

Analisis Penerapan Smart Agriculture Dalam Monitoring Kelembaban Tanah Terhadap Pertumbuhan Tanaman

M. Husnol Hidayat ^{1)*} , Verditya Puja Dharmawan ²⁾ , Rafael Ainur Hayat ³⁾

^{1) 2) 3)} Universitas Madura, Pamekasan, Indonesia

¹⁾husnolhidayat81@gmail.com, ²⁾pujaverdit@gmail.com, ³⁾rafaelhayat29@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh perkembangan Smart Agriculture, yang memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan pertanian secara lebih akurat melalui pendekatan berbasis data. Kelembaban tanah merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi pertumbuhan tanaman; namun, dalam praktik konvensional, pemantauan tersebut masih sering dilakukan secara manual dan kurang akurat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan Smart Agriculture dalam pemantauan kelembaban tanah serta mengkaji hubungannya dengan pertumbuhan tanaman. Metode yang digunakan adalah tinjauan pustaka dengan pendekatan deskriptif-analitis, di mana data diperoleh dari berbagai sumber literatur dan dianalisis untuk mengidentifikasi pola hubungan antara kelembaban tanah dan indikator pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan non-linear antara kelembaban tanah dan pertumbuhan tanaman, dengan pertumbuhan optimal terjadi pada kisaran kelembaban tanah 20%–50% volumetrik. Kondisi di bawah 20% mengakibatkan pertumbuhan terhambat, sedangkan tingkat di atas 50% menyebabkan pertumbuhan berkurang akibat genangan air. Indikator pertumbuhan seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan kondisi visual menunjukkan kinerja terbaik pada kondisi kelembaban tanah yang optimal. Kesimpulan dari penelitian ini menegaskan bahwa penerapan Pertanian Cerdas dalam pemantauan kelembaban tanah dapat mendukung pengambilan keputusan berbasis data yang lebih akurat dalam pengelolaan pertanian. Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut guna mengembangkan penerapan langsung sistem berbasis IoT guna meningkatkan akurasi dan efisiensi pemantauan.

Kata kunci: Pertanian Cerdas, Kelembaban Tanah, Pertumbuhan Tanaman, Pemantauan Berbasis Data, Analisis Pertanian

Article history: Received 5 April 2026, first decision 22 April 2026, accepted 22 August 2026, available online 28 October 2026

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di bidang ilmu komputer telah mendorong transformasi signifikan di berbagai sektor, termasuk pertanian. Salah satu pendekatan yang berkembang pesat adalah Pertanian Cerdas, yang melibatkan penerapan teknologi digital untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan dalam kegiatan pertanian[1]. Konsep ini memanfaatkan integrasi sensor, jaringan komunikasi, dan analisis data untuk memberikan informasi yang akurat dan real-time kepada para petani. Dengan demikian, pengambilan keputusan dapat didasarkan pada data, bukan sekadar pengalaman atau intuisi[2], [3]. Dalam praktiknya, salah satu parameter lingkungan yang sangat memengaruhi keberhasilan budidaya tanaman adalah kelembaban tanah. Kelembaban tanah berkaitan erat dengan ketersediaan air yang dibutuhkan tanaman untuk proses fisiologis seperti fotosintesis dan penyerapan nutrisi. Kondisi tanah yang terlalu kering dapat menyebabkan tanaman mengalami stres air, sedangkan kondisi yang terlalu basah dapat memicu busuk akar dan perkembangan penyakit[4], [5]. Oleh karena itu, pemantauan kelembaban tanah merupakan aspek penting dalam pengelolaan pertanian modern[6].

Namun, dalam banyak praktik pertanian konvensional, pemantauan kelembaban tanah masih dilakukan secara manual dan bersifat subjektif[7]. Para petani umumnya mengandalkan pengamatan visual atau pengalaman empiris tanpa didukung oleh data yang dapat diukur. Pendekatan ini dapat menyebabkan ketidakakuratan dalam menentukan waktu dan volume irigasi, yang pada akhirnya dapat mengakibatkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen[8], [9]. Keterbatasan ini menyoroti perlunya pendekatan yang lebih sistematis dan berbasis data dalam mengelola kondisi lingkungan pertanian. Dengan kemajuan teknologi, penerapan konsep Pertanian Cerdas telah membuka peluang untuk pemantauan kondisi tanah yang lebih akurat dan efisien[10], [11]. Melalui penggunaan sensor kelembaban tanah yang terintegrasi dengan sistem digital, data dapat dikumpulkan dan dianalisis secara terus-menerus untuk memberikan gambaran kondisi lingkungan secara real-time[12]. Data ini tidak hanya digunakan untuk pemantauan, tetapi juga

* M. Husnol Hidayat

dapat dianalisis lebih lanjut untuk memahami hubungan antara kondisi kelembaban tanah dan pertumbuhan tanaman[13].

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara tingkat kelembaban tanah dan laju pertumbuhan tanaman. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada aspek teknis pengembangan sistem atau perangkat, sementara penelitian yang secara khusus menganalisis penerapan Smart Agriculture dalam konteks hubungan antara data kelembaban tanah dan pertumbuhan tanaman masih relatif terbatas[14], [15]. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang lebih mendalam untuk mengeksplorasi bagaimana data kelembaban tanah yang diperoleh melalui pendekatan Smart Agriculture dapat dimanfaatkan secara optimal untuk mendukung pertumbuhan tanaman[16]. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan Smart Agriculture dalam pemantauan kelembaban tanah dan mengkaji dampaknya terhadap pertumbuhan tanaman. Penelitian ini tidak hanya menekankan aspek teknologi, tetapi juga pemanfaatan data yang dihasilkan untuk memahami pola hubungan antara variabel lingkungan dan respons tanaman[17], [18]. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan metode pemantauan berbasis data yang lebih efektif di sektor pertanian[19].

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada pendekatan analitis berbasis data, di mana data kelembaban tanah dikumpulkan melalui tinjauan pustaka dan sumber data yang relevan, kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi pola dan hubungan dengan indikator pertumbuhan tanaman[20], [21]. Pendekatan ini memungkinkan para peneliti untuk melakukan interpretasi yang komprehensif tanpa harus mengembangkan sistem secara langsung, sehingga tetap relevan dalam konteks penelitian di bidang Pengantar Penelitian Informatika[20], [22]. Kontribusi utama penelitian ini adalah memberikan pemahaman konseptual dan analitis mengenai pentingnya integrasi teknologi dalam manajemen pertanian, khususnya dalam pemantauan kelembaban tanah. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pengembangan penelitian lanjutan yang lebih terapan, serta memberikan wawasan bagi praktisi pertanian dalam memanfaatkan teknologi untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi[23].

II. TINJAUAN PUSTAKA

Kemajuan teknologi informasi telah memberikan kontribusi yang signifikan terhadap transformasi sektor pertanian melalui penerapan teknologi digital[24]. Salah satu konsep yang menjadi fokus utama adalah Pertanian Cerdas, yang mengintegrasikan teknologi informasi, sensor, dan analisis data untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data[25], [26]. Pendekatan ini memungkinkan proses pertanian menjadi lebih terukur, efisien, dan adaptif terhadap kondisi lingkungan yang terus berubah. Smart Agriculture memainkan peran penting dalam mengatasi keterbatasan metode pertanian konvensional, yang masih mengandalkan pengamatan manual[27]. Dengan sistem pemantauan berbasis teknologi, kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah dapat dipantau secara terus-menerus. Data yang dihasilkan tidak hanya berfungsi sebagai informasi, tetapi juga sebagai dasar analisis untuk memahami pola dan hubungan antara variabel lingkungan dan pertumbuhan tanaman[28], [29].

Salah satu parameter utama dalam Pertanian Cerdas adalah kelembaban tanah. Kelembaban tanah merupakan indikator penting yang memengaruhi ketersediaan air bagi tanaman[30]. Air memainkan peran vital dalam proses fisiologis tanaman, termasuk fotosintesis, transportasi nutrisi, dan pertumbuhan sel. Oleh karena itu, kondisi kelembaban tanah yang optimal sangat penting untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang maksimal. Ketidakseimbangan tingkat kelembaban tanah dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan, baik dalam bentuk kekeringan maupun genangan air. Dalam konteks pemantauan, teknologi sensor merupakan komponen kunci dalam mengukur kelembaban tanah[31], [32]. Sensor bekerja dengan mendeteksi kandungan air di dalam tanah dan mengubahnya menjadi data yang dapat diproses secara digital. Data ini kemudian dapat digunakan untuk memantau kondisi tanah secara real-time, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat. Penggunaan sensor dalam Pertanian Cerdas juga memungkinkan pengumpulan data dalam jumlah besar yang dapat dianalisis untuk mengidentifikasi pola-pola tertentu[33].

Selain aspek teknologi, analisis data memainkan peran penting dalam memahami hubungan antara kelembaban tanah dan pertumbuhan tanaman. Data kelembaban tanah yang terkumpul dapat dibandingkan dengan indikator pertumbuhan tanaman seperti tinggi tanaman, jumlah daun, atau kondisi visual tanaman. Melalui analisis ini, kondisi kelembaban tanah yang paling optimal untuk pertumbuhan tanaman dapat diidentifikasi[34], [35]. Pendekatan ini sejalan dengan konsep pengambilan keputusan berbasis data, yang menjadi ciri khas bidang ilmu komputer. Pertumbuhan tanaman itu sendiri merupakan proses biologis yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik internal maupun eksternal. Faktor eksternal seperti kondisi tanah, air, dan lingkungan memainkan peran dominan dalam menentukan keberhasilan pertumbuhan[36]. Dalam konteks ini, kelembaban tanah merupakan salah satu variabel kunci yang dapat dikendalikan

melalui pemantauan yang tepat. Dengan data yang akurat, petani atau pengguna sistem dapat menentukan tindakan yang tepat untuk menjaga kondisi tanah yang optimal[37].

Sejalan dengan pendekatan analitis dalam studi ini, penelitian tentang penerapan Smart Agriculture tidak hanya berfokus pada pengembangan sistem, tetapi juga pada pemanfaatan data yang dihasilkan. Analisis data kelembaban tanah memberikan wawasan tentang pola hubungan antara kondisi lingkungan dan respons tanaman. Hal ini sangat penting untuk mendukung pengembangan metode pertanian yang lebih efisien dan berbasis bukti[38], [39].

III. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan analitis berbasis data dalam bidang Ilmu Komputer, dengan fokus pada pemahaman hubungan antara kelembaban tanah dan pertumbuhan tanaman melalui penerapan konsep Pertanian Cerdas. Metode yang digunakan tidak menekankan pada pengembangan sistem secara langsung, melainkan pada analisis data yang relevan untuk mengidentifikasi pola hubungan di antara variabel-variabel yang diteliti[40]. Pendekatan ini dipilih agar selaras dengan tujuan penelitian, yaitu mengeksplorasi pemanfaatan data kelembaban tanah dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Desain penelitian yang digunakan adalah deskriptif-analitis. Pendekatan deskriptif digunakan untuk mengkarakterisasi data kelembaban tanah dan pertumbuhan tanaman, sedangkan pendekatan analitis digunakan untuk mengkaji hubungan antara kedua variabel tersebut[41], [42]. Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari tinjauan pustaka, laporan penelitian sebelumnya, dan data sekunder yang relevan dengan topik Pertanian Cerdas dan pemantauan kelembaban tanah.

Proses penelitian dimulai dengan identifikasi masalah, khususnya keterbatasan metode konvensional dalam memantau kelembaban tanah, yang berdampak pada pertumbuhan tanaman. Selanjutnya, data dikumpulkan melalui tinjauan pustaka yang mencakup berbagai sumber terkait kelembaban tanah, pertumbuhan tanaman, dan penerapan teknologi di bidang pertanian[43], [44]. Data yang diperoleh kemudian diklasifikasikan berdasarkan variabel yang diteliti: data kelembaban tanah dan indikator pertumbuhan tanaman. Setelah proses pengumpulan data, dilanjutkan dengan tahap pengolahan dan analisis data. Analisis tersebut melibatkan perbandingan nilai kelembaban tanah dengan indikator pertumbuhan tanaman untuk mengidentifikasi pola hubungan. Pendekatan analisis kualitatif-deskriptif digunakan, dengan penekanan pada interpretasi data yang diperoleh dari berbagai sumber[45]. Pada tahap ini, data disusun ke dalam tabel atau grafik untuk memudahkan proses analisis dan interpretasi.

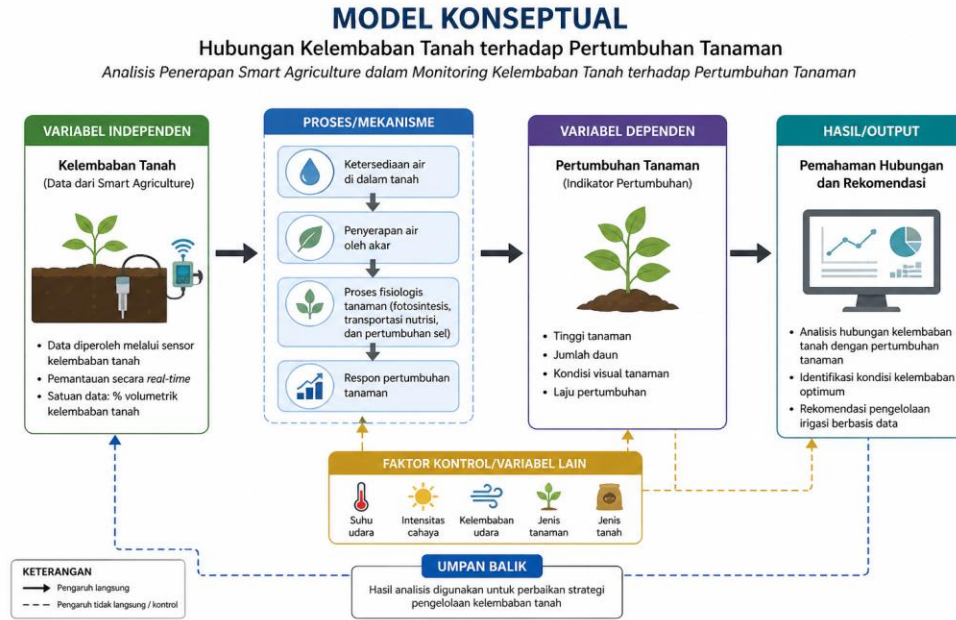
Berikut merupakan gambaran alur metode penelitian yang digunakan:



Gambar 1. Diagram alur penelitian (dapat disesuaikan dengan kebutuhan visualisasi)

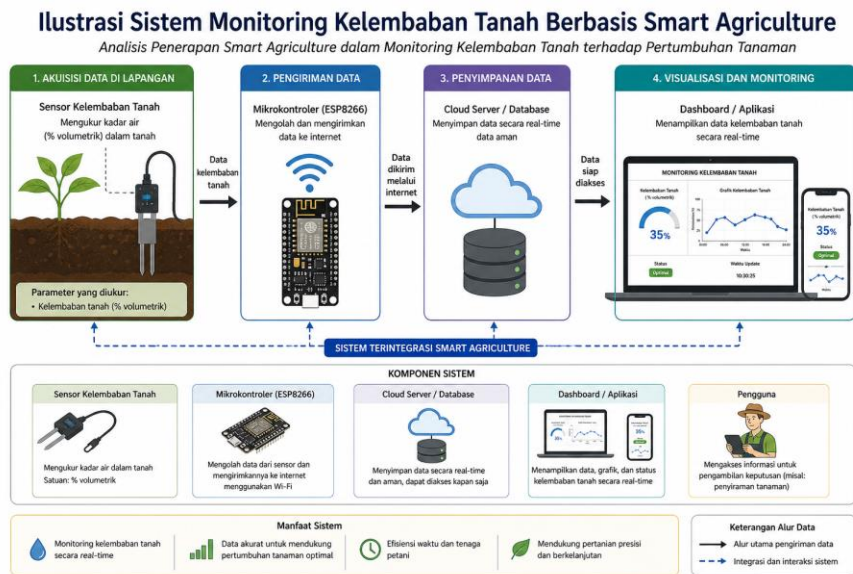
Diagram alur tersebut menggambarkan bahwa penelitian dimulai dengan identifikasi masalah, dilanjutkan dengan pengumpulan data, pengolahan data, analisis, dan akhirnya penarikan kesimpulan. Setiap tahap saling terkait untuk memastikan analisis yang sistematis dan terstruktur[46], [47].

Selain itu, untuk memperjelas hubungan antara kelembaban tanah dan pertumbuhan tanaman, digunakan model konseptual berikut:



Gambar 2. Model konseptual hubungan kelembaban tanah terhadap pertumbuhan tanaman

Model konseptual tersebut menggambarkan bahwa kelembaban tanah, sebagai variabel independen, memengaruhi pertumbuhan tanaman, yang merupakan variabel dependen. Data kelembaban tanah yang diperoleh melalui pendekatan Pertanian Cerdas dianalisis untuk memahami dampaknya terhadap kondisi pertumbuhan tanaman[48], [49].



Gambar 3. Ilustrasi sistem monitoring kelembaban tanah berbasis Smart Agriculture

Ilustrasi sistem pemantauan kelembaban tanah berbasis Pertanian Cerdas ditunjukkan pada Gambar 3. Secara konseptual, sistem ini terdiri dari sensor kelembaban tanah yang mengukur kadar air di dalam tanah; data tersebut kemudian dikirimkan dan digunakan sebagai dasar untuk menganalisis hubungannya dengan pertumbuhan tanaman. Meskipun penelitian ini tidak secara langsung mengembangkan sistem tersebut, pemahaman mengenai arsitektur sistem tetap diperlukan untuk mendukung proses analisis data[50].

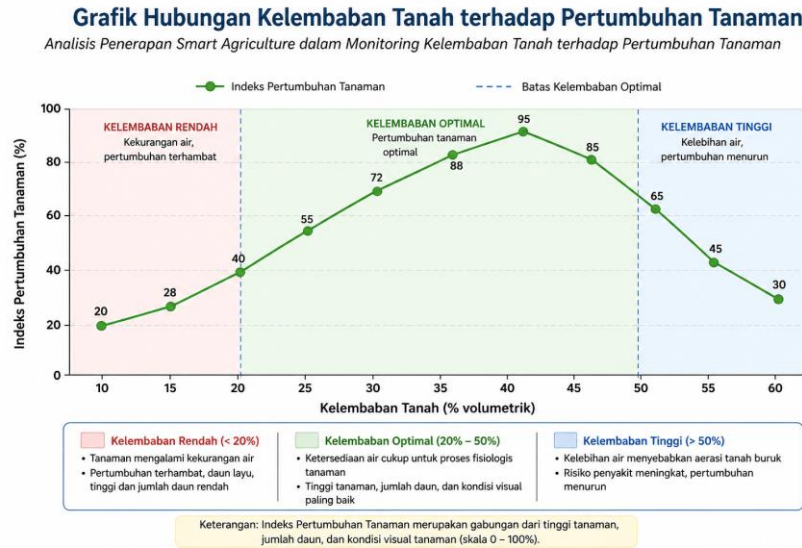
IV. HASIL

1. Hasil Analisis Data Kelembaban Tanah

Berdasarkan analisis data, kelembaban tanah dapat dikategorikan menjadi tiga kondisi utama: rendah, optimal, dan tinggi. Setiap kondisi memiliki dampak yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman.

- Kelembaban rendah: tanaman mengalami kekurangan air, yang ditandai dengan pertumbuhan lambat dan daun layu.
- Kelembaban optimal: tanaman menunjukkan pertumbuhan yang baik, dengan peningkatan signifikan pada tinggi tanaman dan jumlah daun.
- Kelembaban tinggi: terjadi kelebihan air, yang dapat menghambat pertumbuhan akar dan memicu penyakit.

Untuk memperjelas hubungan ini, grafik berikut menggambarkan pola hubungan antara kelembaban tanah dan pertumbuhan tanaman:



Gambar 4. Grafik hubungan kelembaban tanah terhadap pertumbuhan tanaman

Grafik tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman meningkat seiring dengan meningkatnya kelembaban tanah hingga mencapai titik optimal. Setelah melewati titik tersebut, pertumbuhan tanaman cenderung menurun. Pola ini menunjukkan adanya hubungan non-linear antara kedua variabel tersebut.

2. Hasil Analisis Indikator Pertumbuhan Tanaman

Indikator pertumbuhan tanaman dalam penelitian ini meliputi:

- Tinggi tanaman
- Jumlah daun
- Kondisi visual tanaman

Hasil analisis menunjukkan bahwa kondisi kelembaban tanah yang optimal berdampak positif terhadap semua indikator pertumbuhan tersebut. Tanaman dalam kondisi ini menunjukkan tinggi maksimum, jumlah daun yang lebih banyak, dan kondisi visual yang lebih sehat dibandingkan dengan kondisi lainnya. Sebaliknya, pada kondisi kelembaban yang kurang optimal—baik terlalu rendah maupun terlalu tinggi terjadi penurunan pada indikator pertumbuhan. Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan kelembaban tanah yang tepat merupakan faktor kunci dalam mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal.

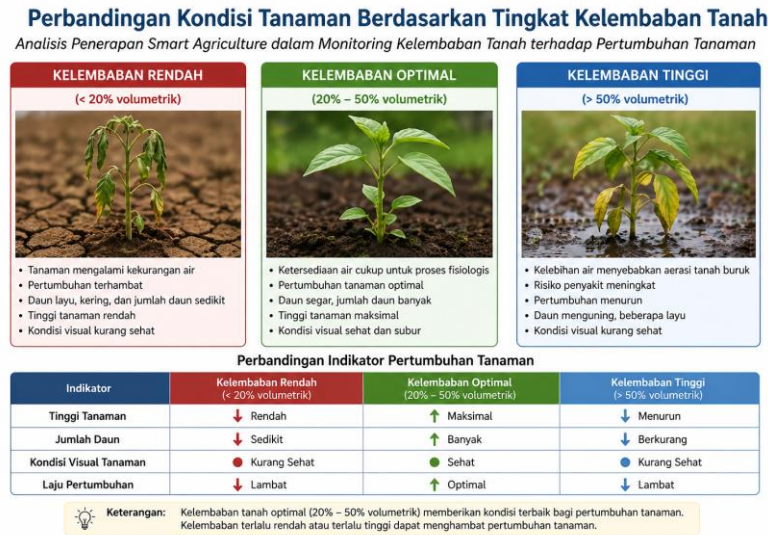
3. Interpretasi Penerapan Smart Agriculture

Penerapan Smart Agriculture dalam konteks penelitian ini berfungsi sebagai pendekatan untuk memperoleh data kelembaban tanah yang akurat dan berkelanjutan. Dengan data ini, proses pemantauan menjadi lebih terstruktur dan berbasis informasi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa:

- Data kelembaban tanah dapat digunakan untuk mengidentifikasi kondisi optimal bagi tanaman.
- Pemantauan berbasis data memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih akurat.
- Hubungan antara kelembaban tanah dan pertumbuhan tanaman dapat dipahami secara lebih sistematis.

Untuk memperkuat hasil analisis tersebut, berikut adalah ilustrasi yang membandingkan kondisi tanaman berdasarkan tingkat kelembaban tanah:



Gambar 5. Perbandingan kondisi tanaman berdasarkan tingkat kelembaban tanah

Gambar tersebut memperlihatkan perbedaan visual tanaman pada kondisi kelembaban yang berbeda, yang mendukung hasil analisis bahwa kelembaban tanah berpengaruh langsung terhadap kondisi fisik dan pertumbuhan tanaman.

V. PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan Smart Agriculture dalam pemantauan kelembaban tanah berkontribusi signifikan terhadap pemahaman hubungan antara kondisi lingkungan dan pertumbuhan tanaman. Berdasarkan analisis data yang dilakukan, terlihat jelas bahwa kelembaban tanah memiliki korelasi yang jelas dengan indikator pertumbuhan tanaman. Tingkat kelembaban tanah yang optimal terbukti memberikan dampak paling positif terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan kondisi visual tanaman. Sebaliknya, kondisi kelembaban yang terlalu rendah atau terlalu tinggi justru menghambat pertumbuhan, sehingga menyoroti pentingnya pengelolaan kelembaban tanah yang tepat. Pendekatan berbasis data dalam penelitian ini merupakan salah satu kekuatan utamanya, karena informasi yang diperoleh tidak hanya bersifat deskriptif tetapi juga analitis. Hal ini sejalan dengan peran Ilmu Komputer, yang menekankan penggunaan data sebagai landasan pengambilan keputusan. Dengan data kelembaban tanah yang terstruktur, proses identifikasi kondisi optimal menjadi lebih mudah dan lebih objektif. Selain itu, penggunaan konsep Smart Agriculture memungkinkan pemantauan berkelanjutan, sehingga perubahan lingkungan dapat terdeteksi lebih cepat.

Secara konseptual, temuan penelitian ini juga memperkuat gagasan bahwa integrasi teknologi dan analisis data merupakan kunci bagi perkembangan pertanian modern. Meskipun penelitian ini tidak secara langsung menerapkan sistem berbasis IoT, pemahaman mengenai alur kerja sistem pemantauan tetap menjadi komponen penting dalam mendukung analisis. Oleh karena itu, penelitian ini tetap relevan dalam konteks Pengantar Penelitian Ilmu Komputer, karena menggabungkan aspek teknologi, data, dan analisis dalam kerangka kerja yang terpadu.

Berikut adalah beberapa poin kunci dari temuan penelitian ini yang layak untuk dibahas lebih lanjut:

1. Pengaruh Kelembaban Tanah terhadap Pertumbuhan Tanaman
Data menunjukkan bahwa kelembaban tanah memiliki dampak langsung terhadap pertumbuhan tanaman. Tingkat kelembaban yang terlalu rendah menyebabkan tanaman mengalami kekurangan air, sementara tingkat kelembaban yang terlalu tinggi dapat menghambat penyerapan oksigen oleh akar. Kondisi optimal merupakan keseimbangan yang mendukung pertumbuhan maksimal.
2. Peran Pertanian Cerdas dalam Pemantauan Berbasis Data
Penerapan Pertanian Cerdas memungkinkan proses pemantauan dilakukan secara lebih sistematis dan akurat. Data yang diperoleh dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola hubungan antara variabel lingkungan dan

pertumbuhan tanaman. Hal ini memberikan landasan yang kuat untuk pengambilan keputusan berbasis data dibandingkan dengan metode konvensional.

3. Implikasi bagi Manajemen Pertanian Modern

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa manajemen pertanian sebaiknya mulai beralih ke pendekatan yang didorong oleh teknologi dan data. Dengan memperoleh pemahaman yang lebih akurat mengenai kondisi kelembaban tanah, petani dapat menyusun strategi irigasi yang lebih efisien dan tepat sasaran, sehingga dapat meningkatkan produktivitas sekaligus mengurangi risiko kerusakan tanaman.

VI. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan Pertanian Cerdas dalam pemantauan kelembaban tanah memainkan peran penting dalam memahami dan mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal. Berdasarkan hasil analisis, kelembaban tanah ditemukan sebagai faktor utama yang memengaruhi kondisi pertumbuhan tanaman, termasuk tinggi tanaman, jumlah daun, dan kondisi visual. Ditemukan bahwa tingkat kelembaban tanah dalam kisaran optimal menghasilkan hasil pertumbuhan terbaik, sedangkan tingkat yang terlalu rendah atau terlalu tinggi justru menghambat perkembangan tanaman. Pendekatan berbasis data yang digunakan dalam studi ini menawarkan keunggulan dalam hal akurasi dan objektivitas analisis. Dengan memanfaatkan konsep-konsep dari ilmu komputer, data kelembaban tanah dapat dianalisis untuk mengidentifikasi pola-pola yang relevan dengan pertumbuhan tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi dan analisis data merupakan elemen kunci dalam manajemen pertanian modern.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa pemantauan kelembaban tanah berbasis Smart Agriculture dapat menjadi solusi efektif untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian. Selain itu, penelitian ini memberikan landasan bagi pengembangan penelitian lanjutan yang lebih terapan, khususnya terkait penerapan sistem berbasis teknologi untuk mendukung pengambilan keputusan di sektor pertanian.

Kontribusi Penulis: **M. Husnol Hidayat:** konseptualisasi, metodologi, penulisan naskah, serta supervisi penelitian. **Verditya Puja Dharmawan:** pengumpulan data, analisis data, dan visualisasi hasil. **Rafael Ainur Hayat:** validasi, analisis konseptual, serta peninjauan dan penyuntingan naskah.

Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi naskah yang telah diterbitkan.

Pendanaan: -

Ucapan Terima Kasih: -

Konflik Kepentingan: Para penulis menyatakan tidak memiliki konflik kepentingan.

Ketersediaan Data: -

Persetujuan Berdasarkan Informasi ORCID: Tidak tersedia.

Penulis Pertama: [https: -](https://)

Penulis Kedua: [https: -](https://)

Penulis Ketiga: -

REFERENSI

- [1] F. P. E. Putra, U. Ubaidi, R. O. F. Kusuma, A. M. Syam, and S. A. Efendy, "Effect Of Distance On Wi-Fi Signal Quality In The Home Environment," *Brill. Res. Artif. Intell.*, vol. 4, no. 1, pp. 391–398, 2024, doi: 10.47709/brilliance.v4i1.4319.
- [2] B. Muttaqi, N. Nurchim, and P. W. Ningsih, "Penerapan Logika Fuzzy Mamdani dalam Sistem Penyiraman Cerdas untuk Pertanian," *Gener. J.*, vol. 8, no. 2, pp. 111–120, 2024, doi: 10.29407/gj.v8i2.23175.
- [3] M. Radja and A. Mude, "Revolusi Pertanian Cerdas Melalui Teknologi Multi Sensor Berbasis IoT," *J. Rekayasa Teknol. Inf.*, vol. 9, no. 2, p. 186, 2025, doi: 10.30872/jurti.v9i2.21593.
- [4] Halimatus Sakdiyah and M. Taufiq, "Analisis Penyerapan Tenaga Kerja Pada Sektor Pertanian Di Kabupaten Lamongan," *Jae (Jurnal Akunt. Dan Ekon.)*, vol. 8, no. 2, pp. 55–66, 2023, doi: 10.29407/jae.v8i2.20163.
- [5] S. Lestari, T. Fadly Ramadhan, A. Hardiyanto, and P. Pramono, "Sistem Irigasi Otomatis Berbasis Sensor Kelembaban Tanah Pada Tanaman Cabai Menggunakan Esp32," *Pros. Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Bisnis*, pp. 1154–1158, 2025, doi: 10.47701/rcryjz73.
- [6] N. Nuruddin, M. Walid, and M. Makruf, "Sistem Cerdas Irigasi Sprinkler Pada Tanaman Bawang Berbasis Iot Menggunakan Logika Fuzzy," *J. SISKOM-KB (Sistem Komput. dan Kecerdasan Buatan)*, vol. 8, no. 2, pp. 71–76, 2025, doi: 10.47970/siskom-kb.v8i1.671.
- [7] F. Ardiansyah, T. Handayani, B. Gilang Pratama, and J. Prasojo, "Sistem Kontrol Otomatis Akuaponik Berbasis Iot Untuk Pertanian Cerdas," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 9, no. 5, pp. 8065–8072, 2025,

- doi: 10.36040/jati.v9i5.14909.
- [8] M. R. Al Huda, I. Bukhori, and M. Galina, "Sistem Pengontrolan pH Serta Kelembapan Tanah pada Tanaman Bayam Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy," *Semin. Nas. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 296–308, 2025, doi: 10.46962/snte.25.095.
 - [9] F. P. E. Putra, I. N. S. Degeng, S. Ulfa, and W. Kamdi, "The Evolution of Quality Education: Impacts and Challenges of Using Open Educational Resources (OER) and Open Educational Practices (OEP) in the Conceive - Design - Implement - Operate (CDIO) Framework," *TEM J.*, vol. 13, no. 1, pp. 386–395, 2024, doi: 10.18421/TEM131-40.
 - [10] Z. R. Tembusai and B. Armando, "Sistem Monitoring Kualitas Tanah Tanaman Hias Berbasis IoT dengan Sensor pH," *J. Minfo Polgan*, vol. 13, no. 2, pp. 2030–2035, 2024, doi: 10.33395/jmp.v13i2.14364.
 - [11] L. Martina, S. Khansa, and Z. Ahmad, "Analisis Penerapan Teknologi Blockchain Pada Pemenuhan Kebutuhan Pangan Dalam Sektor Industri Pertanian," 2024. doi: 10.56444/agrifoodtech.v3i1.1538.
 - [12] A. P. Nanda, J. Jeprianto, and M. I. Mahdi, "Sistem Otomatis Penyiraman Tanaman Berbasis Sensor Kelembapan Tanah Untuk Peningkatan Produktivitas Pertanian," 2024, *pdfs.semanticscholar.org*. doi: 10.31602/tji.v15i4.16300.
 - [13] P. Asnur *et al.*, "Implementasi Pertanian Cerdas Berbasis Internet of Things Di Desa Wisata Mucila - Munjul, Jakarta Timur," 2024, *researchgate.net*. doi: 10.35760/abdimasug.2024.v4i1.11497.
 - [14] Fauzan Prasetyo Eka Putra, Dian Tri Agustina, Triana Selvia Khusnul Khotimah, and Tarisha Ramadhanty, "Analisis Kinerja Jaringan 5G dalam Meningkatkan Konektivitas Internet of Things (IoT)," 2025, *researchgate.net*. doi: 10.55606/jitek.v5i1.5836.
 - [15] L. Dahliani, "Media pembelajaran pertumbuhan tanaman hidroponik menggunakan demonstrasi dan discovery learning berbasis Aplikasi Canva: Studi Kasus di Era Digital," *J. Penelit. Tindakan Kelas*, vol. 1, no. 3, pp. 144–151, 2023, doi: 10.61650/jptk.v1i3.295.
 - [16] D. N. Halawa, "Peran Teknologi Pertanian Cerdas (Smart Farming) untuk Generasi Pertanian Indonesia," *J. Kridatama Sains Dan Teknol.*, vol. 6, no. 02, pp. 502–512, 2024, doi: 10.53863/kst.v6i02.1226.
 - [17] M. Rizki, M. A. Fhaizal, W. Sani, and C. D. Mulyadi, "Perancangan Sistem IoT untuk Pemantauan Aeroponik Berbasis Pertanian Cerdas," *Rekayasa Ind. dan Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 55–63, 2025, doi: 10.32897/retims.2025.6.2.3795.
 - [18] K. Paranita, S. Santoso, and N. Adriaty, "Transformasi Pertanian Cerdas: Peran Strategis eMBB, mMTC, dan uRLLC," *Semin. Nas. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 289–295, 2025, doi: 10.46962/snte.25.091.
 - [19] Warnia Zai, Yuwan Martin Ziliwu, and Pikirkan Waruwu, "Peran Agroteknologi dalam Meningkatkan Produktivitas Pertanian," *Mikroba J. Ilmu Tanaman, Sains Dan Teknol. Pertan.*, vol. 2, no. 1, pp. 110–117, 2025, doi: 10.62951/mikroba.v2i1.251.
 - [20] F. P. E. Putra, S. Syirofi, D. Wahid, and A. M. Syam, "Security Analysis And Data Recovery On Large-Scale Computer Networks," *Brill. Res. Artif. Intell.*, vol. 5, no. 1, pp. 384–390, 2025, doi: 10.47709/brilliance.v5i1.6276.
 - [21] W. Ifa Susuek Anselmus Talli, J. Dedy Irawan, and F. Xaverius Ariwibisono, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Tanah Untuk Tanaman Cabai Berbasis Iot (Internet of Things)," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 4, pp. 2428–2435, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i4.7540.
 - [22] F. A. R. Nugroho and R. R. Margana, "Analisis Kelayakan Investasi Pada Usaha Pertanian Sayur Menggunakan Metode NPV, IRR dan PP di Kampung Pojok Desa Jaya Mekar Kecamatan Padalarang Kabupaten Bandung Barat," *JSIM J. Ilmu Sos. dan Pendidik.*, vol. 5, no. 4, pp. 699–706, 2024, [Online]. Available: <https://www.jurnal.syntaximperatif.co.id/index.php/syntax-imperatif/article/view/465>
 - [23] H. Susanto, L. Lauwinata, and S. E. M. Phoek, "Strategi Ekonomi Hijau Untuk Pertanian: Studi Komparatif Variabel, Metodologi, Dan Perangkat Lunak," 2024. doi: 10.54957/jolas.v4i5.949.
 - [24] M. R. Ariwibowo, L. A. Setiawan, and A. Iman, "Sistem Pemantau Kelembapan Tanah Dan Debit Air Pada Tanaman Cabai Menggunakan Esp32 Berbasis Internet of Things," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 13, no. 2, 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i2.6382.
 - [25] S. Nurhalimah, A. M. Yusa, and A. Fahmi, "Rancang Bangun Sistem Monitoring KelembapanTanah dengan Konsep Smart Farming untuk Budidaya Tanaman Cabai Rawit Berbasis Internet of Things (IOT)," 2023. doi: 10.57203/session.v1i02.2023.40-54.
 - [26] K. A. Saragih and R. Kurniawan, "Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis IoT dengan Logika Fuzzy Sugeno untuk Pengendalian Kelembaban Tanah di Greenhouse," *J. Algoritma.*, vol. 22, no. 1, pp. 808–819, 2025, doi: 10.33364/algoritma/v.22-1.2327.
 - [27] R. Widarawati, B. Prakoso, and M. D. Sari, "Aplikasi Ekoenzim Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor L.*) Pada Sistem Hidroponik Rakit Apung," 2023,

- conferenceproceedings.ump.ac.id. doi: 10.30595/pspfs.v5i.696.
- [28] F. P. E. Putra, R. W. Efendi, A. B. Tamam, and W. A. Pramadi, "Trends and Best Practices in API-Based Web Development Using Laravel and React," *Brill. Res. Artif. Intell.*, vol. 5, no. 1, pp. 223–233, 2025, doi: 10.47709/brilliance.v5i1.5971.
- [29] P. A. C. Setiawan, N. Indra ER, and G. Sukadarmika, "Pertanian Vertikal Pintar: Peran IoT dalam Mewujudkan Keberlanjutan dan Efisiensi Sumber Daya," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 24, no. 1, pp. 23–34, 2025, doi: 10.24843/mite.205.v24i01.p03.
- [30] Faizal Rahmansyah, Prihadi Murdiyat, and Rusda, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Pertanian Cerdas Berbasis LoRa Untuk Pemantauan Kondisi Persawahan Secara Real-Time," *PoliGrid*, vol. 6, no. 1, 2025, doi: 10.46964/poligrid.v6i1.62.
- [31] F. P. E. Putra, O. F. Kusuma, M. Mursidi, and A. Hamzah, "Comparative Analysis of Laravel and Symfony in PHP-Based Web Application Developmen," *Brill. Res. Artif. Intell.*, vol. 5, no. 1, pp. 272–280, 2025, doi: 10.47709/brilliance.v5i1.5892.
- [32] M. A. Setiawan and S. Sulistyasni, "Sistem Pertanian Hidroponik Padi Cerdas Berbasis Internet of Things pada Lahan Perkotaan Guna Menambah Ketahanan Pangan Masyarakat," *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 118–129, 2024, doi: 10.57152/malcom.v4i1.973.
- [33] F. P. E. Putra, U. Ubaidi, R. N. Saputra, F. M. Haris, and S. N. R. Barokah, "Application of Internet of Things Technology in Monitoring Water Quality in Fishponds," *Brill. Res. Artif. Intell.*, vol. 4, no. 1, pp. 356–361, 2024, doi: 10.47709/brilliance.v4i1.4231.
- [34] P. H. Putra, J. Julham, N. Nurlinda, and I. Dhitisari, "Inovasi Smart Farming Optimalisasi Bawang Merah Hidroponik Berbasis Iot Dan Machine Learning," 2024, *researchgate.net*. doi: 10.54314/jssr.v7i4.2330.
- [35] K. Wulandari, F. Fitroh, D. A. Wardana, and H. M. Issyattirrahim, "Analisis implementasi internet of things (IoT) pada bidang pertanian," 2024, *informasiinteraktif.janabadra.ac.id*. doi: 10.37159/jii.v9i1.76.
- [36] D. M. Adam, "Analisis faktor internal dan eksternal kinerja penyuluh pertanian di Balai Penyuluh Pertanian Kecamatan Cerme Kabupaten Gresik," *J. Ilmu Pertan. dan Perikan.*, 2025, [Online]. Available: <http://eprints.umg.ac.id/15576/>
- [37] D. Mayangsari, Y. Akbar, and S. Bebriani, "Penerapan Visualisasi Data dan Informasi Kependudukan Berbasis Web," *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 786–793, 2024, doi: 10.57152/malcom.v4i3.1290.
- [38] Y. Budiawati, G. Gunawan, and S. Suherna, "Smart Agriculture vs Pertanian Konvensional: Tantangan atau Peluang Pertanian Masa Depan di Indonesia?," *Agri Wiralodra*, vol. 17, no. 1, pp. 16–28, 2025, doi: 10.31943/agriwiralodra.v17i1.119.
- [39] Fauzan Prasetyo Eka Putra, Dea Aulia Siswoyo, M. Idris Ainul Yaqin, and Rica Oktavia, "Tinjauan Regulasi Siber dan Kebijakan Keamanan Jaringan 5G: Perspektif Nasional dan Internasional," 2025, *researchgate.net*. doi: 10.55606/jitek.v5i1.6141.
- [40] I. K. Mahardika, S. Bektiarso, R. A. Santoso, A. Novit, R. B. Saiylendra, and R. K. Dewi, "Analisis Peran Suhu Pada Pertumbuhan Dan Perkembangan Tanaman Stroberi," *PHYDAGOGIC J. Fis. dan Pembelajarannya*, vol. 5, no. 2, pp. 86–91, 2023, doi: 10.31605/phy.v5i2.2197.
- [41] D. Wijayanto and A. Sodik Habibulloh, "Perancangan Ui/Ux Untuk Sistem Pemantauan Data Bridging Bpis Berbasis Web Di Rsu Queen Latifa," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 9, no. 2, pp. 1987–1994, 2025, doi: 10.36040/jati.v9i2.12824.
- [42] F. A. Khawas and S. Supatmi, "Analisis Kinerja Topologi WSN Untuk Aplikasi Kelembapan Tanah Perkebunan Kentang," *Telekontran J. Ilm. Telekomun. Kendali dan Elektron. Terap.*, vol. 11, no. 2, pp. 194–210, 2024, doi: 10.34010/telekontran.v11i2.8259.
- [43] T. Multazam, Syukriah, Burhanuddin, Bakhtiar, Ezwarsyah, and Zulmiardi, "Penerapan IoT dalam Sistem Deteksi Kelembapan pH Tanah pada Tanaman Jagung untuk Meningkatkan Hasil Panen," *J. Malikussaleh Mengabdi*, vol. 4, no. 1, pp. 212–220, 2025, doi: 10.29103/jmm.v4i1.22634.
- [44] A. Firmansyah and S. Syofian, "Perancangan Sistem Gudang Cerdas untuk Pemantauan Lingkungan Gudang Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. TIFDA (Technology Inf. Data Anal.*, vol. 1, no. 2, pp. 20–24, 2024, doi: 10.70491/tifda.v1i2.34.
- [45] F. P. E. Putra, F. Mu'minin, A. Nuraini, S. N. R. Barokah, and K. Khairurrozi, "Designing an Information System for Student Admissions at SMAN 1 Pademawu Using the Waterfall Method," *Brill. Res. Artif. Intell.*, vol. 5, no. 1, pp. 582–591, 2025, doi: 10.47709/brilliance.v5i1.6508.
- [46] A. Yusuf *et al.*, "Inovasi Smart Agriculture Berbasis Blue Economy Dengan Teknologi Robot Cerdas Dan Kemandirian Energi," 2024, *ejurnal.itsi.ac.id*. doi: 10.47199/jae.v8i1.222.
- [47] R. Purnama, "Desain Basis Data MySQL untuk Pengelolaan Data Sensor SCADA pada Instalasi Pengolahan

- Air (IPA),” *Mutiara Multidiciplinary Sci.*, vol. 3, no. 8, pp. 759–766, 2025, doi: 10.57185/mutiara.v3i8.420.
- [48] A. Rosadi and M. S. Hadi, “Exploring the Integration of Artificial Intelligence and IoT in Smart Farming: A Systematic Review,” *JOINCS (Journal Informatics, Network, Comput. Sci.)*, vol. 8, no. 1, pp. 70–86, 2025, doi: 10.21070/joincs.v8i1.1668.
- [49] F. P. E. Putra, M. Dafid, and I. Syafi’i, “Firewall Implementation as a Computer Network Security Strategy for Data Protection,” *Brill. Res. Artif. Intell.*, vol. 5, no. 1, pp. 291–297, 2025, doi: 10.47709/brilliance.v5i1.6162.
- [50] N. Khairun Nisa, M. Andri Dwi Aprianto, and N. Lailatul Vitriyah, “Analisis Pemahaman Masyarakat Terhadap Zakat Pertanian Di Desa Duko Timur Kecamatan Larangan Kabupaten Pamekasan,” 2025, *ejournal.sumselprov.go.id*. [Online]. Available: <http://ejournal.sumselprov.go.id/pptk/article/view/649>