

Pemanfaatan Smart Farming Berbasis Big Data pada Agribisnis Stroberi Sarangan

Reni Jasmin Ardiana Indradiartha¹, Ari Ayu Regina Putri²

¹Sosial Ekonomi Pertanian, Universitas Doktor Nugroho Magetan, renijasmin@udn.ac.id

²Sosial Ekonomi Pertanian, Universitas Doktor Nugroho Magetan

Keywords:

Smart Farming,
Big Data,
Strawberry Agribusiness,
Digital Agriculture,
Agrotourism

ABSTRACT

Digital transformation in agriculture has accelerated the adoption of Smart Farming and big data technologies to improve efficiency, productivity, and competitiveness in horticultural agribusiness. This study aims to analyze the utilization of big data-based Smart Farming in strawberry agribusiness at Lumbung Stroberi Sarangan, Ngerong Village, Magetan Regency. A descriptive qualitative approach supported by a digital readiness index was employed. Data were collected through field observations, semi-structured interviews, document analysis, and questionnaires involving farm managers, cultivation workers, marketing personnel, local stakeholders, and consumers. Data analysis was conducted through data reduction, thematic coding, source triangulation, digital readiness assessment, and SWOT analysis. The results indicate that Smart Farming practices have been implemented through digital communication, production recording, crop documentation, and social media-based marketing. However, the integration of big data remains limited due to fragmented data storage, the absence of standardized recording systems, and the lack of analytical dashboards. The digital readiness index achieved an average score of 2.44 (moderate), with the highest score in digital device availability (2.88) and the lowest score in institutional support and data governance (2.10). The study recommends strengthening data governance, improving digital literacy, integrating environmental sensors, and developing data-driven dashboards to support sustainable decision-making in strawberry agribusiness.

Kata Kunci:

Smart Farming,
Big Data,
Agribisnis Stroberi,
Pertanian Digital,
Agroeduwisata

ABSTRAK

Transformasi digital pada sektor pertanian mendorong penerapan Smart Farming berbasis big data sebagai strategi untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan daya saing agribisnis hortikultura. Penelitian ini bertujuan menganalisis pemanfaatan Smart Farming berbasis big data pada agribisnis stroberi di Lumbung Stroberi Sarangan, Desa Ngerong, Kabupaten Magetan. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan dukungan pengukuran indeks kesiapan digital. Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara semi-terstruktur, studi dokumentasi, dan kuesioner kepada pengelola, pekerja budidaya, pelaku pemasaran, perangkat desa, serta konsumen. Analisis data dilakukan melalui reduksi data, pengkodean tematik, triangulasi sumber, perhitungan indeks kesiapan digital, dan analisis SWOT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan Smart Farming telah dilakukan melalui penggunaan perangkat digital untuk komunikasi, pencatatan produksi, dokumentasi tanaman, serta pemasaran berbasis media sosial. Namun, sistem big data belum terintegrasi secara optimal karena data masih tersebar, belum memiliki standar pencatatan yang seragam, dan belum didukung dashboard analitik. Indeks kesiapan digital memperoleh skor rata-rata 2,44 yang termasuk kategori cukup, dengan skor tertinggi pada ketersediaan perangkat digital (2,88) dan skor terendah pada dukungan kelembagaan serta tata kelola data (2,10). Penguatan sistem direkomendasikan melalui standarisasi data, peningkatan literasi digital,

integrasi sensor lingkungan, dan pengembangan dashboard berbasis data untuk mendukung pengambilan keputusan agribisnis stroberi yang berkelanjutan.

Korespondensi Penulis:

Reni Jasmin Ardiana Indradiartha,
Universitas Doktor Nugroho Magetan, Jl. Sendang Kamal No.
50 Karaton, Kec. Maospati, Kab. Magetan, Prov. Jawa Timur
Telepon : + 62813 3080 1382
Email: renijasmin@udn.ac.id

Submitted : 02-06-2026; Accepted : 15-06-2026;

Published : 15-06-2026

Copyright (c) 2026 The Author (s) This article is distributed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0)

1. PENDAHULUAN

Transformasi digital telah menjadi salah satu pendorong utama perubahan pada sektor pertanian global. Perkembangan teknologi informasi, Internet of Things (IoT), kecerdasan buatan, komputasi awan, dan analitik data memungkinkan aktivitas pertanian dilakukan secara lebih presisi, efisien, dan berbasis informasi. Konsep Smart Farming muncul sebagai pendekatan baru yang memanfaatkan integrasi teknologi digital untuk mendukung proses pengambilan keputusan dalam usaha tani. Smart Farming tidak hanya berorientasi pada penggunaan perangkat teknologi, tetapi juga pada kemampuan mengumpulkan, mengelola, dan menganalisis data yang dihasilkan dari berbagai aktivitas pertanian sehingga dapat meningkatkan produktivitas, efisiensi penggunaan sumber daya, dan keberlanjutan usaha pertanian [1], [2].

Penerapan Smart Farming semakin relevan pada komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan tingkat sensitivitas yang besar terhadap perubahan lingkungan. Salah satu komoditas tersebut adalah stroberi. Tanaman stroberi membutuhkan kondisi agroklimat yang spesifik karena sangat dipengaruhi oleh suhu, kelembapan, intensitas cahaya, serta ketersediaan air. Perubahan kecil pada faktor lingkungan dapat berdampak pada kualitas buah, produktivitas tanaman, dan tingkat serangan penyakit. Oleh karena itu, pengelolaan stroberi membutuhkan sistem pemantauan dan pengambilan keputusan yang lebih akurat dibandingkan pendekatan budidaya konvensional yang hanya mengandalkan pengalaman petani [3], [4].

Perkembangan teknologi digital memungkinkan berbagai parameter budidaya dapat dipantau secara real-time melalui sensor dan perangkat berbasis IoT. Data yang dihasilkan kemudian dapat diolah menjadi informasi yang berguna untuk menentukan waktu penyiraman, pemupukan, pengendalian penyakit, maupun prediksi panen. Integrasi antara sensor, perangkat bergerak, dan analitik data menjadi fondasi utama dalam implementasi Smart Farming modern [5]. Bahkan, pemanfaatan kecerdasan buatan dan machine learning telah membuka peluang untuk melakukan prediksi produktivitas, identifikasi penyakit tanaman, dan optimalisasi penggunaan input pertanian secara lebih efektif [6].

Dalam konteks agribisnis, transformasi digital tidak hanya terjadi pada proses budidaya tetapi juga pada rantai nilai secara keseluruhan. Data yang berasal dari kegiatan produksi dapat diintegrasikan dengan data pemasaran, distribusi, perilaku konsumen, serta aktivitas wisata sehingga menghasilkan sistem pengelolaan usaha yang lebih adaptif terhadap perubahan pasar. Konsep big data dalam agribisnis mengacu pada kemampuan mengelola data yang memiliki volume, variasi, dan kecepatan tinggi sehingga mampu menghasilkan informasi yang bernilai bagi pengambilan keputusan [7]. Pemanfaatan big data memungkinkan pelaku agribisnis melakukan perencanaan produksi yang lebih tepat, mengurangi risiko ketidaksesuaian antara pasokan dan permintaan, serta meningkatkan efisiensi operasional usaha [8].

Lumbung Stroberi Sarangan di Desa Ngerong, Kabupaten Magetan, merupakan salah satu unit agribisnis hortikultura yang memiliki karakteristik unik karena mengintegrasikan kegiatan budidaya stroberi dengan agroeduwisata. Keberadaan kawasan wisata Sarangan memberikan peluang pasar yang besar bagi pengembangan usaha stroberi, baik dalam bentuk penjualan buah segar, produk olahan, maupun layanan wisata petik buah. Namun demikian, tingginya ketergantungan terhadap kunjungan wisatawan menyebabkan kebutuhan akan sistem pengelolaan usaha yang responsif terhadap perubahan permintaan pasar. Ketersediaan data produksi, panen, kunjungan wisata, dan perilaku konsumen menjadi faktor penting dalam mendukung pengambilan keputusan yang efektif.

Berdasarkan observasi awal dan keterangan pengelola, unit usaha ini mengelola area budidaya dan layanan agroeduwisata sekitar 0,75 ha dengan kapasitas panen rata-rata sekitar 20-35 kg stroberi per hari pada periode panen produktif. Kapasitas tersebut bersifat fluktuatif karena dipengaruhi umur tanaman, kondisi cuaca, ketersediaan tenaga kerja, dan intensitas kunjungan wisatawan. Masalah operasional utama yang dihadapi pengelola adalah belum terintegrasinya catatan produksi, data panen, permintaan wisata petik, stok buah siap jual, serta aktivitas promosi digital. Akibatnya, pengelola sering mengalami kesulitan menyelaraskan jadwal panen dengan lonjakan kunjungan wisata, memprediksi kebutuhan stok untuk akhir pekan atau hari libur, dan mengevaluasi hubungan antara kondisi tanaman, hasil panen, dan penjualan. Kondisi ini menunjukkan adanya operational bottleneck pada tata kelola data sehingga penerapan Smart Farming berbasis big data menjadi kebutuhan yang mendesak.

Hasil berbagai penelitian menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi Smart Farming tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan teknologi, tetapi juga oleh kualitas data, literasi digital pengguna, kesiapan organisasi, dan dukungan kelembagaan [9], [10]. Banyak usaha pertanian skala kecil dan menengah telah menggunakan perangkat digital untuk komunikasi dan promosi, tetapi belum mampu mengintegrasikan data yang dimiliki menjadi sistem informasi yang mendukung pengambilan keputusan secara komprehensif. Kondisi tersebut menyebabkan potensi manfaat teknologi digital belum dapat dimanfaatkan secara optimal.

Selain itu, pemanfaatan teknologi digital dalam pertanian juga menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan infrastruktur jaringan, rendahnya kemampuan analisis data, biaya investasi teknologi, serta isu keamanan dan privasi data. Sistem pertanian berbasis IoT memiliki kerentanan terhadap ancaman keamanan siber karena melibatkan sensor, jaringan komunikasi, dan platform penyimpanan data yang saling terhubung [11]. Oleh karena itu, pengembangan Smart Farming harus memperhatikan aspek tata kelola data, keamanan informasi, dan keberlanjutan sistem agar dapat memberikan manfaat jangka panjang bagi pelaku agribisnis.

Kajian mengenai Smart Farming selama ini lebih banyak berfokus pada pengembangan teknologi, sensor, maupun sistem otomatisasi pertanian. Sementara itu, penelitian yang menyoroti pemanfaatan data sebagai instrumen pengambilan keputusan pada agribisnis hortikultura lokal, khususnya yang terintegrasi dengan agroeduwisata, masih relatif terbatas. Padahal, pemahaman mengenai bagaimana data dikumpulkan, dikelola, dan dimanfaatkan oleh pelaku usaha menjadi faktor penting dalam menentukan keberhasilan transformasi digital di sektor pertanian [12].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan Smart Farming berbasis big data pada agribisnis stroberi di Lumbung Stroberi Sarangan. Fokus penelitian diarahkan pada identifikasi bentuk pemanfaatan teknologi digital, analisis jenis data yang digunakan dalam kegiatan agribisnis, evaluasi tingkat kesiapan digital, serta perumusan strategi penguatan Smart Farming berbasis big data yang sesuai dengan karakteristik lokal. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik dalam pengembangan kajian agribisnis digital sekaligus menjadi rekomendasi praktis bagi pengelola usaha, pemerintah daerah, dan lembaga pendamping dalam mendorong transformasi digital yang berkelanjutan pada sektor hortikultura.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan dukungan pengukuran indeks kesiapan digital untuk menganalisis pemanfaatan Smart Farming berbasis big data pada agribisnis stroberi di Lumbung Stroberi Sarangan, Desa Ngerong, Kabupaten Magetan. Pendekatan kualitatif dipilih karena mampu memberikan pemahaman yang mendalam mengenai praktik penggunaan teknologi digital, pengelolaan data, hambatan implementasi, serta strategi penguatan Smart Farming dalam konteks agribisnis lokal [13], [14]. Pendekatan ini juga relevan untuk mengkaji transformasi digital pertanian yang melibatkan aspek teknologi, manusia, organisasi, dan lingkungan secara simultan [9].

Jenis penelitian yang digunakan adalah studi kasus. Metode studi kasus memungkinkan peneliti melakukan eksplorasi secara komprehensif terhadap fenomena pemanfaatan teknologi digital pada satu unit agribisnis tertentu sehingga hubungan antara teknologi, data, dan pengambilan keputusan dapat diamati secara mendalam [10], [15]. Pemilihan Lumbung Stroberi Sarangan dilakukan secara purposive karena lokasi tersebut mengintegrasikan kegiatan budidaya stroberi, pemasaran produk hortikultura, serta agroeduwisata yang memiliki potensi pengembangan Smart Farming berbasis data.

Penelitian dilaksanakan pada periode September hingga Oktober 2024. Unit analisis penelitian mencakup sistem pemanfaatan Smart Farming yang terdiri atas perangkat digital, sumber data, pengguna teknologi, alur pengelolaan informasi, serta keputusan agribisnis yang dihasilkan. Informan wawancara berjumlah 12 orang, terdiri atas 2 pengelola kebun, 5 pekerja budidaya, 2 petugas pemasaran/media sosial, 2 perangkat desa atau pendamping lokal, dan 1 staf administrasi yang menangani dokumen produksi serta penjualan. Responden kuesioner kesiapan digital berjumlah 20 orang, yaitu 12 informan internal/pemangku kepentingan tersebut dan 8 konsumen atau pengunjung agroeduwisata yang dipilih secara purposive-insidental karena berinteraksi langsung dengan layanan digital, promosi, dan pembelian produk stroberi. Komposisi responden tersebut digunakan untuk memperoleh gambaran yang berimbang mengenai kesiapan teknologi dari sisi pengelola usaha, pelaksana budidaya, pemasaran, pendamping lokal, dan pengguna layanan.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara semi-terstruktur, studi dokumentasi, dan kuesioner kesiapan digital. Observasi digunakan untuk mengidentifikasi kondisi budidaya, penggunaan perangkat digital, aktivitas pemasaran, serta praktik pencatatan data yang berlangsung di lapangan. Wawancara semi-terstruktur dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai persepsi manfaat teknologi, pengalaman penggunaan data, kendala implementasi, dan kebutuhan pengembangan sistem digital. Studi dokumentasi dilakukan terhadap catatan produksi, arsip penjualan, dokumentasi visual, media sosial, dan dokumen pendukung lainnya. Kombinasi berbagai teknik pengumpulan data tersebut digunakan untuk meningkatkan kedalaman informasi dan mendukung proses triangulasi data [16], [17].

Instrumen penelitian terdiri atas pedoman observasi, pedoman wawancara, lembar telaah dokumen, dan kuesioner kesiapan digital. Kuesioner disusun berdasarkan lima dimensi utama yang sering digunakan dalam evaluasi transformasi digital pertanian, yaitu ketersediaan perangkat digital, kualitas pencatatan data, kapasitas sumber daya

manusia, infrastruktur jaringan, dan dukungan kelembagaan [18], [19]. Setiap indikator diberikan skor menggunakan skala empat tingkat, yaitu rendah (1), cukup (2), baik (3), dan sangat baik (4). Penggunaan indeks kesiapan digital dimaksudkan untuk memberikan gambaran terstruktur mengenai tingkat kesiapan organisasi dalam mengimplementasikan Smart Farming berbasis big data [20].

Analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan. Data hasil wawancara, observasi, dan dokumentasi terlebih dahulu direduksi, dikategorikan, dan dikodekan berdasarkan tema-tema utama yang meliputi perangkat digital, jenis data, kualitas data, pemanfaatan informasi, hambatan implementasi, dan strategi pengembangan. Selanjutnya, data disusun dalam matriks tematik untuk mengidentifikasi hubungan antarindikator dan menemukan pola yang muncul dari hasil penelitian. Pendekatan ini banyak digunakan dalam penelitian Smart Farming karena mampu menjelaskan keterkaitan antara aspek teknologi dan manajemen agribisnis secara komprehensif [4], [21].

Pengukuran indeks kesiapan digital dilakukan dengan menghitung rata-rata skor pada setiap dimensi yang diamati. Nilai indeks dikategorikan menjadi empat tingkat, yaitu rendah (1,00–1,75), cukup (1,76–2,50), baik (2,51–3,25), dan sangat baik (3,26–4,00). Hasil pengukuran digunakan sebagai alat bantu interpretasi untuk menggambarkan posisi kesiapan digital agribisnis stroberi dalam mengadopsi teknologi berbasis data [22], [23].

Selain analisis tematik dan indeks kesiapan digital, penelitian ini menggunakan analisis SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) untuk merumuskan strategi penguatan Smart Farming berbasis big data. Analisis SWOT dipilih karena mampu mengintegrasikan faktor internal dan eksternal yang memengaruhi keberhasilan transformasi digital agribisnis, termasuk aspek teknologi, sumber daya manusia, pasar, dan kelembagaan [24], [25]. Hasil analisis kemudian digunakan untuk menyusun model penguatan Smart Farming yang adaptif terhadap kebutuhan pengelolaan agribisnis stroberi di kawasan agroeduwisata.

Keabsahan data dijaga melalui triangulasi sumber, triangulasi teknik, dan member checking. Triangulasi sumber dilakukan dengan membandingkan informasi yang diperoleh dari pengelola, pekerja, konsumen, dan dokumen pendukung. Triangulasi teknik dilakukan dengan membandingkan hasil observasi, wawancara, dokumentasi, dan kuesioner. Sementara itu, member checking dilakukan dengan mengonfirmasi hasil interpretasi kepada informan utama guna memastikan kesesuaian temuan dengan kondisi lapangan yang sebenarnya [9], [26]. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan kredibilitas, konsistensi, dan validitas hasil penelitian dalam menggambarkan implementasi Smart Farming berbasis big data pada agribisnis stroberi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian mengenai pemanfaatan Smart Farming berbasis big data pada agribisnis stroberi di Lumbung Stroberi Sarangan serta pembahasannya berdasarkan temuan lapangan dan kajian literatur yang relevan. Pembahasan diawali dengan gambaran umum lokasi penelitian untuk memberikan konteks mengenai karakteristik usaha yang diteliti, kemudian dilanjutkan dengan analisis implementasi Smart Farming, potensi pemanfaatan big data, tingkat kesiapan digital, analisis SWOT, serta model penguatan yang dapat diterapkan. Penyajian hasil dan pembahasan ini diharapkan mampu memberikan gambaran yang komprehensif mengenai kondisi aktual transformasi digital pada agribisnis stroberi serta peluang pengembangannya di masa mendatang.

3.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Lumbung Stroberi Sarangan merupakan unit agribisnis hortikultura yang berlokasi di Desa Ngerong, Kabupaten Magetan, Jawa Timur. Kawasan ini berkembang sebagai sentra budidaya stroberi yang terintegrasi dengan kegiatan agroeduwisata dan wisata petik buah pada area kelola sekitar 0,75 ha. Pada periode panen produktif, kapasitas panen rata-rata berkisar 20-35 kg per hari, sedangkan permintaan produk meningkat terutama pada akhir pekan dan musim liburan seiring tingginya kunjungan wisatawan ke kawasan Sarangan. Keberadaan objek wisata Telaga Sarangan memberikan peluang pasar yang besar bagi pengembangan usaha stroberi karena tingginya jumlah kunjungan wisatawan setiap tahunnya. Kondisi tersebut menjadikan Lumbung Stroberi Sarangan tidak hanya berfungsi sebagai unit produksi pertanian, tetapi juga sebagai penyedia layanan edukasi dan rekreasi berbasis pertanian.

Aktivitas agribisnis yang dijalankan meliputi persiapan lahan, penanaman, pemeliharaan tanaman, pengendalian organisme pengganggu tanaman, panen, sortasi, pemasaran produk segar, promosi digital, hingga pelayanan wisata petik buah. Kompleksitas aktivitas tersebut menghasilkan berbagai jenis data yang sebenarnya dapat dimanfaatkan sebagai dasar pengambilan keputusan. Menurut FAO [13], transformasi digital dalam pertanian akan berjalan efektif apabila data yang dihasilkan dari setiap tahapan usaha dapat dikelola secara sistematis dan digunakan untuk mendukung proses manajemen usaha.

Hasil observasi menunjukkan bahwa sebagian besar aktivitas administrasi dan komunikasi telah memanfaatkan perangkat digital, terutama telepon pintar dan aplikasi pesan instan. Penggunaan media sosial juga telah menjadi sarana utama promosi produk dan komunikasi dengan konsumen. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses digitalisasi dasar telah berlangsung, meskipun pemanfaatan data secara terintegrasi masih terbatas.

3.2 Pemanfaatan Smart Farming pada Agribisnis Stroberi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi Smart Farming di Lumbung Stroberi Sarangan masih berada pada tahap awal digitalisasi. Teknologi yang digunakan meliputi telepon pintar, aplikasi komunikasi daring, dokumentasi foto tanaman, pencatatan sederhana menggunakan lembar kerja digital, serta pemasaran melalui media sosial. Penggunaan perangkat tersebut telah membantu mempercepat aliran informasi antara pengelola dan pekerja lapangan.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Klerkx et al. [9] yang menjelaskan bahwa transformasi digital pertanian umumnya dimulai dari penggunaan teknologi komunikasi sederhana sebelum berkembang menuju integrasi data dan sistem pengambilan keputusan berbasis analitik. Pada tahap awal ini, manfaat yang paling dirasakan oleh pelaku usaha biasanya berkaitan dengan kemudahan komunikasi dan pemasaran dibandingkan aspek produksi.

Data yang dikumpulkan selama kegiatan usaha meliputi data budidaya, data panen, data penjualan, dokumentasi visual tanaman, serta data kunjungan wisata. Data budidaya mencakup jadwal tanam, pemupukan, penyiraman, dan gejala penyakit tanaman. Data panen meliputi jumlah produksi, kualitas buah, dan waktu panen. Sementara itu, data pemasaran mencakup transaksi penjualan, permintaan konsumen, dan aktivitas promosi digital.

Menurut Bhat dan Huang [26], karakteristik utama big data pertanian terletak pada kemampuan mengintegrasikan berbagai jenis data yang berasal dari sumber berbeda untuk menghasilkan informasi yang lebih bernilai. Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa data yang tersedia masih tersebar pada berbagai media penyimpanan sehingga belum membentuk ekosistem big data yang terintegrasi.

Sebagian besar keputusan operasional masih bergantung pada pengalaman pengelola. Penentuan waktu panen, jumlah produksi yang dipasarkan, maupun strategi promosi umumnya dilakukan berdasarkan pengalaman lapangan dan observasi langsung. Meskipun pendekatan tersebut cukup efektif dalam kondisi tertentu, ketergantungan yang tinggi pada pengalaman individu dapat mengurangi akurasi pengambilan keputusan ketika menghadapi perubahan lingkungan usaha yang dinamis.

Li et al. [24] menyatakan bahwa penggunaan data historis mampu meningkatkan kualitas pengambilan keputusan karena memungkinkan pelaku usaha melakukan prediksi produksi dan permintaan secara lebih akurat. Oleh karena itu, penguatan sistem pencatatan dan integrasi data menjadi kebutuhan penting dalam pengembangan Smart Farming di lokasi penelitian.

Selain itu, keberadaan data kunjungan wisata yang dimiliki Lumbung Stroberi Sarangan sebenarnya memberikan peluang tambahan untuk pengembangan analisis berbasis big data. Informasi mengenai jumlah pengunjung, waktu kunjungan, preferensi aktivitas wisata, serta pola pembelian produk stroberi dapat dimanfaatkan untuk menyusun strategi pemasaran yang lebih tepat sasaran. Integrasi antara data produksi pertanian dan data wisata juga berpotensi membantu pengelola dalam menyesuaikan ketersediaan produk dengan tingkat permintaan pengunjung, sehingga efisiensi operasional dan kualitas layanan dapat ditingkatkan secara berkelanjutan.

3.3 Potensi Big Data dalam Pengelolaan Agribisnis Stroberi

Big data memiliki peran strategis dalam mendukung pengembangan agribisnis hortikultura modern. Pada kasus Lumbung Stroberi Sarangan, berbagai sumber data sebenarnya telah tersedia, namun belum terhubung dalam satu sistem pengelolaan informasi yang terpadu. Data budidaya, data pemasaran, data kunjungan wisata, dan dokumentasi visual masih dikelola secara terpisah sehingga sulit digunakan untuk analisis yang lebih mendalam.

Menurut Ofori et al. [16], integrasi data merupakan fondasi utama dalam implementasi big data pertanian. Nilai tambah data tidak hanya berasal dari jumlah data yang dikumpulkan, tetapi juga dari kemampuan menghubungkan berbagai sumber informasi untuk menghasilkan wawasan yang mendukung pengambilan keputusan.

Dokumentasi visual menjadi salah satu sumber data yang paling potensial untuk dikembangkan. Pengelola secara rutin melakukan dokumentasi tanaman, buah, dan aktivitas pengunjung. Namun, sebagian besar foto belum dilengkapi metadata yang memadai. Padahal, menurut Sharma et al. [27], dokumentasi visual yang terstruktur dapat digunakan sebagai basis pengembangan sistem identifikasi penyakit tanaman berbasis kecerdasan buatan dan machine learning.

Selain itu, data kunjungan wisata dapat digunakan untuk memprediksi kebutuhan pasokan buah pada periode tertentu. Integrasi antara data kunjungan dan data produksi memungkinkan pengelola menyusun strategi panen yang lebih sesuai dengan pola permintaan pasar. Pendekatan tersebut sejalan dengan konsep Agriculture 4.0 yang menekankan penggunaan data secara real-time untuk meningkatkan efisiensi dan daya saing agribisnis [23].

Potensi lainnya terletak pada penggunaan sensor lingkungan. Sensor suhu, kelembapan udara, dan kelembapan media tanam dapat menghasilkan data yang mendukung pengelolaan budidaya stroberi secara lebih presisi. Menurut Dhanaraju et al. [19], kombinasi sensor IoT dan analitik data mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air, mengurangi risiko penyakit tanaman, dan meningkatkan produktivitas pertanian secara signifikan.

3.4 Analisis Kesiapan Digital Agribisnis Stroberi

Hasil pengukuran indeks kesiapan digital menunjukkan nilai rata-rata sebesar 2,44 yang termasuk kategori cukup. Skor tertinggi terdapat pada dimensi ketersediaan perangkat digital sebesar 2,88, sedangkan skor terendah terdapat pada dimensi dukungan kelembagaan dan tata kelola data sebesar 2,10. Nilai tersebut menunjukkan bahwa

transformasi digital telah dimulai, tetapi belum mencapai kesiapan yang kuat untuk mendukung implementasi big data secara optimal. Rincian skor setiap dimensi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Skor indeks kesiapan digital agribisnis stroberi

Dimensi	Indikator utama	Skor	Kategori	Interpretasi singkat
Ketersediaan perangkat digital	Telepon pintar, internet, aplikasi komunikasi, dan media sosial	2,88	Baik	Skor tertinggi; perangkat dasar relatif tersedia dan digunakan rutin.
Kualitas pencatatan data	Format catatan budidaya, panen, penjualan, dan dokumentasi visual	2,23	Cukup	Data tersedia, tetapi masih tersebar dan belum memakai standar seragam.
Kapasitas sumber daya manusia	Kemampuan penggunaan aplikasi, input data, dan interpretasi informasi	2,42	Cukup	Pengguna mampu memakai aplikasi dasar, tetapi analisis data masih terbatas.
Infrastruktur jaringan	Ketersediaan akses internet dan kelancaran komunikasi digital	2,56	Baik	Akses komunikasi cukup mendukung, meskipun belum stabil untuk sistem real-time.
Dukungan kelembagaan dan tata kelola data	SOP data, pembagian peran, validasi, penyimpanan, dan evaluasi data	2,10	Cukup	Skor terendah; belum ada prosedur baku dan pengelola data khusus.
Rata-rata indeks	Rata-rata lima dimensi kesiapan digital	2,44	Cukup	Fondasi digital sudah ada, tetapi belum siap untuk integrasi big data penuh.

Dimensi ketersediaan perangkat digital memperoleh skor tertinggi sebesar 2,88. Sebagian besar pengelola dan pekerja telah memiliki akses terhadap telepon pintar, internet, aplikasi komunikasi, dan media sosial sehingga proses komunikasi operasional, dokumentasi tanaman, dan promosi dapat dilakukan secara cepat. Temuan ini menunjukkan bahwa hambatan utama implementasi Smart Farming bukan terletak pada ketersediaan perangkat, tetapi pada pengelolaan, standarisasi, dan pemanfaatan data.

Dimensi kualitas pencatatan data memperoleh skor 2,23 atau kategori cukup karena belum adanya standar pencatatan yang seragam. Catatan produksi masih dilakukan dengan berbagai format sehingga menyulitkan proses integrasi dan analisis data. Kondisi serupa ditemukan oleh Moysiadis et al. [18] yang menyatakan bahwa kualitas data menjadi faktor penentu keberhasilan penerapan Smart Farming di berbagai negara Eropa.

Dimensi literasi digital sumber daya manusia memperoleh skor 2,42 atau kategori cukup. Pengguna mampu mengoperasikan aplikasi dasar, namun masih memiliki keterbatasan dalam melakukan analisis data, membaca grafik, dan menerjemahkan data historis menjadi keputusan budidaya atau pemasaran. Temuan ini mendukung hasil penelitian Pivoto et al. [10] yang menunjukkan bahwa kapasitas sumber daya manusia merupakan faktor penting dalam keberhasilan adopsi teknologi pertanian digital.

Dimensi dukungan kelembagaan dan tata kelola data menjadi dimensi dengan skor terendah, yaitu 2,10. Belum terdapat prosedur baku mengenai pengumpulan, penyimpanan, verifikasi, pembaruan, dan evaluasi data. Padahal, menurut Brunori et al. [15], tata kelola data merupakan komponen utama yang menentukan keberlanjutan transformasi digital pada sektor pertanian.

3.5 Analisis SWOT Pengembangan Smart Farming Berbasis Big Data

Hasil analisis SWOT menunjukkan bahwa Lumbung Stroberi Sarangan memiliki sejumlah kekuatan yang dapat mendukung pengembangan Smart Farming berbasis big data. Kekuatan tersebut meliputi keberadaan komoditas bernilai ekonomi tinggi, kedekatan dengan kawasan wisata, ketersediaan perangkat digital dasar, serta tingginya motivasi pengelola untuk mengembangkan usaha.

Di sisi lain, kelemahan utama terletak pada belum terintegrasinya data, rendahnya kualitas pencatatan, keterbatasan sensor, dan belum adanya tata kelola data yang terstruktur. Kondisi tersebut menyebabkan pemanfaatan data masih bersifat administratif dan belum sepenuhnya mendukung pengambilan keputusan strategis.

Peluang pengembangan berasal dari meningkatnya tren digitalisasi pertanian, berkembangnya teknologi IoT yang semakin terjangkau, dukungan perguruan tinggi, serta meningkatnya minat masyarakat terhadap agroeduwisata. Menurut World Bank [14], digitalisasi agrifood system dapat menjadi instrumen penting dalam meningkatkan daya saing usaha pertanian skala kecil dan menengah.

Ancaman yang dihadapi meliputi perubahan iklim, serangan penyakit tanaman, fluktuasi jumlah wisatawan, serta risiko keamanan data digital. Aspek keamanan menjadi perhatian penting karena sistem Smart Farming yang terhubung dengan internet memiliki potensi kerentanan terhadap gangguan siber [11].

Tabel 2. Matriks SWOT pengembangan Smart Farming berbasis big data

Strengths (Kekuatan) - Komoditas stroberi bernilai ekonomi tinggi. - Lokasi dekat kawasan wisata Sarangan. - Perangkat digital dasar sudah tersedia. - Motivasi pengelola untuk berinovasi cukup tinggi.	Weaknesses (Kelemahan) - Data budidaya, panen, penjualan, dan wisata belum terintegrasi. - Standar pencatatan belum seragam. - Sensor lingkungan dan dashboard analitik belum tersedia. - Tata kelola data dan peran kelembagaan masih lemah.
Opportunities (Peluang) - Tren digitalisasi pertanian dan agroeduwisata meningkat. - Teknologi IoT semakin terjangkau. - Dukungan perguruan tinggi dan pemerintah daerah terbuka. - Data wisata dapat diintegrasikan dengan data produksi dan pemasaran.	Threats (Ancaman) - Perubahan iklim dan serangan penyakit tanaman. - Fluktuasi jumlah wisatawan dan permintaan pasar. - Risiko keamanan data digital. - Ketergantungan sistem pada pendamping eksternal apabila kelembagaan belum kuat.

3.6 Model Penguatan Smart Farming Berbasis Big Data

Berdasarkan hasil penelitian, model penguatan Smart Farming berbasis big data disusun melalui pendekatan bertahap yang menyesuaikan kondisi dan kapasitas organisasi. Tahap pertama adalah standardisasi data dasar yang mencakup penyusunan format pencatatan budidaya, panen, penjualan, dan kunjungan wisata.

Tahap kedua adalah digitalisasi sistem pencatatan menggunakan platform yang mudah diakses oleh seluruh pengguna. Tahap ini bertujuan untuk mengurangi duplikasi data dan meningkatkan konsistensi pencatatan. Menurut Delgado et al. [22], standardisasi format data merupakan langkah awal yang sangat penting dalam pembangunan sistem big data pertanian.

Tahap ketiga adalah integrasi dokumentasi visual dengan metadata yang mencakup tanggal, lokasi, kondisi tanaman, dan tindakan budidaya yang dilakukan. Tahap keempat adalah pemasangan sensor prioritas untuk memantau parameter lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan stroberi.

Tahap terakhir adalah pengembangan dashboard sederhana yang mampu menampilkan informasi produksi, penjualan, kunjungan, dan kondisi tanaman secara real-time. Dashboard tersebut berfungsi sebagai alat bantu pengambilan keputusan bagi pengelola sehingga informasi yang tersedia dapat diterjemahkan menjadi tindakan yang lebih cepat dan tepat.

Model ini menempatkan teknologi sebagai instrumen pendukung pengambilan keputusan, bukan sebagai tujuan akhir transformasi digital. Dengan pendekatan yang bertahap dan berkelanjutan, implementasi Smart Farming berbasis big data berpotensi meningkatkan produktivitas, kualitas produk, efisiensi pemasaran, serta daya saing agribisnis stroberi di kawasan Sarangan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan Smart Farming berbasis big data pada agribisnis stroberi di Lumbung Stroberi Sarangan telah memasuki tahap awal transformasi digital yang ditandai dengan penggunaan perangkat digital untuk komunikasi, dokumentasi, pencatatan produksi, serta pemasaran berbasis media sosial. Meskipun demikian, pemanfaatan teknologi tersebut belum sepenuhnya terintegrasi dalam suatu sistem big data yang mampu mendukung pengambilan keputusan secara komprehensif. Data budidaya, panen, pemasaran, kunjungan wisata, dan dokumentasi visual telah tersedia, namun masih tersimpan dalam berbagai media yang terpisah sehingga potensi pemanfaatannya sebagai sumber informasi strategis belum optimal.

Hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa tingkat kesiapan digital agribisnis stroberi berada pada kategori cukup, yang menunjukkan bahwa fondasi transformasi digital telah terbentuk tetapi masih memerlukan penguatan pada aspek kualitas data, literasi digital, dan tata kelola kelembagaan. Ketersediaan perangkat digital dan akses komunikasi yang relatif baik menjadi modal penting dalam pengembangan Smart Farming, sedangkan belum adanya standar pencatatan, prosedur pengelolaan data, dan sistem analitik menjadi faktor yang membatasi pemanfaatan big data secara lebih luas. Kondisi ini mengindikasikan bahwa keberhasilan implementasi Smart Farming tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan teknologi, tetapi juga oleh kemampuan organisasi dalam mengelola data dan membangun budaya pengambilan keputusan berbasis informasi.

Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah berupa gambaran empiris mengenai implementasi Smart Farming berbasis big data pada agribisnis hortikultura yang terintegrasi dengan agroeduwisata. Temuan penelitian menegaskan bahwa integrasi antara data budidaya, pemasaran, dan layanan wisata memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi usaha, kualitas layanan, dan daya saing agribisnis. Selain itu, model penguatan yang diusulkan melalui standardisasi data, digitalisasi pencatatan, integrasi dokumentasi visual, pemanfaatan sensor prioritas, dan pengembangan dashboard informasi dapat menjadi kerangka implementasi transformasi digital yang sesuai dengan kondisi usaha pertanian skala lokal.

Berdasarkan hasil penelitian, pengembangan Smart Farming berbasis big data perlu dilakukan secara bertahap dan berkelanjutan dengan menempatkan teknologi sebagai sarana pendukung pengambilan keputusan.

Pendampingan literasi data, penguatan tata kelola informasi, serta kolaborasi antara pengelola usaha, perguruan tinggi, pemerintah daerah, dan mitra teknologi menjadi faktor penting dalam mempercepat transformasi digital agribisnis stroberi. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan model prediksi produksi berbasis data historis, menguji penerapan sensor lingkungan secara lebih spesifik, serta mengevaluasi dampak ekonomi dan operasional dari implementasi sistem Smart Farming berbasis big data dalam jangka panjang sehingga diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai manfaat teknologi digital bagi pembangunan agribisnis berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan selama pelaksanaan penelitian ini. Apresiasi yang setinggi-tingginya disampaikan kepada pengelola Lumbung Stroberi Sarangan, Desa Ngerong, Kabupaten Magetan, yang telah memberikan izin, akses data, serta kesempatan kepada tim peneliti untuk melaksanakan kegiatan penelitian secara langsung di lapangan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para pekerja, pelaku pemasaran, perangkat desa, dan seluruh informan yang telah bersedia berbagi pengalaman, informasi, dan pandangan yang sangat berharga bagi penyusunan penelitian ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada institusi perguruan tinggi yang telah memberikan dukungan akademik, fasilitas penelitian, serta pendampingan selama proses pengumpulan dan analisis data. Penghargaan turut diberikan kepada seluruh anggota tim penelitian dan mahasiswa yang terlibat dalam kegiatan observasi, dokumentasi, pengolahan data, serta penyusunan laporan penelitian. Dukungan, kerja sama, dan kontribusi dari berbagai pihak tersebut menjadi bagian penting dalam keberhasilan pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel ilmiah ini.

REFERENSI

- [1] M. Dhanaraju, P. Chenniappan, K. Ramalingam, S. Pazhanivelan, and R. Kaliaperumal, "Smart Farming: Internet of Things (IoT)-Based Sustainable Agriculture," *Agriculture*, vol. 12, no. 10, pp. 1–22, 2022.
- [2] A. D. Boursianis et al., "Internet of Things (IoT) and Agricultural Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in Smart Farming: A Comprehensive Review," *Internet of Things*, vol. 18, pp. 1–23, 2022.
- [3] V. Saiz-Rubio and F. Rovira-Más, "From Smart Farming towards Agriculture 5.0: A Review on Crop Data Management," *Agronomy*, vol. 10, no. 2, pp. 1–21, 2020.
- [4] I. Cisternas, I. Velásquez, A. Caro, and A. Rodríguez, "Systematic Literature Review of Implementations of Precision Agriculture," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 176, pp. 1–13, 2020.
- [5] J. Sahoo and K. Barrett, "Big Data Analytics in Agriculture: Applications and Challenges," *Journal of Agricultural Informatics*, vol. 12, no. 1, pp. 45–59, 2021.
- [6] M. Javaid, A. Haleem, R. P. Singh, and R. Suman, "Artificial Intelligence Applications for Industry 4.0: A Literature-Based Study," *Journal of Industrial Integration and Management*, vol. 7, no. 1, pp. 83–111, 2022.
- [7] S. A. Bhat and N. F. Huang, "Big Data and AI Revolution in Precision Agriculture: Survey and Challenges," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 110209–110222, 2021.
- [8] M. Ofori, O. El-Gayar, and T. Nasrallah, "Big Data Analytics Capabilities and Decision-Making Performance in Agriculture," *Information Systems Frontiers*, vol. 23, no. 5, pp. 1321–1338, 2021.
- [9] L. Klerkx, E. Jakku, and P. Labarthe, "A Review of Social Science on Digital Agriculture, Smart Farming and Agriculture 4.0," *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, vol. 90–91, pp. 1–12, 2021.
- [10] D. Pivoto, P. D. Waquil, E. Talamini, C. P. Finocchio, V. D. Dalla Corte, and G. F. de Vargas Mores, "Scientific Development of Smart Farming Technologies and Their Application in Brazil," *Information Processing in Agriculture*, vol. 7, no. 1, pp. 21–32, 2020.
- [11] M. R. Al Asif, M. M. Hasan, and M. A. Rahman, "Cybersecurity Challenges in Smart Agriculture: A Review," *Sensors*, vol. 22, no. 18, pp. 1–25, 2022.
- [12] G. Brunori, S. Rolandi, A. Bacco, and M. Scotti, "Digital Transformation and Data Governance in Agriculture," *Sustainability*, vol. 12, no. 24, pp. 1–16, 2020.
- [13] Food and Agriculture Organization (FAO), *Digital Technologies in Agriculture and Rural Areas: Briefing Paper*. Rome, Italy: FAO, 2020.
- [14] World Bank, *Digital Agriculture Transformation: Pathways to Sustainable Food Systems*. Washington, DC, USA: World Bank, 2021.
- [15] G. Brunori, S. Rolandi, and A. Bacco, "The Digitalization of Agriculture and Rural Areas: Towards a Conceptual Framework," *Sustainability*, vol. 12, no. 18, pp. 1–19, 2020.
- [16] M. Ofori, O. El-Gayar, and T. Nasrallah, "Agricultural Data Analytics and Decision Support Systems: A Systematic Review," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 189, pp. 106404, 2021.
- [17] R. Singh, S. Gehlot, and M. Kumar, "Role of Data Analytics in Smart Agriculture: Current Trends and Future Prospects," *International Journal of Agricultural Sciences*, vol. 13, no. 2, pp. 125–136, 2021.
- [18] V. Moysiadis, S. Sarigiannidis, and A. Vitsas, "Smart Farming in Europe: Readiness Assessment and Technological Challenges," *Sensors*, vol. 21, no. 11, pp. 1–23, 2021.
- [19] M. Dhanaraju et al., "Digital Readiness and Adoption of Smart Farming Technologies in Developing Countries," *Agriculture*, vol. 12, no. 8, pp. 1–20, 2022.

- [20] Food and Agriculture Organization (FAO), Digital Agriculture Profile and Readiness Assessment Framework. Rome, Italy: FAO, 2021.
- [21] A. Oksanen, T. Tammisola, and J. Latvala, "Smart Farming Ecosystems and Data Management Practices," *Agricultural Systems*, vol. 190, pp. 103097, 2021.
- [22] J. A. Delgado, R. Khosla, and W. M. Bausch, "Data Standardization in Precision Agriculture: Opportunities and Challenges," *Precision Agriculture*, vol. 21, no. 6, pp. 1201–1215, 2020.
- [23] V. Saiz-Rubio and F. Rovira-Más, "Agriculture 4.0 and Data-Driven Farming: Emerging Perspectives," *Agronomy*, vol. 10, no. 2, pp. 1–18, 2020.
- [24] L. Li, Y. Zhang, and H. Wang, "Big Data Analytics in Smart Agriculture: A Review," *Future Generation Computer Systems*, vol. 102, pp. 356–367, 2020.
- [25] Z. Zhai, J. Martínez, V. Beltran, and N. Martínez, "Decision Support Systems for Smart Agriculture: Current Status and Future Trends," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 174, pp. 105381, 2020.
- [26] S. A. Bhat and N. F. Huang, "Big Data Analytics for Smart Agriculture: A Comprehensive Survey," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 103982–104004, 2021.
- [27] A. Sharma, A. Jain, P. Gupta, and V. Chowdary, "Machine Learning Applications for Disease Detection in Crops: A Review," *Artificial Intelligence in Agriculture*, vol. 5, pp. 1–13, 2021.
- [28] Food and Agriculture Organization (FAO), The State of Food and Agriculture 2022: Leveraging Automation in Agriculture for Transforming Agrifood Systems. Rome, Italy: FAO, 2022.