

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan populasi global secara terus-menerus menuntut peningkatan produksi pangan yang signifikan. Namun, tantangan besar yang dihadapi sektor pertanian adalah semakin terbatasnya lahan yang subur akibat urbanisasi dan degradasi lingkungan. Kondisi ini mendorong perlunya inovasi teknologi dalam praktik budidaya untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pada lahan yang terbatas. Selada (*Lactuca Sativa L.*) adalah salah satu sayuran yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan memiliki kandungan gizi yang tinggi, yang menjadi potensi untuk dibudidayakan [1]. Teknologi hidroponik menjadi solusi lahan pertanian yang berpotensi dikembangkan pada tingkat kecil. Media tanam adalah tempat tumbuh untuk tanaman yang dapat memberi pasokan unsur yang dibutuhkan oleh tanaman yang akan di serap oleh pengakaran yang digunakan dalam proses fisiologis tanaman [2]. Untuk mendapatkan hasil selada hidroponik yang berkualitas bagus dan panen yang maksimal dibutuhkan penanganan penyakit dari selada tersebut.

Pentingnya deteksi penyakit pada selada yakni dapat mencegah kerugian akibat penyakit yang menyebar dengan cepat. Penyakit yang sering terjadi pada selada adalah penyakit yang disebabkan oleh jamur, ciri-cirinya adalah terdapat bercak pada daun dan layu [3]. Konsumsi selada sering kali pada saat keadaan mentah dan memiliki risiko terkena penyakit patogenesis atau penyakit infeksi yang menular yang disebabkan oleh mikroorganisme patogen yang dapat mengakibatkan penyakit diare dan tipes [4]. Selada yang berkualitas akan di dapatkan jika produksi dapat dilakukan secara maksimal, dengan penanganan penyakit yang tepat dan cepat. Faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil dari panen seperti nutrisi dari air juga jadi penentu [5], dengan adanya teknologi kontrol dengan *Internet of Things* (IoT) dan terdapat pada penelitian sebelumnya [6], dapat melakukan kontrol terhadap lahan hidroponik selada. Adapun dari

penelitian lainnya [7-8], yang melakukan sistem kontrol pemantauan hidroponik dengan IoT, mendapatkan hasil pemantauan dan kontrol dengan baik dan pada pengiriman data ke *Google Firebase* dapat dilakukan dengan baik, optimal dengan akurasi di atas 90%. Penelitian yang menghubungkan IoT dengan *Google Firebase* pada hidroponik pun menghasilkan Dari sisi penyakitnya butuh pendeteksian penyakit yang tepat.

Beberapa tahun terakhir, pembelajaran mesin (*machine learning*) telah menjadi fokus banyak penelitian. Pada penelitian sebelumnya [9], identifikasi citra daun yang digunakan untuk menentukan kualitas tanaman selada yang menggunakan algoritma *Convolutinal Neural Network* (CNN) [9]. Penelitian lain yang menggabungkan logika Fuzzy dengan metode Sugeno dan IoT, menghasilkan penambahan nutrisi yang optimal [10]. Terdapat arsitektur model yang berkembang dari pemrosesan bahasa alami yang diterapkan pada pengolahan citra seperti gambar dan deteksi objek dan menunjukkan kinerja yang sangat baik pada pengolahan citra yaitu *Vision Transformer* (ViT), ViT menunjukkan performa yang lebih baik di bandingkan CNN dalam *benchmark* ImageNet dan CIFAR-100 [11].

Vision Transformer (ViT) menggunakan mekanisme *self-attention* untuk menangkap ketergantungan global dalam gambar. Ini memungkinkan ViT untuk memahami konteks global dalam gambar, serta mempertahankan keunggulan *Transformer* seperti perhatian dinamis, konteks global, dan generalisasi. ViT memecah gambar menjadi sekumpulan token (*patch non-overlapping*) dengan panjang tetap. Token-token ini kemudian dimodelkan menggunakan beberapa lapisan *Transformer* standar, termasuk *Multi-Head Self-Attention* (MHSA) dan *Position-wise Feed-forward Network*, arsitektur *Transformer*, model ViT dapat mengurangi kebutuhan akan *embedding* posisi untuk token tanpa penurunan performa[12]. Dalam penelitian lain yang membuktikan bahwa ViT Dengan penggabungan *Vision Transformer* dengan IoT akan memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi berbasis IoT dan pengenalan gambar dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas panen mereka.

Penelitian ini, diusulkan menggunakan metode *Vision Transformer* (ViT) karena dari penelitian sebelumnya [11], ViT menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam pengolahan citra dan deteksi objek, keunggulan yang dimiliki oleh ViT membuatnya sesuai digunakan dalam deteksi seperti akurasi yang tinggi dan memiliki *scalability*, implementasi ke IoT dengan ESP32 berdasarkan penelitian [6-8], dan menggabungkan pembelajaran mesin dengan IoT [10], yang dapat melakukan pemberian nutrisi dan dapat mengoptimalkan hasil dari penelitian ini, dengan membuat model dan prediksi terhadap masukan gambar dan mengoneksikan dengan IoT untuk pengguna jika ingin memberikan nutrisi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara mengimplementasikan *Vision Transformer* (ViT) untuk mendeteksi penyakit pada tanaman selada menggunakan dataset dari Kaggle?
2. Bagaimana mengintegrasikan *Vision Transformer* dengan sistem IoT menggunakan ESP32 terkait pemberian nutrisi?
3. Bagaimana akurasi *Vision Transformer* dalam mendeteksi penyakit pada selada?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1. Mengimplementasikan *Vision Transformer* untuk mendeteksi penyakit pada tanaman selada dengan dataset dari Kaggle.
2. Mengintegrasikan *Vision Transformer* dengan sistem IoT menggunakan ESP32 dan relay untuk pemberian nutrisi selada.
3. Mengevaluasi akurasi *Vision Transformer* dalam mendeteksi penyakit selada.

Berdasarkan rumusan masalah, batasan masalah, dan tujuan penelitian yang telah diuraikan di atas, maka dapat diketahui manfaat dari penelitian ini antara lain:

Manfaat Teoritis:

Menambah pemahaman tentang pemanfaatan teknologi *machine learning* dalam menggunakan *Vision Transformer* (ViT) untuk mendeteksi penyakit pada tanaman selada. Pemahaman ini dapat menjadi dasar untuk penelitian lanjutan dalam pengembangan teknologi deteksi penyakit tanaman dan aplikasi *Vision Transformer* dalam berbagai bidang pengolahan citra.

Manfaat Praktis:

- a. Membantu meningkatkan kualitas hasil panen dengan deteksi penyakit pada tanaman selada secara otomatis. Dengan adanya sistem ini, pengguna dapat melakukan pemberian nutrisi selada dan mengambil tindakan preventif lebih cepat, sehingga dapat mengurangi kerugian dan meningkatkan produktivitas serta kualitas hasil panen selada.
- b. Memberikan solusi praktis bagi industri pertanian dan teknologi yang membutuhkan integrasi antara *machine learning* dan IoT untuk berbagai aplikasi lainnya, baik di sektor pertanian maupun sektor lainnya.

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini berfokus pada deteksi penyakit pada tanaman selada menggunakan *Vision Transformer*.
2. Penyakit yang di deteksi terbatas untuk penyakit yang didasarkan pada bakteri dan jamur.
3. Dataset yang digunakan untuk pelatihan dan pengujian model diambil dari Kaggle, dan tidak mencakup data dari sumber lain.
4. Sistem IoT yang digunakan hanya mencakup ESP32, ESP32 Cam dan relay untuk pemberian nutrisi tanaman selada.

1.5 Metode Penelitian

Penelitian ini berfokus pada penerapan teknologi *Vision Transformer* (ViT) dalam mendeteksi penyakit pada tanaman selada yang ditanam secara hidroponik. Teknologi ini diintegrasikan dengan sistem *Internet of Things* (IoT) menggunakan ESP32 untuk memberikan nutrisi yang optimal.

Objek penelitian ini adalah tanaman selada (*Lactuca Sativa* L.) yang ditanam secara hidroponik. Deteksi penyakit pada tanaman ini dilakukan dengan menggunakan dataset citra daun selada dari Kaggle, dan kontrol nutrisi dilakukan melalui sistem IoT berbasis ESP32.