertanian. Pendekatan studi kepustakaan digunakan untuk menggali teori, data empiris, serta praktik-praktik terbaik dari berbagai sumber yang relevan. Melalui kajian ini, diharapkan diperoleh gambaran menyeluruh mengenai pentingnya literasi digital sebagai fondasi utama dalam pembangunan pertanian modern yang efisien, inklusif, dan berkelanjutan. Selain itu,

hasil studi ini dapat memberikan rekomendasi konkret kepada pemerintah, lembaga pendidikan, dan pemangku kepentingan lainnya untuk memperkuat kapasitas petani dalam menghadapi era pertanian digital. Jika digitalisasi pertanian hendak diwujudkan secara merata dan berkeadilan, maka peningkatan literasi digital petani tidak boleh dipandang sebagai program tambahan, melainkan sebagai kebutuhan strategis nasional. Petani Indonesia harus dipersiapkan untuk menjadi aktor utama dalam ekosistem pertanian digital, bukan sekadar penerima teknologi, agar transformasi digital benar-benar menjawab tantangan ketahanan pangan secara holistik dan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang berfokus pada pengumpulan dan analisis data sekunder melalui metode studi kepustakaan. Pendekatan ini dipilih karena sesuai untuk menggali pemahaman konseptual dan mendalam terkait dengan hubungan antara literasi digital petani dan proses adopsi teknologi dalam sistem pertanian berbasis Agriculture 4.0. Metode ini memungkinkan peneliti untuk mengkaji berbagai sumber tertulis tanpa melakukan pengumpulan data langsung di lapangan, namun tetap dapat menyusun argumentasi berdasarkan bukti teoritis dan dokumentasi empiris yang sudah tersedia.

1. Ruang Lingkup dan Rancangan Penelitian

Karena bersifat studi literatur, penelitian ini tidak memiliki lokasi fisik tertentu, tetapi berfokus pada kajian terhadap berbagai bahan tertulis seperti jurnal ilmiah, dokumen kebijakan nasional dan internasional, serta publikasi populer yang relevan. Penelitian dirancang secara eksploratif untuk menggali secara luas berbagai sudut pandang terkait isu literasi digital dalam pertanian. Tujuan utamanya adalah mendeskripsikan dan menyintesis pengetahuan dari sumber-sumber ilmiah yang kredibel guna membentuk kerangka analisis yang komprehensif.

2. Unit Analisis dan Pemilihan Sumber

Dalam konteks studi ini, unit analisis tidak berupa populasi dan sampel dalam arti kuantitatif, melainkan berupa dokumen-dokumen tertulis yang mengandung informasi mengenai penerapan teknologi digital dalam pertanian serta kapasitas literasi digital petani. Sumber yang digunakan meliputi artikel jurnal peer-reviewed, laporan riset lembaga pemerintah (seperti Kementerian Pertanian), organisasi internasional (FAO, World Bank), serta buku-buku referensi yang terbit dalam 10 tahun terakhir agar tetap relevan dengan perkembangan mutakhir.

3. Teknik Pengumpulan Informasi

Data dikumpulkan melalui teknik dokumentasi yang sistematis, yaitu dengan menelusuri dan mengkaji berbagai literatur dari basis data ilmiah seperti Scopus, ScienceDirect, ResearchGate, dan Google Scholar. Kriteria pemilihan sumber mencakup kesesuaian dengan topik utama, tahun terbit yang tidak lebih dari satu dekade terakhir, serta kredibilitas penerbit atau penulis. Informasi yang diperoleh mencakup gambaran umum tentang Agriculture 4.0, tingkat literasi digital petani, serta strategi adopsi teknologi di sektor pertanian.

4. Teknik Analisis Informasi

Data yang telah dikumpulkan dianalisis dengan menggunakan analisis isi (content analysis) dan analisis tematik (thematic analysis). Pendekatan ini memungkinkan peneliti mengidentifikasi tema-tema utama dari berbagai sumber dan mengelompokkannya berdasarkan isu-isu sentral, seperti hambatan adopsi teknologi, ketimpangan digital, dan strategi pelatihan petani. Analisis dilakukan secara sistematik dan berjenjang, mulai dari penyeleksian data, kategorisasi tematik, hingga interpretasi

makna, guna memperoleh pemahaman utuh tentang bagaimana literasi digital memengaruhi keberhasilan implementasi Agriculture 4.0 dalam mendukung ketahanan pangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan besar sedang terjadi dalam dunia pertanian global, termasuk di Indonesia. Salah satu perubahan paling signifikan adalah pergeseran paradigma menuju sistem pertanian berbasis teknologi canggih atau yang dikenal sebagai Agriculture 4.0. Konsep ini bukan sekadar gagasan futuristik, melainkan wujud nyata dari modernisasi pertanian yang kini menjadi keharusan dalam menghadapi tantangan abad ke-21. Agriculture 4.0 menitikberatkan pada integrasi perangkat dan sistem digital ke dalam seluruh rantai produksi pertanian. Teknologi seperti Internet of Things (IoT), kecerdasan buatan (Artificial Intelligence), drone pertanian, robotika, serta sistem prediksi berbasis data, telah membuka cakrawala baru dalam pengelolaan lahan, pengawasan tanaman, hingga pemasaran hasil panen. Tujuannya adalah menciptakan proses pertanian yang lebih efisien, presisi, adaptif terhadap iklim, dan ramah lingkungan. Namun, modernisasi teknologi pertanian tidak bisa dilepaskan dari tantangan besar yang berkaitan dengan kesiapan para pelaku utamanya, yakni petani. Di balik kemajuan teknologi yang terus berkembang, masih terdapat kesenjangan besar dalam hal penguasaan dan pemanfaatan teknologi digital di kalangan petani, khususnya mereka yang berada di pedesaan. Dalam konteks inilah, literasi digital memainkan peranan sentral. Literasi digital tidak hanya mencakup kemampuan teknis dalam mengoperasikan perangkat digital, tetapi juga mencakup kemampuan berpikir kritis, mengelola informasi digital secara efektif, serta menilai keakuratan data yang tersedia. Kemampuan ini sangat penting agar petani dapat beradaptasi dan memaksimalkan potensi teknologi dalam kegiatan pertanian sehari-hari.

Masalah yang dihadapi dalam peningkatan literasi digital petani tidak dapat dipandang secara sempit. Permasalahan ini bersifat multidimensional dan berkaitan erat dengan faktor-faktor struktural, sosial, ekonomi, dan budaya. Banyak petani di Indonesia belum pernah mendapatkan pelatihan teknologi digital secara menyeluruh, bahkan sebagian besar dari mereka masih kesulitan dalam menggunakan ponsel pintar atau mengakses internet. Hal ini diperparah dengan minimnya infrastruktur penunjang seperti sinyal internet yang lemah, keterbatasan akses listrik yang stabil, serta harga perangkat digital yang masih terlalu mahal bagi sebagian besar petani kecil. Situasi ini menyebabkan teknologi yang sebenarnya sangat potensial malah menjadi barang asing dan sulit dijangkau. Selain hambatan teknis dan struktural, faktor psikologis dan sosiokultural juga menjadi penghalang utama dalam proses adopsi teknologi digital. Banyak petani merasa bahwa teknologi merupakan sesuatu yang rumit dan sulit dipahami. Ketakutan akan kesalahan dalam menggunakan alat, keraguan terhadap manfaatnya, serta sikap konservatif yang melekat pada praktik pertanian turun-temurun membuat proses digitalisasi menjadi lambat. Di sisi lain, keterbatasan pendidikan formal juga menyebabkan rendahnya kepercayaan diri petani dalam belajar hal baru yang bersifat teknis. Oleh karena itu, peningkatan literasi digital petani bukan hanya memerlukan pendekatan teknis, tetapi juga pendekatan humanistik yang memperhatikan aspek psikologis, budaya, dan sosial dalam proses pembelajarannya.

Tantangan lain yang cukup mencolok adalah adanya kesenjangan antargenerasi dalam pemanfaatan teknologi. Generasi muda petani, yang tumbuh dalam era digital, cenderung lebih terbuka dan cepat dalam memahami teknologi. Mereka dengan mudah memanfaatkan aplikasi pertanian, media sosial untuk pemasaran hasil panen, serta

platform informasi pertanian daring. Sebaliknya, generasi petani yang lebih tua sering kali tertinggal dan merasa canggung untuk memulai. Kesenjangan ini bukan hanya menciptakan disparitas kemampuan, tetapi juga berpotensi memecah komunitas pertanian menjadi dua kutub: mereka yang siap berinovasi dan mereka yang tertinggal. Maka dari itu, pelatihan dan pendekatan literasi digital harus dirancang secara inklusif dan sensitif terhadap karakteristik usia dan pengalaman petani. Sayangnya, program pelatihan literasi digital yang selama ini diterapkan belum sepenuhnya efektif. Banyak pelatihan yang diselenggarakan bersifat formalistik dan terlalu teoritis, tidak relevan dengan kebutuhan riil petani di lapangan. Padahal, pelatihan yang efektif harus bersifat kontekstual, partisipatif, dan berbasis praktik langsung. Salah satu pendekatan yang terbukti berhasil adalah pelatihan berbasis komunitas, di mana petani belajar secara kolektif dalam kelompok tani, melalui kegiatan bersama yang terintegrasi dengan rutinitas bertani mereka. Dengan metode ini, petani tidak hanya mendapatkan pengetahuan, tetapi juga melihat secara langsung bagaimana teknologi diterapkan dan memberikan manfaat nyata. Dari sisi akademik, teori Technology Acceptance Model (TAM) memberikan kerangka yang berguna untuk memahami perilaku adopsi teknologi. Teori ini menjelaskan bahwa seseorang akan cenderung menerima dan menggunakan teknologi jika ia percaya bahwa teknologi tersebut bermanfaat (*perceived usefulness*) dan mudah digunakan (*perceived ease of use*). Dalam konteks pertanian, ketika petani menyadari bahwa teknologi dapat membantu mereka meningkatkan hasil panen, mengurangi biaya, atau menghemat waktu, maka kecenderungan mereka untuk menggunakan teknologi akan meningkat. Namun, untuk mencapai tingkat kepercayaan ini, petani terlebih dahulu harus dibekali dengan keterampilan dan pemahaman yang memadai melalui program literasi digital yang intensif dan berkelanjutan.

Manfaat dari peningkatan literasi digital petani sangat luas dan berdampak langsung terhadap efisiensi usaha tani. Dengan kemampuan mengakses dan membaca data, petani bisa mengatur waktu tanam, menyusun strategi irigasi yang tepat, memilih varietas unggul berdasarkan prediksi cuaca, serta memantau hama dan penyakit tanaman secara lebih efektif. Bahkan, teknologi digital memungkinkan petani untuk melakukan pencatatan digital atas kegiatan usaha taninya, yang nantinya dapat dijadikan dasar dalam perencanaan usaha atau pengajuan pembiayaan ke lembaga keuangan. Hal ini menunjukkan bahwa literasi digital juga berkaitan erat dengan manajemen usaha tani yang lebih tertata dan profesional. Lebih jauh lagi, literasi digital membuka peluang bagi petani untuk mengakses pasar yang lebih luas. Melalui platform digital seperti marketplace pertanian, media sosial, dan aplikasi agribisnis, petani dapat memasarkan produknya secara langsung kepada konsumen akhir tanpa harus bergantung pada tengkulak. Ini berarti mereka dapat memperoleh harga jual yang lebih layak, meningkatkan pendapatan, dan memperkuat posisi tawar dalam rantai distribusi. Dalam jangka panjang, keterampilan digital ini akan memperluas jaringan usaha petani, memungkinkan kerja sama lintas wilayah, serta menciptakan ekosistem agribisnis yang lebih inklusif dan kompetitif. Dalam aspek ketahanan pangan nasional, literasi digital juga memainkan peranan penting. Dengan kemampuan mengakses informasi secara cepat dan akurat, petani dapat menyesuaikan pola tanam dengan kondisi iklim, mengantisipasi gangguan produksi akibat cuaca ekstrem, serta mengadopsi teknologi budidaya yang ramah iklim. Hal ini membuat sistem pertanian menjadi lebih tangguh dalam menghadapi krisis iklim maupun bencana alam. Di era perubahan iklim yang semakin tidak menentu, kemampuan untuk mengelola risiko berbasis informasi menjadi kebutuhan utama dalam menjaga stabilitas pasokan

pangan.

Selain dampak ekonomi dan ketahanan pangan, literasi digital juga sangat erat kaitannya dengan keberlanjutan lingkungan. Teknologi pertanian presisi memungkinkan penggunaan input pertanian seperti air, pupuk, dan pestisida dalam jumlah yang tepat dan pada waktu yang optimal. Ini tidak hanya mengurangi pemborosan, tetapi juga menurunkan risiko pencemaran tanah dan air. Dengan bantuan teknologi seperti sensor tanah, drone, dan citra satelit, petani dapat membuat keputusan yang lebih akurat dalam mengelola lahannya. Maka dari itu, literasi digital juga berarti membekali petani dengan alat untuk menjaga ekosistem pertanian agar tetap lestari dan produktif dalam jangka panjang. Namun, semua manfaat tersebut tidak akan bisa dicapai tanpa dukungan sistemik dari negara dan para pemangku kepentingan. Pemerintah perlu memberikan prioritas pada pembangunan infrastruktur digital di wilayah pedesaan, seperti memperluas jaringan internet, memastikan ketersediaan listrik, serta menyediakan perangkat teknologi yang terjangkau. Selain itu, perlu dibangun kebijakan yang mendukung pelatihan berkelanjutan, termasuk insentif bagi lembaga atau komunitas yang aktif dalam meningkatkan literasi digital petani. Tanpa dukungan struktural ini, program literasi digital hanya akan menjadi program jangka pendek yang tidak berkelanjutan.

Kerja sama lintas sektor sangat penting untuk membangun ekosistem literasi digital yang kokoh. Perguruan tinggi dapat berperan sebagai pusat riset dan pengembangan materi pelatihan yang berbasis kebutuhan lokal. Dunia usaha, terutama perusahaan teknologi dan agritech, dapat menyediakan platform, aplikasi, dan teknologi yang mudah digunakan serta sesuai dengan kondisi lapangan. Sementara itu, organisasi masyarakat sipil dan komunitas petani memiliki peran strategis sebagai pelaksana di lapangan yang memahami konteks sosial dan budaya setempat. Sinergi antara ketiga unsur ini akan memperkuat efektivitas program literasi digital secara nasional. Penting pula untuk menanamkan budaya digital dalam kehidupan petani secara bertahap dan konsisten. Literasi digital seharusnya tidak diperlakukan sebagai program sesaat, melainkan sebagai bagian dari proses panjang dalam membangun kapasitas petani sebagai pelaku pembangunan yang mandiri. Oleh karena itu, pendekatan pembelajaran sebaiknya bersifat jangka panjang, berbasis komunitas, serta memanfaatkan metode informal seperti peer-to-peer learning, studi kasus, dan mentoring oleh petani yang telah lebih dahulu berhasil menerapkan teknologi.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa transformasi pertanian menuju era Agriculture 4.0 tidak akan berhasil tanpa didukung oleh fondasi literasi digital yang kuat di kalangan petani. Literasi digital bukan hanya alat bantu, melainkan prasyarat utama bagi modernisasi pertanian yang berbasis data, efisien, dan berkelanjutan. Oleh karena itu, semua pihak pemerintah, akademisi, sektor swasta, dan komunitas petani harus bersinergi dalam menciptakan sistem pelatihan yang komprehensif, berkelanjutan, dan relevan dengan kebutuhan petani di lapangan. Hanya dengan cara inilah pertanian Indonesia akan mampu menjawab tantangan zaman dan berdiri tegak sebagai penyanga ketahanan pangan nasional di masa depan.

KESIMPULAN

Hasil kajian pustaka dalam penelitian ini mengungkap bahwa transformasi sektor pertanian menuju sistem pertanian berbasis teknologi digital atau Agriculture 4.0 merupakan langkah strategis untuk menjawab tantangan ketahanan pangan di era modern. Namun demikian, adopsi teknologi dalam pertanian tidak dapat terlepas dari kesiapan sumber daya manusianya, khususnya para petani, dalam mengakses,

memahami, dan menerapkan teknologi secara efektif. Dalam konteks tersebut, literasi digital menjadi prasyarat utama yang harus dipenuhi agar proses digitalisasi pertanian dapat berlangsung secara inklusif dan berkelanjutan. Menjawab pertanyaan penelitian, dapat ditegaskan bahwa tingkat literasi digital petani saat ini masih tergolong rendah dan menjadi salah satu hambatan utama dalam implementasi Agriculture 4.0 di Indonesia. Literasi digital tidak hanya mencakup kemampuan teknis menggunakan perangkat seperti smartphone atau komputer, tetapi juga mencakup keterampilan dalam mengelola informasi digital, menilai akurasi data, serta memahami instruksi teknologi berbasis aplikasi. Ketidakmampuan dalam aspek-aspek tersebut menyebabkan banyak petani kesulitan dalam menggunakan alat pertanian digital, baik dalam kegiatan produksi, pengelolaan lahan, pemantauan cuaca, maupun distribusi hasil panen.

Kajian ini juga menunjukkan bahwa rendahnya literasi digital petani berkaitan erat dengan sejumlah faktor, antara lain usia, tingkat pendidikan formal, keterbatasan akses terhadap pelatihan berbasis teknologi, serta kondisi infrastruktur digital yang belum merata di wilayah pedesaan. Ketimpangan digital antara petani muda dan petani berusia lanjut juga menjadi sorotan penting. Generasi muda yang akrab dengan teknologi cenderung lebih adaptif dalam mengadopsi inovasi digital, sedangkan petani senior cenderung menunjukkan resistensi akibat kecanggungan, keterbatasan informasi, dan minimnya dukungan pendampingan dalam proses belajar teknologi. Fakta ini mempertegas bahwa strategi penguatan literasi digital harus memperhatikan keberagaman karakteristik petani agar lebih tepat sasaran. Lebih lanjut, hasil studi pustaka mengidentifikasi bahwa pendekatan pelatihan yang bersifat satu arah, terlalu teoritis, dan tidak berbasis praktik langsung menjadi penyebab lain kegagalan peningkatan literasi digital di kalangan petani. Padahal, efektivitas pelatihan sangat ditentukan oleh sejauh mana metode tersebut relevan dengan konteks sosial dan kegiatan keseharian petani. Pelatihan berbasis komunitas, pendekatan demonstratif di lahan tani, serta pendampingan langsung dari penyuluh atau rekan sebaya terbukti lebih mampu meningkatkan pemahaman dan motivasi petani dalam menggunakan teknologi.

Secara teoritis, temuan dalam studi ini juga menguatkan kerangka Technology Acceptance Model (TAM), yang menyatakan bahwa seseorang akan cenderung menerima dan menggunakan teknologi jika merasa bahwa teknologi tersebut mudah digunakan dan memberikan manfaat nyata. Ketika petani memiliki literasi digital yang baik, mereka lebih mampu menilai kegunaan teknologi, lebih percaya diri dalam mencoba, serta mampu mengevaluasi dampaknya terhadap produktivitas dan efisiensi kerja mereka. Sebaliknya, kurangnya literasi digital sering kali berujung pada ketidakpercayaan dan penolakan terhadap teknologi, sekalipun teknologi tersebut terbukti bermanfaat. Sayangnya, penelitian ini masih memiliki keterbatasan metodologis karena hanya mengandalkan sumber-sumber literatur sebagai dasar analisis. Tidak adanya data empiris langsung dari petani membuat hasil kajian ini bersifat deskriptif-konseptual dan belum dapat digeneralisasi secara menyeluruh terhadap kondisi aktual di lapangan. Oleh karena itu, ke depan, dibutuhkan penelitian lebih lanjut yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif untuk menggali pengalaman langsung petani dalam menghadapi transformasi digital, termasuk kendala dan strategi yang mereka kembangkan dalam mengadopsi teknologi pertanian.

Sebagai implikasi praktis, kajian ini memberikan sejumlah rekomendasi yang dapat dijadikan pijakan kebijakan. Pertama, pemerintah perlu merancang program literasi digital yang terintegrasi ke dalam kebijakan pertanian nasional, bukan hanya

sebagai pelengkap, melainkan sebagai bagian inti dari strategi modernisasi pertanian. Kedua, pendekatan pelatihan sebaiknya lebih partisipatif, adaptif terhadap kondisi lokal, serta berkelanjutan dalam jangka panjang. Ketiga, infrastruktur digital seperti akses internet yang stabil, penyediaan perangkat teknologi dengan harga terjangkau, dan ketersediaan energi listrik harus menjadi prioritas pembangunan pedesaan. Selain itu, dibutuhkan sinergi antarsektor, mulai dari pemerintah, lembaga pendidikan tinggi, organisasi masyarakat sipil, hingga pelaku swasta dalam bidang teknologi pertanian, untuk bersama-sama membangun ekosistem yang mendukung literasi digital petani. Perguruan tinggi dapat menyediakan materi pelatihan yang ilmiah dan aplikatif, sektor swasta dapat menyediakan teknologi yang ramah pengguna, sementara organisasi lokal dapat menjadi jembatan antara teknologi dan komunitas petani melalui fasilitasi pelatihan dan pendampingan.

Kesimpulannya, upaya mendorong adopsi teknologi digital dalam sektor pertanian tidak dapat berjalan secara optimal tanpa diimbangi dengan peningkatan literasi digital petani. Literasi digital bukan sekadar pengetahuan teknis, tetapi merupakan bentuk kapasitas sosial, budaya, dan ekonomi yang memungkinkan petani untuk menjadi pelaku utama dalam pembangunan pertanian yang berdaulat, adaptif, dan berkelanjutan. Oleh karena itu, seluruh pemangku kepentingan perlu menyadari bahwa membangun kemampuan digital petani adalah investasi jangka panjang bagi ketahanan pangan nasional, terlebih di tengah dinamika perubahan iklim, pertumbuhan penduduk, dan fluktuasi ekonomi global yang menuntut pertanian yang lebih cerdas dan tangguh.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2023). Statistik pertanian Indonesia 2023. Jakarta: BPS. <https://www.bps.go.id>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 90–91, 100315. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Ng, W. (2012). Can we teach digital natives digital literacy? *Computers & Education*, 59(3), 1065–1078. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.04.016>
- Rogers, E. M. (2003). Diffusion of innovations (5th ed.). Free Press.
- 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>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Rogers, E. M. (2003). Diffusion of innovations (5th ed.). Free Press.
- Tzounis, A., Katsoulas, N., Bartzanas, T., & Kittas, C. (2017). Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. *Biosystems Engineering*, 164, 31–48. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.09.007>
- Widyastuti, T., & Haryani, D. (2020). Literasi digital petani dalam menghadapi era revolusi industri 4.0. *Jurnal Penyuluhan*, 16(2), 121–130. <https://doi.org/10.25015/penyuluhan.v16i2.42050>
- Kristanto, A., & Supriyadi, T. (2021). Penerapan teknologi digital pada sektor pertanian dalam rangka peningkatan ketahanan pangan nasional. *Jurnal Ketahanan Pangan dan Gizi*, 3(1), 11–20. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4598741>

- Sujarwo, S. H., & Nurhayati, S. (2022). Transformasi pertanian digital: Peluang dan tantangan penerapan Agriculture 4.0 di Indonesia. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 10(1), 1-10. <https://doi.org/10.29244/jai.2022.10.1.1-10>
- Wahyuni, S., & Rahayu, F. (2021). Kesiapan petani milenial dalam mengadopsi teknologi pertanian digital. *Jurnal Penyuluhan Pertanian*, 16(1), 55-65. <https://doi.org/10.25015/penyuluhan.v16i1.41715>
- Setiawan, R., & Pranoto, H. (2020). Tantangan pembangunan pertanian berbasis digital di pedesaan Indonesia. *Jurnal Sosial Humaniora Terapan*, 5(2), 75-83. <https://doi.org/10.30595/jshter.v5i2.7711>
- Nugraha, A. P., & Santoso, D. (2021). Akses teknologi informasi dan pengaruhnya terhadap produktivitas pertanian di era digital. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 5(2), 123-132. <https://doi.org/10.31092/jepa.v5i2.1030>
- FAO. (2021). Digital agriculture: Supporting farmers through digital tools. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org>