

Optimalisasi ArcGIS dan Google Earth Pro untuk Meningkatkan Produktivitas Usahatani Desa Suratmajan

Abi Al Mukarom¹, Umi Rohmatul Ummah²

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

² Sosial Ekonomi Pertanian, Universitas Doktor Nugroho Magetan

Keywords:

ArcGIS,
Google Earth Pro,
Farm Productivity,
Geographic Information System,
Data-Driven Agriculture

ABSTRACT

Farm productivity is strongly influenced by resource management quality and decision-making accuracy. The utilization of geospatial technologies such as ArcGIS and Google Earth Pro offers an alternative approach to support data-driven agricultural systems at the village level. This study aimed to analyze the optimization of ArcGIS and Google Earth Pro in improving farm productivity in Suratmajan Village. A descriptive qualitative approach supported by simple spatial analysis was employed. Data were collected through field observations, semi-structured interviews, coordinate documentation, Google Earth Pro imagery analysis, document reviews, and thematic mapping using ArcGIS. Data analysis involved data reduction, source triangulation, spatial overlay, and SWOT analysis. The results indicate that spatial information utilization enhances farm planning through land boundary mapping, production road accessibility identification, water resource mapping, and prioritization of cultivation interventions. ArcGIS and Google Earth Pro also facilitate coordination among stakeholders in village agricultural management. Major challenges include limited geospatial literacy, the absence of standardized land databases, and inadequate institutional support for data management. Therefore, the development of a geospatial-based village agricultural information system should be supported by continuous training, periodic data updates, and institutional strengthening to sustainably improve farm productivity.

Kata Kunci:

ArcGIS,
Google Earth Pro,
Produktivitas Usahatani,
Sistem Informasi Geografis,
Pertanian Berbasis Data

ABSTRAK

Produktivitas usahatani sangat dipengaruhi oleh kualitas pengelolaan sumber daya dan ketepatan pengambilan keputusan. Pemanfaatan teknologi geospasial seperti ArcGIS dan Google Earth Pro menjadi salah satu alternatif dalam mendukung sistem pertanian berbasis data pada tingkat desa. Penelitian ini bertujuan menganalisis optimalisasi penggunaan ArcGIS dan Google Earth Pro dalam meningkatkan produktivitas usahatani di Desa Suratmajan. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan dukungan analisis spasial sederhana. Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara semi-terstruktur, dokumentasi koordinat, telaah citra Google Earth Pro, studi dokumen, serta penyusunan peta tematik menggunakan ArcGIS. Analisis data dilakukan melalui reduksi data, triangulasi sumber, overlay spasial, dan analisis SWOT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan informasi spasial mampu meningkatkan kualitas perencanaan usahatani melalui pemetaan batas lahan, identifikasi akses jalan produksi, pemetaan sumber air, serta penentuan prioritas intervensi budidaya. Penggunaan ArcGIS dan Google Earth Pro juga mendukung koordinasi antar pemangku kepentingan dalam pengelolaan pertanian desa. Kendala utama yang ditemukan meliputi rendahnya literasi geospasial, belum tersedianya basis data lahan yang terstandar, serta keterbatasan kelembagaan pengelola data. Oleh karena itu, pengembangan sistem informasi pertanian desa berbasis geospasial perlu didukung oleh pelatihan, pembaruan data secara berkala, dan penguatan kelembagaan agar mampu meningkatkan produktivitas usahatani secara berkelanjutan.

Korespondensi Penulis:

Abi Al Mukarom,
Universitas Doktor Nugroho Magetan, Jl. Sendang Kamal No.
50 Karaton, Kec. Maospati, Kab. Magetan, Prov. Jawa Timur
Telepon : + 62813 3080 1382
Email: abialmukarrom@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 pada sektor pertanian menjadi salah satu strategi penting dalam menghadapi tantangan peningkatan produktivitas, efisiensi penggunaan sumber daya, serta keberlanjutan sistem produksi pangan. Perubahan iklim, keterbatasan lahan produktif, peningkatan biaya produksi, dan kebutuhan pasar yang semakin dinamis menuntut adanya sistem pengelolaan pertanian yang mampu menghasilkan keputusan secara lebih cepat, tepat, dan berbasis data. Dalam konteks tersebut, pemanfaatan teknologi geospasial menjadi salah satu pendekatan yang semakin banyak digunakan untuk mendukung pengelolaan pertanian modern. Teknologi ini memungkinkan pengguna memperoleh informasi spasial mengenai kondisi lahan, sumber daya air, aksesibilitas, sebaran komoditas, serta berbagai faktor lingkungan yang memengaruhi produktivitas usahatani [1], [2].

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau Geographic Information System (GIS) merupakan teknologi yang mampu mengintegrasikan data spasial dan nonspasial dalam suatu sistem analisis yang komprehensif. GIS tidak hanya berfungsi sebagai alat visualisasi peta, tetapi juga sebagai sarana analisis untuk memahami hubungan antara lokasi, kondisi fisik lahan, aktivitas produksi, dan faktor sosial ekonomi yang memengaruhi kinerja pertanian [3], [4]. Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan perangkat lunak GIS seperti ArcGIS telah memberikan kemudahan bagi pengguna dalam melakukan pemetaan, pengolahan data spasial, analisis tematik, hingga penyusunan sistem informasi berbasis lokasi yang mendukung pengambilan keputusan pada berbagai sektor, termasuk pertanian [5].

Di sisi lain, perkembangan teknologi penginderaan jauh dan citra satelit turut memperluas peluang pemanfaatan informasi spasial dalam kegiatan pertanian. Google Earth Pro merupakan salah satu platform yang banyak digunakan karena menyediakan citra resolusi tinggi yang mudah diakses, mudah dipahami, serta dapat dimanfaatkan untuk identifikasi awal kondisi wilayah. Melalui fitur visualisasi tiga dimensi, pengukuran jarak, penandaan lokasi, dan dokumentasi spasial, Google Earth Pro dapat menjadi media yang efektif untuk mendukung inventarisasi lahan dan komunikasi informasi pertanian kepada masyarakat [6]. Kombinasi antara Google Earth Pro sebagai media observasi visual dan ArcGIS sebagai alat pengolahan data spasial memberikan peluang untuk membangun sistem informasi pertanian yang lebih sederhana namun tetap memiliki nilai analitis yang tinggi [7].

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi geospasial mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan pertanian melalui identifikasi kondisi lahan, pemantauan tanaman, evaluasi produktivitas, dan perencanaan penggunaan sumber daya secara lebih akurat [1], [8], [9]. Pemanfaatan citra satelit dan data spasial juga menjadi dasar penting dalam pengembangan konsep pertanian presisi (*precision agriculture*) yang menekankan pemberian perlakuan sesuai karakteristik spesifik setiap lokasi lahan [10]. Dengan pendekatan tersebut, penggunaan pupuk, air, tenaga kerja, dan input produksi lainnya dapat dilakukan secara lebih efektif sehingga mampu meningkatkan produktivitas sekaligus menekan biaya produksi [11].

Meskipun demikian, penerapan teknologi geospasial pada tingkat petani dan desa masih menghadapi berbagai kendala. Keterbatasan literasi teknologi, kurangnya ketersediaan data spasial yang terstruktur, keterbatasan perangkat keras dan perangkat lunak, serta belum terbentuknya kelembagaan pengelola data menjadi hambatan utama dalam implementasi sistem informasi pertanian berbasis geospasial [12]. Selain itu, sebagian besar penelitian terdahulu lebih banyak berfokus pada penggunaan teknologi penginderaan jauh dan GIS pada skala regional atau komersial sehingga belum banyak membahas penerapan teknologi tersebut pada tingkat desa secara partisipatif dan berorientasi pada kebutuhan petani [13].

Desa Suratmajan merupakan salah satu wilayah yang memiliki potensi pengembangan pertanian berbasis informasi spasial. Aktivitas usahatani yang menjadi sumber penghidupan masyarakat memerlukan dukungan informasi mengenai lokasi lahan, akses jalan produksi, sumber air, kondisi drainase, serta berbagai kendala budidaya yang tersebar pada berbagai petak lahan. Berdasarkan hasil observasi awal, sebagian besar informasi tersebut masih tersimpan dalam bentuk pengetahuan lokal dan belum terdokumentasi dalam sistem data yang dapat digunakan bersama oleh petani, kelompok tani, pemerintah desa, maupun pihak pendamping. Kondisi ini menyebabkan proses perencanaan dan pengambilan keputusan sering kali bergantung pada pengalaman individu sehingga berpotensi menimbulkan perbedaan persepsi dan kurang optimal dalam penentuan prioritas pengembangan [14].

Pemanfaatan ArcGIS dan Google Earth Pro di Desa Suratmajan diharapkan dapat menjadi solusi untuk mengintegrasikan berbagai informasi pertanian ke dalam bentuk peta tematik yang mudah dipahami dan diperbarui secara berkala. Peta yang memuat informasi mengenai sebaran lahan, akses jalan produksi, sumber air, tingkat produktivitas, dan area prioritas perbaikan dapat membantu petani maupun pemangku kepentingan lainnya dalam menentukan strategi pengelolaan usahatani yang lebih efektif [15]. Selain itu, keterlibatan masyarakat dalam proses pemetaan partisipatif juga dapat meningkatkan validitas data sekaligus memperkuat rasa memiliki terhadap sistem informasi yang dibangun [16].

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Weiss et al. [1], Sishodia et al. [10], Cisternas et al. [11], dan Khanal et al. [17] menegaskan pentingnya data spasial dalam mendukung pengelolaan pertanian modern. Sementara itu, Brown dan Kyttä [16] menekankan bahwa pendekatan pemetaan partisipatif mampu meningkatkan kualitas informasi spasial melalui keterlibatan langsung masyarakat lokal. Longley et al. [3], Goodchild dan Li [18], serta Bolstad [4] menjelaskan bahwa kualitas sistem informasi geografis sangat dipengaruhi oleh akurasi data, kelengkapan atribut, serta mekanisme pembaruan informasi secara berkelanjutan. Namun demikian, penelitian yang secara khusus

mengintegrasikan ArcGIS, Google Earth Pro, pemetaan partisipatif, dan strategi peningkatan produktivitas usahatani pada tingkat desa masih relatif terbatas.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis bagaimana optimalisasi sistem pertanian berbasis ArcGIS dan Google Earth Pro dapat mendukung peningkatan produktivitas usahatani di Desa Suratmajan. Penelitian tidak hanya berfokus pada aspek teknis pemetaan, tetapi juga menelaah kesiapan sumber daya manusia, tata kelola data, partisipasi masyarakat, serta strategi pengembangan sistem informasi pertanian desa yang berkelanjutan. Kebaruan penelitian terletak pada penyusunan model optimalisasi yang mengintegrasikan teknologi geospasial, pengetahuan lokal petani, pemetaan partisipatif, dan penguatan kelembagaan sebagai dasar pengambilan keputusan berbasis data pada tingkat desa. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi teoritis dalam pengembangan sistem informasi pertanian sekaligus menjadi rekomendasi praktis bagi pemerintah desa, kelompok tani, penyuluh, dan perguruan tinggi dalam mendukung pembangunan pertanian yang lebih produktif dan berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Landasan metodologis yang digunakan dalam penelitian ini. Pemilihan pendekatan penelitian disesuaikan dengan tujuan untuk mengidentifikasi kondisi eksisting, menganalisis pemanfaatan teknologi geospasial, serta merumuskan strategi optimalisasi sistem pertanian berbasis ArcGIS dan Google Earth Pro di Desa Suratmajan. Melalui pendekatan yang sistematis, penelitian diharapkan mampu menghasilkan informasi yang akurat dan relevan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengelolaan pertanian berbasis data spasial.

2.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian

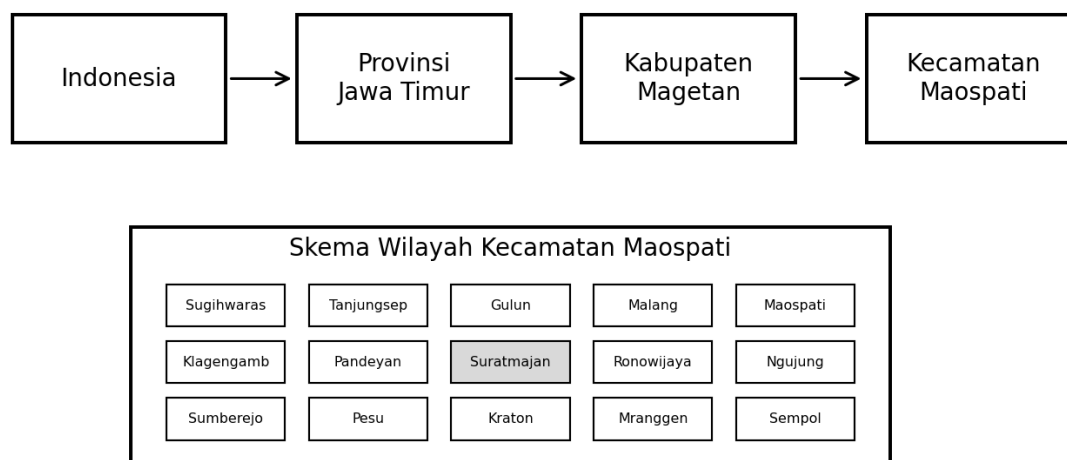
Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang dipadukan dengan analisis spasial sederhana. Pendekatan kualitatif dipilih karena penelitian bertujuan memahami secara mendalam kondisi pemanfaatan informasi geospasial, persepsi petani terhadap penggunaan teknologi digital, serta faktor-faktor yang memengaruhi implementasi sistem pertanian berbasis ArcGIS dan Google Earth Pro di tingkat desa. Menurut Longley et al. [3], sistem informasi geografis tidak hanya berfungsi sebagai alat pemetaan, tetapi juga sebagai sarana untuk memahami hubungan antara aktivitas manusia, lingkungan, dan ruang secara komprehensif. Oleh karena itu, pendekatan kualitatif dinilai sesuai untuk mengkaji interaksi antara teknologi, sumber daya manusia, dan kelembagaan pertanian dalam konteks lokal.

Jenis penelitian yang digunakan adalah studi kasus (case study) pada Desa Suratmajan sebagai lokasi penelitian. Studi kasus memungkinkan peneliti melakukan eksplorasi mendalam terhadap fenomena yang terjadi pada suatu wilayah tertentu dengan mempertimbangkan kondisi sosial, ekonomi, dan lingkungan yang melatarbelakanginya [14]. Selain menghasilkan deskripsi mengenai kondisi aktual pemanfaatan teknologi geospasial, penelitian ini juga menghasilkan rekomendasi model optimalisasi sistem pertanian berbasis data spasial yang dapat diterapkan pada tingkat desa.

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Desa Suratmajan, Kecamatan Maospati, Kabupaten Magetan, Provinsi Jawa Timur. Secara administratif, Desa Suratmajan merupakan salah satu dari 15 desa/kelurahan di Kecamatan Maospati. Berdasarkan data Kecamatan Maospati Dalam Angka, luas Desa Suratmajan adalah 2,14 km² dengan struktur penggunaan lahan meliputi sawah 93 ha, lahan pertanian bukan sawah 56 ha, dan lahan nonpertanian 65 ha [23]. Karakter pertanian desa didominasi oleh usahatani tanaman pangan, terutama padi, dengan dukungan jaringan jalan produksi, sumber air irigasi, dan kelompok tani sebagai pelaku utama pengelolaan lahan. Pemilihan lokasi didasarkan pada kebutuhan penguatan sistem informasi pertanian yang mampu mendukung inventarisasi lahan, pengelolaan sumber daya, dan pengambilan keputusan berbasis lokasi. Penelitian dilaksanakan pada periode September hingga Oktober 2024 yang meliputi tahapan persiapan instrumen, pengumpulan data lapangan, pengolahan data spasial, analisis hasil, hingga penyusunan rekomendasi pengembangan sistem.

Peta Lokasi Penelitian: Desa Suratmajan



Sumber dasar administratif: BPS Kabupaten Magetan, Kecamatan Maospati Dalam Angka 2021.
 Suratmajan: luas 2,14 km²; sawah 93 ha; bukan sawah 56 ha; nonpertanian 65 ha.

Gambar 1. Peta lokasi penelitian Desa Suratmajan, Kecamatan Maospati, Kabupaten Magetan.

Tabel 1. Karakteristik administratif dan pertanian lokasi penelitian

Komponen	Keterangan
Lokasi administratif	Desa Suratmajan, Kecamatan Maospati, Kabupaten Magetan, Jawa Timur
Luas wilayah	2,14 km ²
Luas sawah	93 ha
Luas lahan pertanian bukan sawah	56 ha
Luas lahan nonpertanian	65 ha
Komoditas dominan	Tanaman pangan, terutama padi, berdasarkan observasi lapangan dan karakter penggunaan lahan
Sumber data pendukung	BPS Kabupaten Magetan dan verifikasi lapangan September-Oktober 2024

Teknik kedua adalah wawancara semi-terstruktur yang melibatkan 15 informan yang dipilih secara purposive berdasarkan keterlibatan langsung dalam kegiatan usahatani, pengelolaan kelompok tani, pengambilan keputusan desa, dan pemanfaatan data spasial. Informan terdiri atas delapan petani aktif, dua pengurus kelompok tani, dua perangkat desa, satu penyuluh pertanian lapangan, serta dua pendamping teknis yang memahami pengolahan data ArcGIS dan Google Earth Pro. Kriteria pemilihan informan meliputi pengalaman mengelola lahan minimal tiga musim tanam, keterlibatan dalam kegiatan kelompok tani atau perencanaan desa, serta kesediaan memverifikasi hasil pemetaan. Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai kendala produksi, kebutuhan data spasial, tingkat literasi teknologi, serta peluang pengembangan sistem informasi pertanian desa. Pendekatan partisipatif ini sejalan dengan penelitian Brown dan Kytä [16] yang menegaskan bahwa keterlibatan masyarakat lokal mampu meningkatkan kualitas dan relevansi data spasial yang dihasilkan.

Tabel 2. Karakteristik informan penelitian

Kategori informan	Jumlah	Karakteristik utama	Informasi yang dicari
Petani aktif	8 orang	Mengelola lahan dan terlibat dalam kegiatan budidaya	Kondisi lahan, kendala produksi, sumber air, akses jalan, produktivitas
Pengurus kelompok tani	2 orang	Mengelola koordinasi anggota dan aktivitas kelompok	Data kelompok, kebutuhan pemetaan, prioritas intervensi

Kategori informan	Jumlah	Karakteristik utama	Informasi yang dicari
Perangkat desa	2 orang	Terlibat dalam perencanaan dan administrasi desa	Data wilayah, dukungan kelembagaan, potensi integrasi program desa
Penyuluh pertanian	1 orang	Mendampingi kegiatan budidaya dan kelompok tani	Kebutuhan penyuluhan, validasi masalah teknis, rekomendasi budidaya
Pendamping teknis GIS	2 orang	Memahami pengolahan data spasial ArcGIS/Google Earth Pro	Validasi layer, pengolahan koordinat, penyusunan peta tematik

2.3 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa teknik untuk memperoleh informasi yang komprehensif mengenai kondisi pertanian dan pemanfaatan teknologi geospasial di lokasi penelitian. Teknik pertama adalah observasi lapangan yang dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi fisik lahan, akses jalan produksi, sumber air, jaringan drainase, serta fasilitas pendukung kegiatan pertanian. Observasi menjadi penting karena data spasial yang diperoleh dari citra perlu diverifikasi melalui kondisi aktual di lapangan guna meningkatkan validitas informasi [18].

Teknik kedua adalah wawancara semi-terstruktur yang melibatkan petani, pengurus kelompok tani, perangkat desa, dan pihak yang memahami kondisi pertanian setempat. Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai kendala produksi, kebutuhan data spasial, tingkat literasi teknologi, serta peluang pengembangan sistem informasi pertanian desa. Pendekatan partisipatif ini sejalan dengan penelitian Brown dan Kytä [16] yang menegaskan bahwa keterlibatan masyarakat lokal mampu meningkatkan kualitas dan relevansi data spasial yang dihasilkan.

Teknik ketiga berupa dokumentasi koordinat lokasi menggunakan perangkat Global Positioning System (GPS) dan telepon pintar. Titik-titik yang dicatat meliputi lokasi lahan pertanian, sumber air, akses jalan produksi, area kendala budidaya, dan fasilitas pendukung lainnya. Data koordinat tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar penyusunan layer spasial dalam ArcGIS. Selain itu, dilakukan telaah citra menggunakan Google Earth Pro untuk memperoleh gambaran visual mengenai pola penggunaan lahan, jaringan jalan, dan karakteristik wilayah penelitian [6].

Teknik terakhir adalah studi dokumentasi terhadap data desa, catatan produksi pertanian, foto lapangan, serta berbagai literatur ilmiah yang berkaitan dengan sistem informasi geografis, pertanian presisi, penginderaan jauh, dan pemetaan partisipatif [1], [10], [11], [17]. Penggunaan berbagai sumber data ini bertujuan untuk memperkuat proses triangulasi dan meningkatkan keabsahan hasil penelitian.

2.4 Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data spasial dilakukan melalui integrasi informasi hasil observasi lapangan, dokumentasi koordinat, dan interpretasi citra Google Earth Pro ke dalam perangkat lunak ArcGIS. Tahapan pengolahan meliputi digitasi objek, penyusunan basis data atribut, pengelompokan kategori informasi, serta penyusunan peta tematik yang menggambarkan kondisi lahan, aksesibilitas, sumber daya air, dan prioritas pengembangan usahatani. Menurut Bolstad [4], pengelolaan basis data spasial yang sistematis memungkinkan proses analisis dan visualisasi informasi dilakukan secara lebih efektif dan akurat.

Produk analisis spasial yang dihasilkan dalam penelitian ini meliputi peta lokasi penelitian, peta sebaran lahan pertanian, peta akses jalan produksi, peta sumber air, dan peta area prioritas intervensi budidaya. Setiap peta disusun melalui kombinasi interpretasi citra Google Earth Pro, pengambilan titik koordinat lapangan, digitasi objek di ArcGIS, serta validasi sosial bersama informan. Dengan prosedur tersebut, hasil pemetaan tidak hanya berfungsi sebagai ilustrasi, tetapi juga sebagai bukti implementasi teknologi geospasial dalam proses inventarisasi dan perencanaan usahatani.

Tabel 3. Jenis data spasial dan keluaran pemetaan

Layer/keluaran peta	Sumber data	Fungsi analisis
Peta lokasi penelitian	Data administratif BPS, observasi, dan Google Earth Pro	Menjelaskan posisi Desa Suratmajan dalam konteks Kecamatan Maospati
Sebaran lahan pertanian	Titik koordinat lapangan dan interpretasi citra	Mengidentifikasi distribusi petak lahan usahatani
Akses jalan produksi	Observasi lapangan dan digitasi jaringan jalan	Menentukan kemudahan distribusi input dan hasil panen
Sumber air dan saluran irigasi	Koordinat sumber air, observasi saluran, dan verifikasi petani	Menentukan prioritas pengelolaan air dan irigasi

Layer/keluaran peta	Sumber data	Fungsi analisis
Area prioritas intervensi	Overlay lahan, akses jalan, sumber air, dan kendala budidaya	Menentukan lokasi prioritas perbaikan drainase, irigasi, dan pendampingan budidaya

Analisis data kualitatif dilakukan melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Data hasil wawancara diklasifikasikan berdasarkan tema-tema utama seperti pemanfaatan informasi spasial, produktivitas usahatani, kesiapan sumber daya manusia, dan tata kelola data pertanian. Selanjutnya, hasil analisis kualitatif diintegrasikan dengan temuan spasial untuk menghasilkan interpretasi yang lebih komprehensif mengenai kondisi sistem pertanian di Desa Suratmajan.

Untuk merumuskan strategi optimalisasi sistem pertanian berbasis ArcGIS dan Google Earth Pro digunakan analisis SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats). Analisis ini digunakan untuk mengidentifikasi faktor internal dan eksternal yang memengaruhi keberhasilan implementasi teknologi geospasial pada tingkat desa. Pendekatan SWOT dipilih karena mampu menghasilkan rekomendasi strategis yang mempertimbangkan kondisi aktual sumber daya, peluang pengembangan, serta potensi hambatan yang dihadapi dalam penerapan sistem informasi pertanian berbasis data spasial [12], [15].

2.5 Keabsahan Data

Keabsahan data dijaga melalui teknik triangulasi sumber, triangulasi metode, dan validasi lapangan. Informasi yang diperoleh dari wawancara dibandingkan dengan hasil observasi, dokumentasi koordinat, serta interpretasi citra Google Earth Pro. Apabila ditemukan perbedaan informasi, dilakukan verifikasi langsung di lapangan untuk memastikan kesesuaian antara data spasial dan kondisi aktual wilayah penelitian. Goodchild dan Li [18] menjelaskan bahwa kualitas data geospasial sangat dipengaruhi oleh akurasi posisi, kelengkapan atribut, konsistensi data, dan mekanisme pembaruan informasi secara berkelanjutan.

Selain validasi teknis, penelitian ini juga menerapkan validasi sosial melalui diskusi dengan petani dan pemangku kepentingan lokal terhadap hasil peta yang telah disusun. Pendekatan ini bertujuan memastikan bahwa informasi yang dihasilkan tidak hanya akurat secara teknis, tetapi juga relevan dan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengelolaan usahatani. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan mampu memberikan rekomendasi yang aplikatif dan mendukung pengembangan sistem informasi pertanian desa yang berkelanjutan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum membahas hasil penelitian secara rinci, perlu disajikan gambaran umum mengenai lokasi penelitian sebagai dasar untuk memahami kondisi wilayah yang menjadi objek kajian. Deskripsi lokasi penelitian mencakup karakteristik geografis, kondisi pertanian, serta potensi sumber daya yang dimiliki Desa Suratmajan. Informasi ini penting karena kondisi wilayah memiliki pengaruh terhadap penerapan teknologi geospasial dan pengelolaan usahatani yang menjadi fokus penelitian.

3.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Desa Suratmajan merupakan salah satu wilayah yang memiliki aktivitas usahatani sebagai sektor utama penunjang perekonomian masyarakat. Karakteristik wilayah yang didominasi oleh lahan pertanian menjadikan kebutuhan terhadap informasi spasial semakin penting dalam mendukung proses perencanaan dan pengelolaan usaha tani. Sebaran lahan yang tidak seragam, variasi akses jalan produksi, perbedaan kondisi sumber air, serta keberadaan area yang rentan terhadap kendala budidaya menunjukkan bahwa setiap lokasi memiliki karakteristik yang berbeda dan memerlukan penanganan yang spesifik. Kondisi tersebut memperlihatkan pentingnya sistem informasi yang mampu mengintegrasikan berbagai informasi keruangan secara lebih sistematis [3], [4].

Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar petani telah memiliki pengetahuan lokal yang cukup baik mengenai kondisi lahan yang mereka kelola. Petani mampu mengidentifikasi area yang memiliki produktivitas tinggi, lokasi yang sering mengalami kekurangan air, jalur distribusi hasil panen, hingga wilayah yang berpotensi mengalami gangguan produksi. Namun demikian, informasi tersebut masih tersimpan dalam bentuk pengalaman individual dan belum terdokumentasi dalam sistem yang dapat diakses bersama oleh seluruh pemangku kepentingan. Kondisi ini menyebabkan proses pengambilan keputusan sering kali bergantung pada pengalaman masing-masing individu sehingga berpotensi menimbulkan perbedaan persepsi dalam penyusunan program pengembangan pertanian [14].

Keberadaan teknologi geospasial seperti ArcGIS dan Google Earth Pro memberikan peluang untuk mengubah pengetahuan lokal tersebut menjadi basis data spasial yang lebih terstruktur. Menurut Longley et al. [3], integrasi antara data spasial dan atribut nonspasial mampu menghasilkan informasi yang lebih komprehensif dibandingkan data konvensional. Informasi tersebut dapat digunakan untuk mendukung perencanaan penggunaan lahan, pengelolaan sumber daya, hingga evaluasi produktivitas pertanian secara berkelanjutan.

Dari sisi teknologi, sebagian besar petani telah mengenal penggunaan telepon pintar dan aplikasi navigasi berbasis lokasi. Meskipun demikian, pemanfaatan teknologi tersebut masih terbatas pada kebutuhan komunikasi dan transportasi sehari-hari. Penggunaan aplikasi geospasial untuk mendukung pengelolaan usahatani masih relatif rendah sehingga diperlukan upaya peningkatan kapasitas sumber daya manusia melalui pelatihan dan pendampingan berkelanjutan [12], [15]. Temuan ini menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi sistem pertanian berbasis geospasial tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan teknologi, tetapi juga oleh kemampuan pengguna dalam memahami dan memanfaatkan informasi yang dihasilkan.

3.2 Pemanfaatan Google Earth Pro untuk Observasi dan Inventarisasi Lahan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Google Earth Pro memiliki peran penting sebagai sarana observasi awal dan inventarisasi wilayah pertanian. Citra resolusi tinggi yang tersedia memungkinkan identifikasi awal terhadap pola penggunaan lahan, jaringan jalan, area permukiman, serta sumber daya pendukung kegiatan pertanian. Kemudahan penggunaan menjadi salah satu alasan mengapa platform ini dapat diterima dengan baik oleh petani dan perangkat desa dibandingkan perangkat lunak GIS yang lebih kompleks [6].

Pada tahap awal penelitian, Google Earth Pro digunakan untuk mengidentifikasi lokasi lahan pertanian, mengukur jarak antarobjek, serta menandai titik-titik yang memerlukan verifikasi lapangan. Informasi visual yang dihasilkan membantu peneliti dan informan memperoleh gambaran umum mengenai kondisi wilayah sebelum dilakukan survei secara langsung. Temuan ini sejalan dengan penelitian Campbell dan Shin [6] yang menyatakan bahwa citra digital dapat berfungsi sebagai media komunikasi spasial yang efektif dalam mendukung proses perencanaan berbasis lokasi.

Keterlibatan petani dalam proses identifikasi lokasi menggunakan Google Earth Pro menunjukkan bahwa visualisasi citra lebih mudah dipahami dibandingkan peta teknis yang menggunakan simbol dan atribut kompleks. Petani dapat dengan cepat mengenali posisi lahan, jalur distribusi hasil panen, maupun lokasi yang sering mengalami kendala produksi. Kondisi ini mendukung temuan Kraak dan Roth [15] yang menjelaskan bahwa keberhasilan komunikasi geospasial sangat dipengaruhi oleh kemampuan pengguna dalam memahami informasi visual yang disajikan.

Meskipun demikian, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa citra Google Earth Pro memiliki keterbatasan dalam menggambarkan kondisi aktual di lapangan. Beberapa perubahan penggunaan lahan, kondisi tanaman musiman, serta batas-batas petak tertentu tidak selalu terlihat secara jelas pada citra yang tersedia. Oleh karena itu, interpretasi citra perlu dikombinasikan dengan observasi lapangan agar informasi yang dihasilkan memiliki tingkat akurasi yang lebih baik [18]. Temuan ini memperkuat pendapat Khanal et al. [17] yang menekankan pentingnya integrasi antara data penginderaan jauh dan validasi lapangan dalam mendukung pengambilan keputusan pertanian.

Selain sebagai alat observasi, Google Earth Pro juga berfungsi sebagai media edukasi bagi masyarakat. Melalui visualisasi spasial, petani dapat memahami hubungan antara kondisi lahan, aksesibilitas, dan produktivitas secara lebih mudah. Proses ini tidak hanya meningkatkan pemahaman mengenai kondisi wilayah, tetapi juga mendorong munculnya diskusi partisipatif dalam menentukan prioritas pembangunan pertanian desa [16].

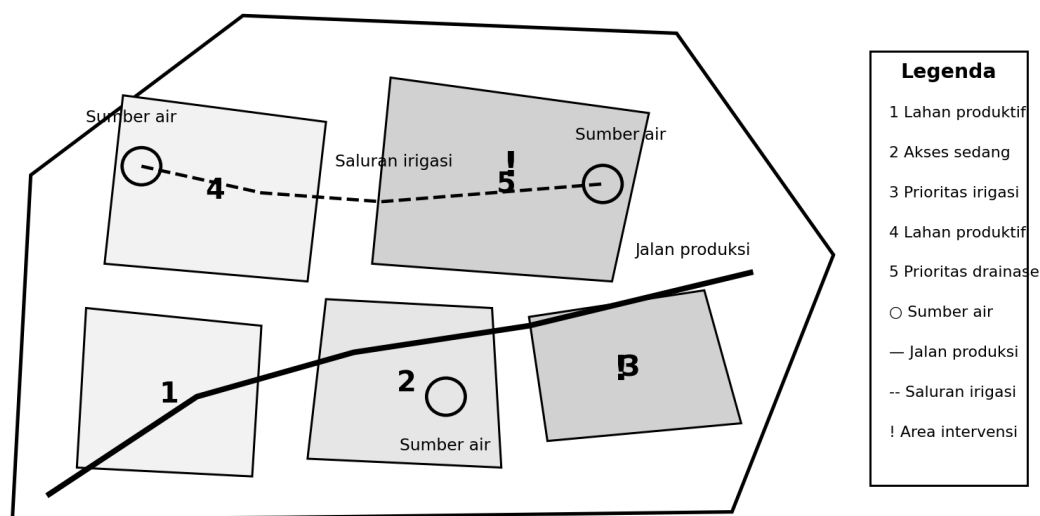
3.3 Pemanfaatan ArcGIS dalam Penyusunan Basis Data dan Peta Tematik Pertanian

ArcGIS digunakan sebagai perangkat utama dalam proses pengelolaan dan analisis data spasial yang diperoleh dari lapangan. Data koordinat yang telah dikumpulkan kemudian diintegrasikan ke dalam sistem untuk membentuk layer-layer informasi yang menggambarkan kondisi pertanian Desa Suratmajan. Menurut Bolstad [4], kemampuan ArcGIS dalam mengelola data spasial dan atribut secara terintegrasi menjadikannya salah satu perangkat yang efektif untuk mendukung sistem informasi pertanian.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ArcGIS mampu digunakan untuk menyusun berbagai jenis peta tematik yang relevan dengan kebutuhan pengelolaan usahatani. Peta tersebut meliputi peta sebaran lahan pertanian, peta akses jalan produksi, peta sumber air, peta area prioritas perbaikan, dan peta produktivitas relatif. Penyusunan peta tematik memungkinkan informasi yang sebelumnya tersebar pada berbagai sumber dapat ditampilkan dalam bentuk visual yang lebih mudah dipahami [3], [15].

Peta Tematik Hasil Integrasi Google Earth Pro dan ArcGIS

Inventarisasi lahan, akses produksi, sumber air, dan area prioritas intervensi



Sumber: Observasi lapangan, dokumentasi koordinat, interpretasi citra Google Earth Pro, dan pengolahan ArcGIS (2024).

Gambar 2. Peta tematik hasil integrasi Google Earth Pro dan ArcGIS untuk inventarisasi usahatani Desa Suratmajan.
Tabel 4. Ringkasan bukti pendukung hasil pemetaan tematik

Aspek Pemetaan	Temuan Utama	Implikasi Terhadap Produktivitas Usahatani
Sebaran lahan	Petak lahan tidak berada pada kondisi akses dan sumber daya yang sama	Perencanaan budidaya perlu mempertimbangkan karakter spesifik lokasi
Akses jalan produksi	Beberapa lahan relatif lebih jauh dari jalur distribusi utama	Prioritas perbaikan akses dapat menekan biaya angkut input dan hasil panen
Sumber air	Ketersediaan sumber air tidak merata antarlokasi lahan	Pemetaan membantu menentukan prioritas perbaikan irigasi
Area prioritas	Overlay menunjukkan area yang membutuhkan intervensi drainase, irigasi, atau pendampingan teknis	Intervensi menjadi lebih tepat sasaran dan berbasis bukti spasial
Validasi sosial	Petani dan perangkat desa memverifikasi hasil peta melalui diskusi lapangan	Data lebih relevan dengan kebutuhan pengambilan keputusan lokal

Peta akses jalan produksi memberikan informasi mengenai tingkat kemudahan distribusi input maupun hasil panen dari setiap lokasi lahan. Informasi ini penting karena biaya transportasi menjadi salah satu faktor yang memengaruhi efisiensi usaha tani. Petak lahan yang memiliki akses terbatas cenderung membutuhkan biaya operasional yang lebih tinggi dibandingkan lahan yang berada dekat dengan jalur distribusi utama. Temuan ini sejalan dengan konsep pertanian presisi yang menekankan pentingnya pengelolaan sumber daya berdasarkan karakteristik spesifik lokasi [10], [11].

Peta sumber air menjadi salah satu produk yang memiliki manfaat strategis dalam mendukung pengelolaan irigasi. Informasi mengenai lokasi sumber air, kondisi saluran, serta jarak terhadap lahan pertanian membantu petani dalam menentukan strategi pengairan yang lebih efisien. Menurut Weiss et al. [1] dan Amani et al. [2], informasi spasial mengenai sumber daya alam merupakan komponen penting dalam mendukung sistem pertanian yang berkelanjutan.

Selain itu, ArcGIS memungkinkan pengembangan basis data yang dapat diperbarui secara berkala. Setiap musim tanam, informasi mengenai hasil panen, kondisi tanaman, kendala produksi, maupun tindakan perbaikan dapat ditambahkan ke dalam atribut peta. Dengan demikian, peta tidak hanya berfungsi sebagai media visualisasi, tetapi juga menjadi arsip pembelajaran yang dapat digunakan untuk mengevaluasi efektivitas berbagai intervensi pertanian [12], [18].

Temuan penelitian menunjukkan bahwa integrasi ArcGIS dan Google Earth Pro mampu menghasilkan sistem informasi pertanian yang lebih komprehensif dibandingkan penggunaan salah satu teknologi secara terpisah. Google

Earth Pro berperan dalam menyediakan gambaran visual awal wilayah, sedangkan ArcGIS berfungsi sebagai alat analisis dan pengelolaan basis data. Kombinasi kedua teknologi tersebut mendukung proses inventarisasi lahan, perencanaan kegiatan budidaya, dan evaluasi produktivitas secara lebih sistematis [5], [7], [9].

3.4 Hubungan Informasi Spasial dengan Produktivitas Usahatani

Produktivitas usahatani pada dasarnya dipengaruhi oleh berbagai faktor yang memiliki dimensi keruangan, seperti kondisi lahan, ketersediaan sumber air, aksesibilitas, topografi, serta distribusi sarana produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi produktivitas antarpetak lahan di Desa Suratmajan tidak hanya dipengaruhi oleh teknik budidaya, tetapi juga oleh karakteristik lokasi masing-masing lahan. Oleh karena itu, informasi spasial menjadi instrumen penting dalam mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan produktivitas tersebut. Temuan ini sejalan dengan pendapat Weiss et al. [1] dan Sishodia et al. [10] yang menyatakan bahwa pemahaman terhadap variasi spasial merupakan dasar utama dalam pengelolaan pertanian yang lebih efektif.

Hasil observasi menunjukkan bahwa lahan yang memiliki akses lebih dekat terhadap sumber air cenderung menunjukkan kondisi pertumbuhan tanaman yang lebih baik dibandingkan lahan yang berada pada lokasi dengan keterbatasan pasokan air. Informasi mengenai distribusi sumber air yang divisualisasikan melalui peta tematik memungkinkan petani dan pemerintah desa mengidentifikasi wilayah yang memerlukan prioritas pembangunan infrastruktur irigasi. Dengan demikian, keputusan yang diambil menjadi lebih terarah dan berbasis kebutuhan aktual di lapangan. Temuan ini mendukung hasil penelitian Amani et al. [2] dan Hengl et al. [19] yang menegaskan bahwa data spasial dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sumber daya pertanian.

Selain faktor air, kondisi akses jalan produksi juga berpengaruh terhadap produktivitas usahatani. Lahan yang memiliki akses jalan yang baik memungkinkan distribusi sarana produksi dan hasil panen dilakukan dengan lebih cepat dan efisien. Sebaliknya, keterbatasan akses menyebabkan meningkatnya biaya transportasi dan berpotensi mengurangi keuntungan petani. Melalui pemetaan aksesibilitas menggunakan ArcGIS, area-area yang membutuhkan perbaikan infrastruktur dapat diidentifikasi secara lebih akurat. Temuan ini memperkuat kajian Wolfert et al. [12] yang menjelaskan bahwa integrasi data spasial dalam sistem pertanian mampu meningkatkan efisiensi rantai produksi dan distribusi.

Peta produktivitas yang disusun dalam penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan hasil produksi pada berbagai lokasi lahan. Perbedaan tersebut berkaitan dengan kombinasi faktor lingkungan, kondisi fisik lahan, dan tingkat akses terhadap sumber daya produksi. Informasi ini menjadi dasar dalam menentukan prioritas intervensi, seperti perbaikan drainase, peningkatan kualitas irigasi, maupun pendampingan teknis pada lokasi-lokasi yang memiliki produktivitas relatif rendah. Pendekatan ini sesuai dengan konsep precision agriculture yang dikembangkan oleh Cisternas et al. [11] dan Khanal et al. [17], yaitu pemberian perlakuan berdasarkan karakteristik spesifik setiap lokasi.

Pemanfaatan informasi spasial juga membantu meningkatkan efisiensi penggunaan input produksi. Melalui identifikasi lokasi yang mengalami kendala tertentu, petani dapat mengalokasikan pupuk, pestisida, dan tenaga kerja secara lebih tepat sasaran. Pendekatan tersebut berpotensi menurunkan biaya produksi sekaligus meningkatkan efektivitas pengelolaan lahan. Menurut Dong et al. [20], pengambilan keputusan berbasis lokasi mampu menghasilkan penggunaan sumber daya yang lebih optimal dibandingkan pendekatan konvensional yang bersifat seragam.

Temuan penelitian menunjukkan bahwa informasi spasial tidak secara langsung meningkatkan hasil panen, melainkan berfungsi sebagai dasar pengambilan keputusan yang lebih baik. Produktivitas meningkat ketika informasi yang diperoleh melalui peta digunakan untuk merancang tindakan nyata, seperti pengaturan jadwal tanam, penentuan prioritas pemeliharaan tanaman, maupun pembangunan infrastruktur pendukung. Dengan kata lain, manfaat utama teknologi geospasial terletak pada kemampuannya menghasilkan informasi yang mendukung proses manajemen usahatani berbasis bukti (evidence-based farming) [3], [12].

Keberadaan sistem informasi spasial juga memperkuat koordinasi antar pemangku kepentingan. Petani, kelompok tani, penyuluh, dan pemerintah desa memiliki referensi data yang sama dalam membahas permasalahan maupun merencanakan program pengembangan pertanian. Kesamaan referensi ini mengurangi potensi perbedaan persepsi dan meningkatkan efektivitas proses pengambilan keputusan. Brown dan Kytä [16] menyebutkan bahwa data spasial yang disusun secara partisipatif memiliki kemampuan lebih besar dalam mendukung kolaborasi dibandingkan data yang hanya disusun oleh pihak tertentu.

Berdasarkan hasil penelitian, hubungan antara informasi spasial dan produktivitas usahatani dapat dijelaskan melalui tiga jalur utama, yaitu peningkatan efisiensi penggunaan sumber daya, peningkatan ketepatan intervensi budidaya, dan penguatan koordinasi antaraktor pertanian. Ketiga jalur tersebut menunjukkan bahwa pengembangan sistem informasi pertanian berbasis ArcGIS dan Google Earth Pro berpotensi menjadi instrumen strategis dalam mendukung peningkatan produktivitas usahatani secara berkelanjutan [1], [10], [12].

3.5 Kesiapan Sumber Daya Manusia dan Kelembagaan

Keberhasilan implementasi sistem pertanian berbasis geospasial tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan perangkat lunak dan data, tetapi juga oleh kesiapan sumber daya manusia yang mengelola serta memanfaatkan informasi tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar petani di Desa Suratmajan telah terbiasa menggunakan telepon pintar dan aplikasi digital sederhana. Namun demikian, kemampuan dalam membaca peta,

memahami atribut spasial, dan mengoperasikan perangkat GIS masih relatif terbatas. Kondisi ini menunjukkan bahwa peningkatan literasi geospasial menjadi kebutuhan utama dalam proses pengembangan sistem informasi pertanian desa [12], [15].

Pelatihan yang diberikan kepada petani sebaiknya tidak berfokus pada aspek teknis perangkat lunak semata, tetapi juga pada pemahaman manfaat praktis penggunaan informasi spasial dalam kegiatan budidaya sehari-hari. Ketika petani dapat melihat hubungan langsung antara peta dengan peningkatan produktivitas atau efisiensi biaya produksi, tingkat penerimaan terhadap teknologi akan meningkat. Pendekatan ini sesuai dengan pandangan McCall [21] yang menekankan pentingnya pembelajaran berbasis pengalaman dalam pengembangan pemetaan partisipatif.

Selain faktor sumber daya manusia, aspek kelembagaan juga menjadi faktor penting dalam menjaga keberlanjutan sistem informasi pertanian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa data pertanian di Desa Suratmajan masih tersebar pada berbagai pihak dan belum memiliki standar pengelolaan yang baku. Kondisi ini berpotensi menyebabkan kehilangan data, inkonsistensi informasi, dan kesulitan dalam melakukan pembaruan secara berkala. Menurut Goodchild dan Li [18], kualitas sistem informasi spasial sangat dipengaruhi oleh tata kelola data yang jelas dan berkelanjutan.

Kelembagaan pengelola data diperlukan untuk memastikan bahwa proses pengumpulan, penyimpanan, validasi, dan pembaruan informasi dapat berjalan secara rutin. Dalam konteks desa, kelembagaan tersebut dapat melibatkan pemerintah desa, kelompok tani, penyuluh pertanian, serta perguruan tinggi sebagai mitra pendamping. Model kolaboratif ini memungkinkan pembagian tugas yang lebih jelas dan mengurangi ketergantungan terhadap individu tertentu [12], [14].

Peran perguruan tinggi dalam penelitian ini terbukti cukup penting, terutama dalam proses pengumpulan data, penyusunan basis data spasial, dan pendampingan teknis penggunaan ArcGIS maupun Google Earth Pro. Keterlibatan mahasiswa dan dosen tidak hanya membantu transfer pengetahuan, tetapi juga memperkuat implementasi Tri Dharma Perguruan Tinggi melalui kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Temuan ini sejalan dengan pandangan Kitchin [14] yang menyatakan bahwa pengembangan sistem data lokal memerlukan dukungan berbagai aktor untuk menjaga kualitas dan keberlanjutan informasi.

Tantangan lain yang ditemukan adalah belum adanya prosedur baku mengenai pembaruan data. Perubahan penggunaan lahan, pergantian komoditas, pembangunan infrastruktur, maupun munculnya kendala baru perlu dicatat secara berkala agar sistem tetap relevan. Tanpa mekanisme pembaruan yang jelas, manfaat peta dan basis data akan berkurang seiring berjalannya waktu [18], [22].

Berdasarkan hasil penelitian, kesiapan sumber daya manusia dan kelembagaan di Desa Suratmajan dapat dikategorikan berada pada tahap berkembang (*developing stage*). Terdapat minat yang cukup tinggi terhadap pemanfaatan teknologi geospasial, namun masih diperlukan peningkatan kapasitas, pembentukan kelembagaan pengelola data, serta penyusunan prosedur operasional yang mendukung keberlanjutan sistem informasi pertanian desa [3], [12], [21].

3.6 Analisis SWOT dan Strategi Optimalisasi Sistem Pertanian Berbasis ArcGIS dan Google Earth Pro

Analisis SWOT dilakukan untuk mengidentifikasi faktor internal dan eksternal yang memengaruhi pengembangan sistem pertanian berbasis ArcGIS dan Google Earth Pro di Desa Suratmajan. Analisis ini digunakan sebagai dasar penyusunan strategi yang realistis dan sesuai dengan kondisi lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat sejumlah kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman yang perlu dipertimbangkan dalam proses implementasi teknologi geospasial [12].

Kekuatan utama terletak pada keberadaan pengetahuan lokal petani yang cukup baik mengenai karakteristik lahan dan aktivitas pertanian. Selain itu, Google Earth Pro relatif mudah digunakan dan diterima oleh masyarakat karena menyediakan visualisasi yang sederhana dan mudah dipahami. ArcGIS juga memiliki kemampuan yang kuat dalam mengelola data spasial dan menyusun berbagai jenis peta tematik yang mendukung pengambilan keputusan [3], [4], [15].

Kelemahan utama yang ditemukan adalah rendahnya literasi geospasial, belum tersedianya basis data lahan yang baku, serta keterbatasan perangkat dan sumber daya manusia yang mampu mengelola sistem secara mandiri. Kondisi tersebut menyebabkan pemanfaatan teknologi masih bergantung pada pendampingan dari pihak luar dan belum sepenuhnya terintegrasi dalam kegiatan pertanian sehari-hari [12], [18].

Dari sisi peluang, meningkatnya kebutuhan terhadap data pertanian berbasis lokasi menjadi faktor yang sangat mendukung pengembangan sistem informasi geospasial. Pemerintah daerah, kelompok tani, dan lembaga pendidikan memiliki kepentingan yang sama dalam meningkatkan kualitas perencanaan pertanian. Selain itu, perkembangan teknologi digital yang semakin mudah diakses membuka peluang bagi penerapan sistem pertanian berbasis data pada tingkat desa [7], [20].

Ancaman yang dihadapi antara lain keterbatasan pembaruan citra, potensi kesalahan interpretasi data, sensitivitas informasi kepemilikan lahan, serta kemungkinan terhentinya sistem apabila tidak terdapat pengelola yang bertanggung jawab secara berkelanjutan. Leszczynski [22] menjelaskan bahwa aspek etika dan privasi data menjadi isu penting dalam pengelolaan informasi geospasial karena berkaitan dengan hak akses dan kepemilikan data.

Berdasarkan kombinasi faktor kekuatan dan peluang (strategi SO), pengembangan sistem dapat dilakukan melalui pemanfaatan pengetahuan lokal petani dan dukungan perguruan tinggi untuk menyusun peta tematik yang mendukung kegiatan budidaya. Pemetaan partisipatif dapat dijadikan sarana untuk meningkatkan kualitas data sekaligus memperkuat keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan sistem informasi pertanian [16], [21].

Strategi WO (Weaknesses–Opportunities) diarahkan pada peningkatan kapasitas sumber daya manusia melalui pelatihan geospasial berbasis praktik dan penyusunan format data yang sederhana. Pendekatan ini bertujuan mengurangi hambatan teknis sekaligus memanfaatkan peluang berkembangnya teknologi digital dalam sektor pertanian [12], [15].

Strategi ST (Strengths–Threats) dilakukan melalui validasi lapangan secara berkala untuk mengurangi risiko kesalahan interpretasi data dan menjaga kualitas informasi yang digunakan dalam pengambilan keputusan. Selain itu, pengembangan pedoman pengelolaan data menjadi langkah penting untuk memastikan keamanan dan etika penggunaan informasi spasial [18], [22].

Strategi WT (Weaknesses–Threats) berfokus pada pembentukan kelembagaan pengelola data pertanian desa yang bertanggung jawab terhadap proses pengumpulan, penyimpanan, pembaruan, dan distribusi informasi. Pembentukan kelembagaan ini menjadi kunci keberlanjutan sistem karena mampu mengurangi ketergantungan terhadap individu tertentu serta memastikan bahwa teknologi geospasial dapat terus dimanfaatkan dalam jangka panjang [14], [18].

Secara keseluruhan, hasil analisis SWOT menunjukkan bahwa peluang pengembangan sistem pertanian berbasis ArcGIS dan Google Earth Pro di Desa Suratmajan lebih besar dibandingkan tantangan yang dihadapi. Dengan dukungan pelatihan, penguatan kelembagaan, pembaruan data secara berkala, dan keterlibatan berbagai pemangku kepentingan, sistem informasi pertanian berbasis geospasial berpotensi menjadi instrumen penting dalam meningkatkan produktivitas usahatani serta mendukung pembangunan pertanian yang berkelanjutan [1], [3], [12], [21].

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi geospasial melalui ArcGIS dan Google Earth Pro memiliki peran penting dalam mendukung pengelolaan pertanian berbasis data di Desa Suratmajan. Integrasi kedua teknologi tersebut mampu menghasilkan informasi spasial yang lebih sistematis mengenai kondisi lahan, akses jalan produksi, sumber daya air, serta berbagai faktor yang memengaruhi produktivitas usahatani. Informasi yang sebelumnya tersebar dalam bentuk pengetahuan lokal petani dapat didokumentasikan menjadi basis data yang lebih terstruktur dan mudah digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa informasi spasial memiliki hubungan yang erat dengan produktivitas usahatani. Pemetaan kondisi lahan, aksesibilitas, dan sumber daya pendukung memungkinkan identifikasi wilayah prioritas yang memerlukan intervensi tertentu sehingga penggunaan input produksi dapat dilakukan secara lebih efisien. Selain itu, visualisasi data dalam bentuk peta tematik mempermudah komunikasi antarpetani, kelompok tani, penyuluh, dan pemerintah desa dalam merencanakan kegiatan pembangunan pertanian.

Implementasi sistem pertanian berbasis ArcGIS dan Google Earth Pro juga dipengaruhi oleh kesiapan sumber daya manusia dan kelembagaan. Meskipun sebagian besar petani telah terbiasa menggunakan perangkat digital sederhana, kemampuan dalam mengelola dan memanfaatkan data geospasial masih perlu ditingkatkan. Oleh karena itu, pelatihan berkelanjutan, pendampingan teknis, serta penguatan literasi geospasial menjadi faktor penting dalam mendukung keberhasilan implementasi teknologi ini di tingkat desa.

Dari hasil analisis SWOT diketahui bahwa pengembangan sistem informasi pertanian berbasis geospasial memiliki peluang yang cukup besar untuk diterapkan secara berkelanjutan. Kekuatan berupa pengetahuan lokal masyarakat dan dukungan lembaga pendidikan dapat dimanfaatkan untuk mengatasi berbagai kelemahan yang masih ada, seperti keterbatasan kapasitas teknis dan belum tersedianya sistem pengelolaan data yang baku. Peluang perkembangan teknologi digital dan meningkatnya kebutuhan terhadap data pertanian berbasis lokasi juga menjadi faktor pendukung yang signifikan.

Berdasarkan temuan penelitian, strategi optimalisasi yang direkomendasikan meliputi pembentukan kelembagaan pengelola data pertanian desa, penyusunan basis data spasial yang terstandar, pelaksanaan pelatihan geospasial berbasis praktik, serta pembaruan data secara berkala. Selain itu, integrasi hasil pemetaan dengan kegiatan penyuluhan dan perencanaan pembangunan desa perlu terus diperkuat agar manfaat teknologi geospasial dapat dirasakan secara langsung oleh petani.

Secara keseluruhan, optimalisasi sistem pertanian berbasis ArcGIS dan Google Earth Pro berpotensi meningkatkan efektivitas pengelolaan usahatani melalui penyediaan informasi yang lebih akurat, terintegrasi, dan mudah diakses. Dengan dukungan sumber daya manusia yang memadai, kelembagaan yang kuat, serta komitmen untuk memperbarui data secara berkelanjutan, sistem informasi pertanian berbasis geospasial dapat menjadi instrumen strategis dalam mewujudkan pertanian yang produktif, efisien, dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Pemerintah Desa Suratmajan, kelompok tani, serta seluruh informan yang telah memberikan dukungan dan informasi selama pelaksanaan penelitian. Apresiasi juga disampaikan

kepada Universitas Doktor Nugroho Magetan yang telah memberikan dukungan akademik sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih diberikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses pengumpulan data, pengolahan informasi spasial, serta penyusunan artikel ilmiah ini. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan sistem pertanian berbasis teknologi geospasial di tingkat desa maupun wilayah lainnya.

REFERENSI

- [1] M. Weiss, F. Jacob, and G. Duveiller, "Remote sensing for agricultural applications: A meta-review," *Remote Sensing of Environment*, vol. 236, pp. 1–15, 2020.
- [2] M. Amani, S. Mahdavi, B. Brisco, and J. Huang, "Remote sensing applications for precision agriculture: A review," *Remote Sensing*, vol. 12, no. 19, pp. 1–24, 2020.
- [3] P. A. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire, and D. W. Rhind, *Geographic Information Systems and Science*, 5th ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2021.
- [4] P. Bolstad, *GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems*, 7th ed. White Bear Lake, MN, USA: Eider Press, 2022.
- [5] M. de Smith, M. Goodchild, and P. Longley, *Geospatial Analysis: A Comprehensive Guide*, 7th ed. Leicester, UK: Winchelsea Press, 2021.
- [6] J. B. Campbell and M. Shin, *Introduction to Remote Sensing*, 6th ed. New York, NY, USA: Guilford Press, 2020.
- [7] J. Chang, "Integration of GIS and Earth observation technologies for sustainable agriculture," *International Journal of Agricultural Technology*, vol. 17, no. 4, pp. 1123–1137, 2021.
- [8] B. Pham, T. Nguyen, and H. Tran, "Spatial information systems in agricultural planning and development," *Sustainability*, vol. 14, no. 8, pp. 1–18, 2022.
- [9] R. Bareth, M. Aasen, and M. Bendig, "Advances in precision agriculture using geospatial technologies," *Agronomy*, vol. 11, no. 5, pp. 1–20, 2021.
- [10] R. P. Sishodia, R. L. Ray, and S. K. Singh, "Applications of remote sensing in precision agriculture: A review," *Remote Sensing*, vol. 12, no. 19, pp. 1–29, 2020.
- [11] L. A. Cisternas, A. Velásquez, and M. Caro, "Precision agriculture and sustainable crop management: A review," *Agricultural Systems*, vol. 187, pp. 1–12, 2020.
- [12] S. Wolfert, L. Ge, C. Verdouw, and M. J. Bogaardt, "Big data in smart farming: Challenges and opportunities," *Agricultural Systems*, vol. 189, pp. 1–13, 2021.
- [13] W. Dong, H. Yang, and J. Liu, "Geospatial technologies for agricultural sustainability assessment," *Journal of Environmental Management*, vol. 276, pp. 1–11, 2020.
- [14] R. Kitchin, *The Data Revolution: Power, Data and Knowledge Infrastructure*, 2nd ed. London, U.K.: Sage Publications, 2021.
- [15] M. J. Kraak and R. E. Roth, *Thematic Cartography and Geovisualization*, 5th ed. New York, NY, USA: Routledge, 2021.
- [16] G. Brown and M. Kytä, "Key issues and priorities in participatory mapping," *Landscape and Urban Planning*, vol. 204, pp. 1–11, 2020.
- [17] S. Khanal, J. Fulton, and S. Shearer, "An overview of precision agriculture technologies and challenges," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 170, pp. 1–13, 2020.
- [18] M. F. Goodchild and W. Li, "GeoAI: Artificial intelligence and the future of geographic information science," *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 35, no. 8, pp. 1–17, 2021.
- [19] T. Hengl, J. M. de Jesus, and G. B. M. Heuvelink, "Soil mapping and digital agriculture applications," *Geoderma*, vol. 376, pp. 1–14, 2020.
- [20] W. Dong, X. Zhang, and H. Liu, "Spatial decision support systems for sustainable agricultural development," *Sustainability*, vol. 12, no. 18, pp. 1–16, 2020.
- [21] M. K. McCall, "Participatory mapping and community-based geographic information systems," *Cartography and Geographic Information Science*, vol. 48, no. 3, pp. 201–214, 2021.
- [22] A. Leszczynski, "Data ethics, privacy and governance in digital geographies," *Progress in Human Geography*, vol. 44, no. 6, pp. 1–15, 2020.