

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Ketergantungan wilayah perkotaan terhadap hasil pertanian dari wilayah perdesaan dan terbatasnya lahan pertanian di wilayah perkotaan menuntut masyarakat wilayah perkotaan melakukan inovasi menyediakan produk pertanian. Menghadapi tantangan krisis pangan, masyarakat perkotaan memulai inovasi dengan praktik budidaya produk pertanian atau disebut *Urban Farming*. Pada era teknologi saat ini, penerapan *Smart Farming* menjadi salah satu solusi cerdas dengan memanfaatkan *Internet of Things* dan *Artificial Intelligence* untuk memudahkan pekerjaan petani. Salah satu tanaman yang sering dibudidayakan adalah tanaman melon. Selain karena produktivitas buah melon terus meningkat dengan harga nilai jual yang tinggi, buah melon juga menjadi salah satu buah favorit masyarakat Indonesia karena rasanya yang manis dan teksturnya yang lembut. Namun, dalam membudidayakan tanaman melon faktor lingkungan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan serta hasil tanaman.

Melon merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki permintaan tinggi di pasar domestik maupun internasional. Tanaman melon memiliki karakteristik pertumbuhan yang sensitif terhadap kondisi lingkungan, terutama kebutuhan air. Suhu yang optimal bagi pertumbuhan tanaman melon berkisar antara 27-35 °C [1]. Suhu di atas 35 °C dapat menyebabkan fertilitas pada pollen, sehingga dapat mempengaruhi keberhasilan dalam polinasi tanaman melon [2]. Tanaman melon membutuhkan kelembaban sekitar 70-80%. Apabila kelembaban terlalu tinggi maka dapat mengundang berbagai macam hama dan penyakit yang bisa mengurangi mutu buah [3]. Dalam proses pertumbuhannya, tanaman memerlukan kecukupan air dan unsur hara. Air berfungsi sebagai media reaksi enzimatik, berperan dalam fotosintesis, serta menjaga turgiditas sel dan kelembaban tanaman. Kuantitas air yang dibutuhkan tanaman berbeda-beda sesuai dengan jenis dan lingkungan tempat tanaman itu hidup. Kandungan air di dalam tanah juga mempengaruhi kelarutan unsur hara dan menjaga suhu tanah [4]. Oleh karena itu, pengelolaan irigasi yang tepat menjadi krusial dalam budidaya melon untuk mencapai hasil panen optimal.

Namun saat ini, banyak sistem *smart farming* hanya mengandalkan metode *threshold* (batasan) untuk memberikan tindak lanjut dari hasil monitoring data yang didapatkan dari sensor. Dalam konteks pertanian tropis, muncul beberapa tantangan unik yang perlu diatasi untuk memaksimalkan hasil panen. Pada metode penyiraman konvensional, beberapa tanaman tidak mendapatkan asupan air secara merata, alat yang digunakan untuk menyiram biasanya tidak bertahan lama karena terbuat dari material yang mudah rusak sehingga harus selalu diganti secara berkala, selain itu pengecekan suhu dan kelembaban hanya dilakukan secara berkala dan tidak setiap saat dipantau [5]. Sehingga muncul permasalahan petani sulit memperhatikan kondisi kelembaban tanah karena membutuhkan waktu yang lebih lama, tidak efisiensi waktu penyiraman dikarenakan petani harus menyiram tanaman satu persatu secara manual dan memperbesar kemungkinan tanaman melon tidak dapat tumbuh dengan baik yang menyebabkan berkurang nya hasil panen.

Berdasarkan permasalahan yang tersebut diatas, perlu adanya sistem prediksi irigasi otomatis yang dapat memprediksi kondisi lingkungan tanaman melon sehingga mengurangi risiko gagal panen akibat kekurangan maupun kelebihan air dan meningkatkan produktivitas tanaman. Metode ANFIS (*Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*) cocok digunakan karena menggabungkan kecerdasan buatan dan teori fuzzy dalam suatu sistem inferensi adaptif sehingga ia mampu belajar dari data pelatihan untuk menghasilkan model prediktif yang akurat dan adaptif. Dengan kemampuan ini, ANFIS dapat menyesuaikan diri dengan perubahan kondisi tanah dan tanaman, memberikan solusi yang lebih dinamis dibandingkan dengan metode tradisional. Data suhu dan kelembaban tanah yang digunakan untuk pelatihan dan prediksi model ANFIS diperoleh melalui sensor yang ditempatkan di lapangan.

Penggunaan metode ANFIS pada penelitian terdahulu salah satunya dilakukan oleh Matsniya, Azimatul pada tahun 2023 menggunakan model ANFIS untuk sistem prediksi produksi tembakau dan menghasilkan MAPE kurang dari 10% yang menunjukkan bahwa model ANFIS sangat akurat [6]. Pada penelitian prediksi waktu penyiraman tanaman cabai dengan metode ANFIS untuk menghitung kebutuhan air harian tanaman cabai menunjukkan bahwa model ANFIS mampu mencapai tingkat akurasi sebesar 90,7% jika dibandingkan dengan hasil pengukuran referensi [7]. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Andayani, Dkk. Tahun 2024 menggunakan metode ANFIS untuk prediksi penggunaan pupuk untuk hasil panen maksimal tanaman sacha inchi didapatkan akurasi prediksi ANFIS sebesar 96% [8].

Pada penelitian ini, mengambil studi kasus tanaman melon pada Greenhouse Telkom University Surabaya. Metode ANFIS digunakan untuk memprediksi irigasi yang dibutuhkan tanaman melon berdasarkan suhu lingkungan dan kelembaban tanah. Sistem mengambil data sensor suhu dan kelembaban tanah untuk dikirim ke cloud database untuk diolah dan dianalisis secara real-time. Dengan demikian, sistem ini memanfaatkan teknologi cloud untuk mengintegrasikan dan menyimpan data, memungkinkan pemantauan kondisi pertanian secara efisien dan terpusat.

Topik dan Batasannya

Adapun topik pembahasan penelitian ini yaitu bagaimana mengatasi tantangan ketidakpastian dalam kelembapan tanah dan suhu lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan optimal tanaman melon di tanah tropis dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya air, khususnya dalam konteks penyiraman tanaman, untuk mencegah gagal panen dan memastikan pertumbuhan yang maksimal. Oleh karena itu, batasan masalah pada penelitian yaitu tanaman melon di iklim tropis.

Tujuan

Tujuan tugas akhir ini yaitu menerapkan ANFIS sebagai model prediktif untuk memonitor dan mengatur kondisi lingkungan, khususnya suhu dan kelembapan tanah, dalam pertanian tanaman melon di tanah tropis, dan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya air dengan memanfaatkan hasil prediksi ANFIS, sehingga mengurangi risiko gagal panen dan meningkatkan produktivitas tanaman.