



KELOMPOK 2

KECERDASAN BUATAN

AgroTwin: Sistem Pakar (AI Reasoning) Berbasis Digital Twin untuk Optimalisasi Tanaman Tomat.

Trisha Garnis W

NIM : L0224012

Alvian Damar B. H.

NIM : L0224014

Talitha Sukma M

NIM : L0224037



DAFTAR ISI

Latar Belakang

Rumusan Masalah

Tujuan

Manfaat

Metode

Referensi



Latar Belakang

Tomat merupakan komoditas strategis, namun produktivitas nasional yang hanya sekitar 19,62 ton/ha masih jauh di bawah potensi idealnya yang mencapai 60 ton/ha. Budidaya tomat sangat sensitif terhadap kondisi lingkungan seperti pH tanah, kelembapan, dan serangan hama. Kesalahan dalam pengelolaan faktor-faktor tersebut dapat menyebabkan penyakit serius seperti Blossom End Rot akibat ketidakseimbangan pH atau kekurangan kalsium, serta Late Blight (busuk daun) akibat kelembapan tinggi.

Teknologi pertanian saat ini umumnya terbagi menjadi dua pendekatan. Pertama, sistem berbasis IoT yang berfokus pada pemantauan data dan otomasi sederhana seperti penyiraman otomatis. Kedua, sistem AI berbasis pembelajaran (CNN) yang mampu mengenali penyakit dari citra daun, namun masih terbatas dan sulit dijelaskan secara logis. Kedua pendekatan ini belum mampu menalar secara menyeluruh kondisi tanaman dan penyebab masalahnya.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian ini mengusulkan AgroTwin, sebuah sistem Digital Twin pertanian berbasis AI Reasoning. Sistem ini meniru cara berpikir pakar agronomi melalui aturan IF–THEN dan menerapkan metode Certainty Factor (CF) untuk menangani ketidakpastian data lapangan. Dengan pendekatan ini, AgroTwin diharapkan mampu memberikan diagnosis dan rekomendasi yang lebih akurat, transparan, serta mudah dipahami oleh petani dalam mengoptimalkan budidaya tomat.



Rumusan Masalah

- 01.** Bagaimana merancang Sistem Pakar berbasis AI Reasoning yang holistik dan explainable, untuk mengatasi keterbatasan sistem IoT (yang hanya monitoring) dan sistem AI/CNN (yang black box dan fokus sempit)?
- 02.** Bagaimana mengimplementasikan metode Certainty Factor (CF) untuk mengelola ketidakpastian data gejala yang bersifat subjektif dan tidak pasti?
- 03.** Bagaimana merancang Digital Twin (AgroTwin) yang interaktif untuk memvisualisasikan data, hasil diagnosis Reasoning, dan rekomendasi perawatan secara efektif?



Tujuan Penelitian

01.

Merancang sebuah Sistem Pakar berbasis AI Reasoning yang holistik (hama, penyakit, nutrisi) dan Explainable (dapat dijelaskan), untuk mengatasi keterbatasan sistem IoT dan AI/CNN black box.

02.

Menerapkan metode Certainty Factor (CF) pada inference engine sistem untuk mengelola ketidakpastian data gejala dan memberikan bobot keyakinan pada hasil diagnosis.

03.

Membangun antarmuka Digital Twin (AgroTwin) yang interaktif untuk memvisualisasikan data, hasil diagnosis Reasoning, dan rekomendasi perawatan secara user-friendly.



Manfaat

1.

Menjadi model implementasi AI Reasoning (Sistem Pakar) dalam arsitektur Digital Twin pertanian.

2.

Menjadi studi kasus penerapan Certainty Factor (CF) untuk mengelola ketidakpastian diagnosis.

3.

Menghasilkan Basis Pengetahuan (Knowledge Base) terstruktur (berbasis SOP Kementan) untuk penelitian selanjutnya.

4.

Menyediakan alat bantu diagnosis pakar yang dapat diakses kapan saja.

5.

Membantu mencegah kegagalan panen akibat penyakit kritis (Blossom End Rot, Late Blight) .

6.

Memberikan rekomendasi yang Explainable (dapat dijelaskan), tidak hanya "apa" tapi juga "mengapa", untuk membangun kepercayaan dan mengedukasi petani .



Metode Penelitian

- **Metodologi** : Penelitian Rancang Bangun (Design Science Research)
- **Metode AI** : REASONING (Penalaran).
- **Implementasi** : Sistem Pakar (Expert System) .

Akuisisi Pengetahuan

Ekstraksi aturan (IF-THEN rules) dari pakar.

Sumber: SOP Kementerian , Jurnal , dan Buku Teks .

Output: Basis Pengetahuan (Knowledge Base).

Inference Engine

Logika Penalaran: Menggunakan Forward Chaining
(dari Gejala → ke Penyakit).

Manajemen Ketidakpastian: Menerapkan Certainty Factor (CF) untuk menghitung bobot keyakinan diagnosis .

Desain Antarmuka

Merancang dashboard interaktif AgroTwin.

Fokus: Visualisasi data dan Rekomendasi yang Dapat Dijelaskan (Explainable).

Evaluasi Sistem

Pengujian purwarupa (prototype).

Metode: Studi Kasus (Case Study) dengan data skenario.

Referensi

- Al-Qadi, M. H., El-Habibi, M. F., Megdad, M. M. M., AlQatrabi, M. J. A., Sababa, R. Z., & Abu-Naser, S. S. (2022). Developing an Expert System to Diagnose Tomato Diseases . International Journal of Academic Engineering Research (IJAER), 6(5), 34–40.
- Direktorat Sayuran dan Tanaman Obat. (2021). Standar Operasional Prosedur (SOP) Budidaya Tomat . Direktorat Jenderal Hortikultura, Kementerian Pertanian.
- Fadli, H., Enggari, S., & Rahman, S. N. (2023). Implementation of Certainty Factor in an Expert System for Diagnosing Pests and Diseases of Tomato Plants . Journal of Computer Science and Information Technology, 9(3), 132–137 . <https://doi.org/10.35134/jcsitech.v9i3.76>
- Felix, Faisal, S., Butarbutar, T. F. M., & Sirait, P. (2019). Implementasi CNN dan SVM untuk Identifikasi Penyakit Tomat via Daun. Jurnal SIFO Mikroskil, 20(2), 117–134.
- Franz, A., Sulpiana, & Ngapiyatun, S. (2020). Expert system for tomato plant pest diagnosis using the certainty factor method . Agriculture Polytechnic of Samarinda.

Referensi

Gunawan, R., Andhika, T., & Hibatulloh, F. (2019). Sistem Monitoring Kelembapan Tanah, Suhu, pH dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Tomat Berbasis Internet of Things . TELEKONTRAN, 7(1), 66–78 .
<https://doi.org/10.34010/telekontran.v7i1.1640>

Pradana, M. A., Maulana, R. I., Putra, R. S., Subairi, & Anggraeny, F. T. (2023). Klasifikasi Penyakit Tanaman Tomat Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) VGG16. KERNEL: Jurnal Riset Inovasi Bidang

Rai, H. M., Shukla, K. K., Goya, Y., Amanzholova, S., & Nessibelya, A. (2024). IoT-based real-time monitoring and control system for tomato cultivation . Procedia Computer Science, 241, 433–438 .
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.08.060>

Rani, P. M. N., Rajesh, T., & Saravanan, R. (2011). Expert Systems in Agriculture: A Review. Journal of Computer Science and Applications, 3(1), 59–71.

Wahyurini, E., & Lagiman. (2020). Teknik Budidaya dan Pemuliaan Tanaman Tomat . Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UPN "Veteran" Yogyakarta.

Referensi

- Wang, L. (2024). Digital twins in agriculture: A review of recent progress and open issues. *Electronics*, 13(5), 987. MDPI. <https://doi.org/10.3390/electronics13050987>
- Abdul Razak, S. F., Hassan, M. H., & Rahman, R. A. (2024). Agriculture 5.0 and explainable AI for smart agriculture: A scoping review. *Emerging Science Journal*, 8(2), 125–146. <https://doi.org/10.28991/ESJ-2024-08-02-01>
- Badgujar, G., Samiappan, S., & Jagadamma, S. (2025). Application of digital twin technology in smart agriculture: A bibliometric review. *Agriculture*, 15(17), 1799. MDPI. <https://doi.org/10.3390/agriculture15171799>
- Nie, J., Wang, Y., Zhang, H., & Li, J. (2022). Artificial intelligence and digital twins in sustainable agriculture and forestry: A survey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 46(5), 745–760. <https://doi.org/10.55730/1300-011X.3065>

TERIMA KASIH