

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor pertanian merupakan salah satu sektor strategis yang memiliki peran penting dalam menjaga ketahanan pangan dan mendukung pembangunan ekonomi nasional. Di Indonesia, sektor pertanian tidak hanya berfungsi sebagai penyedia bahan pangan, tetapi juga menjadi sumber mata pencaharian bagi sebagian besar masyarakat.

Salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi adalah tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.). Kentang merupakan sumber karbohidrat alternatif dan bahan baku utama dalam industri makanan olahan. Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan meningkatnya kebutuhan pangan, permintaan terhadap komoditas kentang terus mengalami peningkatan. Namun demikian, produktivitas tanaman kentang masih menghadapi berbagai kendala yang menyebabkan hasil panen belum optimal (1).

Pertumbuhan tanaman kentang sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, seperti suhu udara, kelembaban udara, kelembaban tanah, intensitas cahaya, serta ketersediaan air dan unsur hara. Kondisi lingkungan yang tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman dapat menghambat proses fotosintesis, pertumbuhan vegetatif, serta pembentukan umbi kentang. Selain itu, perubahan iklim yang tidak menentu juga berdampak pada meningkatnya risiko stres tanaman dan serangan penyakit, yang secara langsung memengaruhi kualitas dan kuantitas hasil panen. Oleh karena itu, penggunaan teknologi IoT dan Kecerdasan Buatan menjadi solusi kunci untuk memantau pertumbuhan tanaman kentang secara otomatis dan akurat (2).

Pertumbuhan tanaman kentang dapat diamati melalui beberapa indikator fisik tanaman yang menunjukkan kondisi perkembangan tanaman tersebut. Tanaman kentang yang tumbuh dengan baik umumnya memiliki batang yang tegak dan kuat, pertumbuhan tinggi tanaman yang stabil, serta daun yang berwarna hijau segar tanpa adanya tanda kerusakan atau penyakit. Selain itu, jumlah dan ukuran daun juga menjadi indikator penting dalam proses pertumbuhan karena daun berperan dalam proses fotosintesis yang mendukung perkembangan tanaman. Pertumbuhan tanaman yang optimal biasanya ditandai dengan peningkatan tinggi tanaman secara bertahap seperti batang yang kokoh. Oleh karena itu, pengamatan terhadap kondisi fisik tanaman seperti tinggi tanaman digunakan sebagai parameter untuk menilai kualitas pertumbuhan tanaman kentang selama masa budidaya.

Pada praktik budidaya di lapangan, sebagian besar petani masih melakukan monitoring pertumbuhan tanaman kentang secara manual dengan mengandalkan pengamatan visual dan pengalaman pribadi. Metode konvensional ini memiliki sejumlah keterbatasan, antara lain membutuhkan waktu dan tenaga yang besar, tidak mampu memberikan data secara real-time, serta rentan terhadap kesalahan subjektif. Akibatnya, perubahan kondisi lingkungan sering terlambat terdeteksi sehingga tindakan penanganan tidak dapat dilakukan secara cepat dan tepat. Kondisi tersebut berpotensi menurunkan produktivitas tanaman dan meningkatkan risiko kegagalan panen (3).

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, khususnya Internet of Things (IoT), menawarkan solusi inovatif dalam mengatasi permasalahan monitoring pertanian. Teknologi IoT mempermudah pengawasan tanaman secara otomatis, sehingga setiap perubahan kecil pada kondisi kentang dapat terekam dengan cepat untuk diolah lebih lanjut oleh sistem kecerdasan buatan. Data yang diperoleh dari sensor, seperti suhu udara, kelembaban udara, dan kelembaban tanah, dapat dikirimkan melalui jaringan internet ke sistem monitoring sehingga dapat diakses secara real-time. Penerapan IoT dalam pertanian terbukti mampu meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, seperti air dan pupuk,

serta membantu petani dalam memantau kondisi tanaman secara lebih akurat dan sistematis (4).

Besarnya data yang dihasilkan oleh IoT tentu memerlukan pengolahan yang cerdas; tantangan utamanya adalah bagaimana mengubah tumpukan data tersebut menjadi informasi matang untuk mendukung sistem pengambilan keputusan melalui algoritma AI. Data sensor yang bersifat kontinu dan kompleks memerlukan metode analisis yang mampu mengekstrak informasi penting untuk mendukung pengambilan keputusan. Tanpa adanya sistem analisis yang tepat, data tersebut hanya menjadi informasi mentah yang sulit dimanfaatkan secara maksimal dalam proses budidaya tanaman kentang (5).

Kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) merupakan teknologi yang sangat potensial untuk diintegrasikan dengan IoT dalam bidang pertanian. AI mampu membantu proses analisis data sensor yang diperoleh secara real-time sehingga data yang awalnya berupa angka dapat diubah menjadi informasi yang lebih mudah dipahami oleh pengguna. Dalam penelitian ini, kecerdasan buatan diterapkan melalui metode Rules Based System untuk menganalisis dan mengklasifikasikan kondisi tanaman berdasarkan parameter sensor yang digunakan (6).

Pada tanaman kentang, penerapan kecerdasan buatan dapat digunakan untuk menganalisis hubungan antara kondisi lingkungan dan pertumbuhan tanaman. Sistem monitoring berbasis IoT dan AI mampu memberikan informasi dan rekomendasi yang lebih cepat dibandingkan metode konvensional, sehingga pengelolaan tanaman dapat dilakukan secara lebih efektif dan efisien (7).

Di Indonesia, penerapan sistem monitoring pertumbuhan tanaman kentang berbasis IoT dan kecerdasan buatan masih relatif terbatas dan sebagian besar berada pada tahap penelitian atau pengembangan prototype. Banyak petani belum memanfaatkan teknologi ini secara optimal karena keterbatasan pengetahuan, biaya, dan akses teknologi. Padahal, sistem monitoring cerdas memiliki potensi besar dalam meningkatkan produktivitas pertanian, menekan biaya operasional, serta mendukung praktik pertanian yang berkelanjutan (8).

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan pengembangan sistem monitoring pertumbuhan tanaman kentang yang terintegrasi antara Internet of Things dan kecerdasan buatan. Dengan mengandalkan integrasi IoT dan AI, sistem ini dirancang tidak hanya untuk mengumpulkan data lapangan secara langsung, tetapi juga memberikan analisis kondisi tanaman yang membantu pengguna mengambil keputusan secara lebih cepat. Dengan demikian, penerapan sistem monitoring berbasis IoT dan AI diharapkan dapat mendukung transformasi sektor pertanian menuju pertanian cerdas (smart agriculture) yang berkelanjutan (9).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, permasalahan utama dalam budidaya tanaman kentang adalah sistem monitoring pertumbuhan tanaman yang masih dilakukan secara konvensional. Cara ini belum mampu memberikan informasi kondisi tanaman secara real-time, sehingga pengambilan keputusan dalam pengelolaan tanaman sering terlambat dan kurang akurat. Padahal, pertumbuhan tanaman kentang sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang dapat berubah setiap waktu. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sistem monitoring otomatis yang mampu bekerja secara terus-menerus untuk memantau kondisi tanaman.

Selain itu, diperlukan penerapan kecerdasan buatan untuk mengolah data sensor agar dapat membantu analisis kondisi pertumbuhan tanaman kentang secara lebih cepat. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring pertumbuhan tanaman kentang berbasis Internet of Things (IoT)?
2. Bagaimana menerapkan kecerdasan buatan dalam mengolah data sensor untuk menganalisis dan mengklasifikasikan kondisi pertumbuhan tanaman kentang?
3. Bagaimana kinerja sistem IoT dan kecerdasan buatan dalam menyajikan informasi kondisi tanaman secara real-time?
4. Bagaimana sistem yang dibangun dapat membantu pengambilan keputusan dalam budidaya tanaman kentang?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus dan tidak melebar dari tujuan yang telah ditetapkan, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian difokuskan pada tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.), dengan sistem IoT yang digunakan untuk mengukur parameter suhu udara, kelembapan udara, kelembapan tanah, pH tanah, intensitas cahaya, dan tinggi tanaman.
2. Teknologi Internet of Things digunakan untuk pengambilan dan pengiriman data sensor secara real-time melalui komunikasi serial USB ke sistem website monitoring berbasis localhost, sedangkan kecerdasan buatan digunakan untuk menganalisis dan mengklasifikasikan kondisi pertumbuhan tanaman kentang berdasarkan data sensor.
3. Sistem yang dikembangkan masih berupa prototype dan penelitian ini tidak membahas analisis ekonomi secara mendalam, seperti biaya produksi dan keuntungan usaha tani.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini disusun untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem monitoring pertumbuhan tanaman kentang berbasis Internet of Things dan kecerdasan buatan.
2. Mengimplementasikan sensor untuk memantau kondisi lingkungan tanaman kentang secara real-time.
3. Menerapkan metode kecerdasan buatan untuk menganalisis data suhu udara, kelembapan udara, kelembapan tanah, pH tanah, intensitas cahaya, dan tinggi tanaman.
4. Menghasilkan sistem monitoring yang mampu menyajikan informasi kondisi tanaman secara akurat dan mudah dipahami oleh pengguna.
5. Membantu pengambilan keputusan dalam budidaya tanaman kentang agar lebih efektif dan efisien melalui pemanfaatan teknologi IoT dan AI.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat praktis dengan membantu petani atau pengguna dalam memonitoring pertumbuhan tanaman kentang secara real-time melalui sistem berbasis Internet of Things dan kecerdasan buatan. Dengan adanya sistem ini, pengambilan keputusan dalam budidaya tanaman dapat dilakukan dengan lebih tepat, cepat, dan efisien. Selain itu, penelitian ini juga memberikan manfaat akademis sebagai referensi bagi pengembangan penelitian di bidang pertanian cerdas, serta manfaat teknologis dalam mendorong penerapan teknologi digital untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan sektor pertanian.

1.6 Keterbaruan

Keterbaruan penelitian ini terletak pada pengembangan prototype sistem monitoring pertumbuhan tanaman kentang yang mengintegrasikan pembacaan data sensor, website monitoring berbasis localhost, serta analisis kondisi tanaman menggunakan Rules Based

System. Sistem ini tidak hanya menampilkan data sensor, tetapi juga mengolah data tersebut menjadi informasi status kondisi tanaman yang lebih mudah dipahami oleh pengguna.

Tabel 1. Keterbaruan Penelitian

Tahun	Arah Penelitian Smart Farming
2022	Energy-Efficient IoT Sensor Nodes for Sustainable Potato Cultivation
2023	Sistem Monitoring Pertumbuhan Tanaman Berbasis Internet of Things
2024	Pengembangan Sistem Monitoring Kelembapan dan Suhu Tanah Berbasis IoT untuk Pertanian Kentang
2025	Optimisasi Berkelanjutan Menggunakan Machine Learning untuk Forecasting Performa Pertumbuhan Tanaman
2026	Sistem Monitoring Pertumbuhan Tanaman Kentang Berbasis IoT dan Kecerdasan Buatan