

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Peningkatan produksi melon di Indonesia mendorong kebutuhan terhadap sistem budidaya yang mampu menghasilkan buah berkualitas. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura, tanaman melon (*Cucumis melo* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan banyak dibudidayakan di Indonesia [1], [2]. Seiring berkembangnya teknologi budidaya, sistem hidroponik semakin banyak diterapkan karena mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air, nutrisi, dan lahan serta menghasilkan buah dengan kualitas yang lebih baik. Namun demikian, budidaya melon hidroponik masih menghadapi berbagai kendala, salah satunya adalah serangan penyakit daun yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman, menurunkan kualitas buah, bahkan menyebabkan kerugian ekonomi apabila tidak ditangani secara tepat. Penyakit seperti *Powdery Mildew* (embun tepung), *Cucumber Mosaic Virus* (penyakit kuning), dan *Leaf Curl Disease* (daun keriting) merupakan beberapa penyakit yang sering ditemukan pada tanaman melon dan menyebabkan perubahan warna, tekstur, maupun bentuk daun sehingga mengganggu proses fotosintesis dan pertumbuhan tanaman. Serangan penyakit yang tidak terdeteksi sejak dini berpotensi menyebar ke bagian tanaman lain sehingga menyebabkan penurunan hasil panen dan meningkatkan biaya pengendalian penyakit. Oleh karena itu, identifikasi penyakit daun sejak dini menjadi langkah penting dalam mendukung pengendalian penyakit secara efektif [3], [4].

Identifikasi penyakit daun pada budidaya melon umumnya masih dilakukan secara manual melalui pengamatan visual oleh petani atau tenaga ahli. Pendekatan tersebut memiliki beberapa keterbatasan, antara lain bergantung pada pengalaman pengamat, bersifat subjektif, membutuhkan waktu yang relatif lama, serta berpotensi menghasilkan kesalahan diagnosis ketika gejala beberapa penyakit memiliki karakteristik yang serupa. Selain itu, proses identifikasi manual menjadi kurang efisien apabila diterapkan pada jumlah tanaman yang banyak. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya suatu pendekatan berbasis teknologi yang mampu melakukan identifikasi penyakit secara otomatis, cepat, objektif, dan konsisten sehingga dapat membantu proses pengambilan keputusan dalam budidaya melon hidroponik [3], [5].

Perkembangan *Artificial Intelligence* (AI), khususnya *Deep learning*, telah memberikan kontribusi yang signifikan dalam bidang pengolahan citra digital. Salah satu metode *Deep learning* yang paling banyak digunakan untuk deteksi citra adalah *Convolutional Neural Network* (CNN). CNN memiliki kemampuan mempelajari karakteristik visual suatu citra secara otomatis

melalui proses ekstraksi fitur tanpa memerlukan perancangan fitur secara manual sebagaimana pada metode *machine learning* konvensional. Kemampuan tersebut menjadikan CNN banyak diterapkan pada berbagai penelitian deteksi penyakit tanaman karena mampu mengenali pola warna, tekstur, bentuk, maupun bercak penyakit secara efektif [3], [4], [6].

Dalam implementasinya, performa CNN dipengaruhi oleh arsitektur jaringan yang digunakan. Beberapa arsitektur yang banyak diterapkan pada deteksi citra adalah VGG16, ResNet50, dan MobileNetV2. VGG16 memiliki struktur jaringan yang sederhana dengan penggunaan filter konvolusi berukuran 3×3 sehingga mampu mempelajari fitur citra secara mendalam. ResNet50 menerapkan konsep *residual learning* yang memungkinkan pelatihan jaringan yang lebih dalam tanpa mengalami penurunan performa akibat degradasi jaringan. Sementara itu, MobileNetV2 menggunakan *depthwise separable convolution*, *inverted residual*, dan *linear bottleneck* sehingga menghasilkan model yang lebih ringan dan efisien untuk diterapkan pada perangkat dengan sumber daya komputasi terbatas [7], [8], [9].

Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa CNN mampu memberikan performa yang baik dalam deteksi penyakit tanaman berbasis citra digital. Tian *et al.* membuktikan bahwa CNN efektif digunakan untuk deteksi penyakit daun tomat. Muslih dan Krismawan menunjukkan bahwa penerapan *transfer learning* menggunakan ResNet50 mampu meningkatkan performa deteksi. Attallah mengembangkan pendekatan *Compact CNN* dengan *transfer learning* dan *feature selection* untuk meningkatkan akurasi deteksi penyakit daun. Penelitian lain yang dilakukan oleh Mamatha dan Raju, Sharma *et al.*, Hukkeri *et al.*, serta Utami *et al.* juga menunjukkan bahwa berbagai arsitektur CNN maupun model *pretrained* mampu memberikan performa deteksi yang tinggi pada berbagai jenis tanaman. Meskipun demikian, hasil penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa performa setiap arsitektur CNN masih bervariasi bergantung pada karakteristik dataset, teknik *preprocessing*, parameter pelatihan, serta metode evaluasi yang digunakan [5], [6], [10], [11], [12], [13], [14], [15].

Meskipun penelitian mengenai deteksi penyakit tanaman menggunakan CNN telah berkembang pesat, sebagian besar penelitian masih berfokus pada tanaman tomat, padi, dan jagung. Penelitian yang secara khusus membahas deteksi penyakit daun melon, terutama pada sistem budidaya hidroponik, masih relatif terbatas. Selain itu, penelitian terdahulu menggunakan dataset, teknik *preprocessing*, pembagian data, parameter pelatihan, dan metode evaluasi yang berbeda sehingga hasil performanya sulit dibandingkan secara langsung. Oleh karena itu, penelitian ini membandingkan VGG16, ResNet50, dan MobileNetV2 menggunakan dataset penyakit daun melon dan skenario eksperimen yang sama agar diperoleh perbandingan performa yang lebih objektif dan komprehensif [11], [12], [14], [15].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan membangun dan membandingkan kinerja tiga arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN), yaitu VGG16, ResNet50, dan MobileNetV2, dalam deteksi penyakit daun melon hidroponik berbasis citra digital. Dataset penelitian terdiri atas empat kelas, yaitu *Healthy*, *Powdery Mildew* (Embun Tepung), *Cucumber Mosaic Virus* (Penyakit Kuning), dan *Leaf Curl Disease* (Daun Keriting). Tahapan penelitian meliputi pengumpulan dataset, *preprocessing* citra, perancangan model, pelatihan model, pengujian model, serta evaluasi menggunakan metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai arsitektur CNN yang memiliki performa terbaik sehingga dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem deteksi penyakit daun melon berbasis kecerdasan buatan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan pada latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana melakukan perancangan model deteksi penyakit daun melon hidroponik berbasis CNN dengan arsitektur VGG16, ResNet50, dan MobileNetV2?
2. Bagaimana mengukur performa model deteksi penyakit daun melon hidroponik berbasis CNN dengan arsitektur VGG16, ResNet50, dan MobileNetV2 berdasarkan metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*?

C. Batasan Masalah

Agar penelitian dapat dilakukan secara lebih terarah dan sesuai dengan ruang lingkup skripsi, maka penelitian ini memiliki beberapa batasan sebagai berikut:

1. Dataset penelitian terdiri atas empat kelas, yaitu *Healthy* (daun sehat), *Powdery Mildew* (Embun Tepung), *Cucumber Mosaic Virus* (Penyakit Kuning), dan *Leaf Curl Disease* (Daun Keriting).
2. Penelitian ini tidak membahas implementasi model ke dalam aplikasi mobile, website, atau perangkat IoT.
3. Penelitian ini tidak melakukan segmentasi objek daun secara khusus, sehingga citra daun diproses secara langsung sebagai input model.
4. Penelitian ini tidak membahas diagnosis penyakit tanaman secara agronomis, tetapi hanya melakukan deteksi berdasarkan pola visual pada citra daun.
5. Setiap arsitektur CNN diuji satu kali menggunakan konfigurasi parameter pelatihan yang sama. Penelitian ini tidak melakukan pengulangan eksperimen dengan variasi *random seed* maupun metode *cross-validation*.
6. Citra yang digunakan dibatasi pada daun melon yang telah berkembang dan menunjukkan karakteristik visual sesuai kelasnya. Daun pucuk yang belum berkembang secara penuh, daun sehat yang telah mengering, serta

citra yang buram, terpotong berlebihan, terlalu gelap, atau terlalu terang tidak digunakan dalam dataset.

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyusun skenario pembangunan model deteksi penyakit daun melon hidroponik berbasis CNN dengan arsitektur VGG16, ResNet50, dan MobileNetV2.
2. Menganalisis performa model deteksi penyakit daun melon hidroponik berbasis CNN dengan arsitektur VGG16, ResNet50, dan MobileNetV2 berdasarkan metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian merupakan dampak positif yang diharapkan dari hasil penyelesaian permasalahan yang diteliti, baik bagi pengembangan ilmu pengetahuan maupun bagi pihak-pihak yang terkait. Dalam penelitian ini, manfaat yang diharapkan dibagi menjadi dua, yaitu manfaat teoritis dan manfaat praktis.

1. Manfaat Teoritis

Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang *Artificial Intelligence*, *Computer Vision*, dan *Deep learning*. Penelitian ini dapat menambah pemahaman mengenai penerapan *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam deteksi citra penyakit daun tanaman. Selain itu, penelitian ini juga dapat memberikan wawasan mengenai perbandingan performa model deteksi berbasis CNN dengan arsitektur VGG16, ResNet50, dan MobileNetV2 berdasarkan metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Peneliti

Penelitian ini dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peneliti dalam menerapkan metode *Deep learning*, khususnya pada proses pembangunan model deteksi citra penyakit daun tanaman menggunakan arsitektur CNN.

b. Bagi Akademisi

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi tambahan dalam kegiatan pembelajaran maupun penelitian di bidang kecerdasan buatan, khususnya terkait deteksi citra dan perbandingan performa arsitektur CNN.

c. Bagi Pengembang Sistem

Penelitian ini dapat menjadi acuan awal dalam menentukan arsitektur CNN yang sesuai untuk pengembangan sistem deteksi penyakit daun tanaman berbasis citra digital.

d. Bagi Praktisi Pertanian

Hasil penelitian dapat membantu petani atau pengelola budidaya dalam memilih pendekatan deteksi penyakit daun yang memiliki tingkat akurasi tinggi sehingga proses identifikasi penyakit dapat dilakukan lebih cepat.