

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Teh (*Camellia sinensis*) merupakan salah satu komoditas unggulan dalam sektor perkebunan yang memiliki nilai strategis baik secara ekonomi maupun sosial. Di Indonesia, teh tidak hanya berkontribusi pada ekspor nasional[1], tetapi juga menjadi sumber pendapatan utama bagi petani di berbagai daerah seperti Jawa Barat, Sumatera Utara, dan Jawa Tengah. Meski begitu, produktivitas teh nasional terus menghadapi ancaman dari berbagai faktor, salah satunya adalah serangan penyakit dan hama yang menyerang bagian vital tanaman, yaitu daun[2].

Beberapa penyakit yang paling sering menyerang daun teh adalah Brown Blight, Red Rust, dan Red Spider Mite[1]–[3]. Brown Blight biasanya ditandai dengan bercak cokelat tak beraturan yang menyebabkan daun mengering dan rontok. Red Rust menghasilkan lapisan seperti karat berwarna merah yang mengganggu fotosintesis, sedangkan Red Spider Mite adalah tungau yang menyerang jaringan daun, membuat daun mengering dan mudah gugur. Jika tidak segera diidentifikasi dan ditangani, gangguan ini bisa menyebabkan penurunan hasil panen secara signifikan dan berdampak langsung pada ekonomi petani dan industri pengolahan teh[4]–[6].

Di lapangan, masih banyak petani yang melakukan identifikasi penyakit tanaman secara manual berdasarkan pengamatan visual, yang rentan terhadap kesalahan. Pendekatan ini membutuhkan keahlian khusus, waktu yang tidak sedikit, dan tentu tidak efisien dalam skala besar[2]. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi berbasis teknologi untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan penyakit daun teh secara lebih cepat dan akurat[7].

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan, khususnya di bidang computer vision, telah membuka peluang besar untuk mengotomatisasi proses ini. Algoritma Convolutional Neural Network (CNN) merupakan salah satu pendekatan yang efektif dalam klasifikasi citra tanaman[8]. Salah satu arsitektur CNN yang banyak digunakan karena stabilitas dan kedalamannya adalah Residual Network (ResNet), termasuk varian ResNet50, ResNet101, dan ResNet152. Arsitektur ini terkenal karena mampu mempertahankan akurasi yang tinggi meski memiliki lapisan yang sangat dalam, sehingga cocok untuk klasifikasi gambar dengan fitur yang kompleks seperti daun teh[9]–[11].

Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa model ResNet mampu mencapai tingkat akurasi yang sangat tinggi dalam klasifikasi penyakit daun tanaman. Misalnya, sebuah studi oleh Li dan Zhao (2025) mengembangkan model ECA-ResNet50 yang

berhasil mengklasifikasikan penyakit daun teh dengan akurasi mencapai 93,06%, lebih tinggi dibandingkan versi ResNet50 biasa. Bahkan saat diuji pada data tanaman lain, model ini menunjukkan akurasi rerata lebih dari 99%, memperlihatkan kemampuan generalisasi yang sangat baik[12]. Di sisi lain, Pandian et al. (2023) menguji berbagai model pembelajaran transfer untuk mendeteksi penyakit Grey Blight dan menemukan bahwa ResNet152 mampu mencapai akurasi hingga 98,99%, menunjukkan bahwa model yang lebih dalam cenderung memberikan performa yang lebih tinggi[13].

Melihat potensi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem klasifikasi otomatis terhadap kondisi daun teh berdasarkan gambar digital, dengan memanfaatkan arsitektur ResNet50, ResNet101, dan ResNet152. Sistem ini akan mampu membedakan antara daun sehat dan yang terkena tiga jenis penyakit utama: Brown Blight, Red Rust, dan Red Spider Mite. Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan solusi deteksi dini yang akurat, cepat, dan praktis untuk digunakan oleh petani atau pengelola perkebunan, bahkan di lapangan tanpa perlu keahlian teknis tinggi.

Dengan tersedianya sistem klasifikasi berbasis gambar yang cerdas, para petani dapat segera mengetahui kondisi tanaman mereka, mengambil tindakan pengendalian yang tepat waktu, dan mencegah potensi kerugian besar akibat keterlambatan penanganan. Lebih jauh lagi, sistem ini dapat menjadi bagian dari ekosistem pertanian digital yang mendukung efisiensi dan keberlanjutan produksi teh di Indonesia.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan utama dalam budidaya tanaman teh di Indonesia adalah tingginya tingkat serangan penyakit daun seperti Brown Blight, Red Rust, dan Red Spider Mite yang berdampak pada penurunan produktivitas dan kualitas hasil panen. Identifikasi penyakit yang masih dilakukan secara manual oleh petani sering kali tidak akurat, memakan waktu, dan tidak efektif dalam skala besar. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada bagaimana membangun sistem klasifikasi otomatis berbasis gambar daun teh dengan memanfaatkan arsitektur deep learning ResNet (ResNet50, ResNet101, dan ResNet152), serta menganalisis model mana yang paling optimal dalam mengenali dan membedakan jenis penyakit secara akurat. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menilai efektivitas pendekatan ini dibandingkan metode konvensional serta mengidentifikasi tantangan yang mungkin dihadapi dalam penerapannya di lapangan.

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi otomatis yang mampu mendeteksi dan membedakan kondisi daun teh berdasarkan gambar, khususnya untuk mengenali penyakit Brown Blight, Red Rust, Red Spider Mite, serta daun yang sehat. Untuk mewujudkan tujuan tersebut, penelitian ini akan memanfaatkan arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) berbasis Residual Network, yaitu ResNet50, ResNet101, dan ResNet152, guna mengevaluasi dan membandingkan performa masing-masing model dalam hal akurasi klasifikasi dan efisiensi pemrosesan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengkaji sejauh mana pendekatan berbasis deep learning dapat menjadi solusi praktis dan efektif dalam mendukung deteksi dini penyakit daun teh, serta memahami tantangan teknis yang mungkin timbul dalam implementasi sistem ini di lingkungan perkebunan.

1.3.2. Manfaat

Berikut adalah manfaat yang diinginkan dari hasil penelitian adalah:

1. Menambah wawasan dan referensi ilmiah dalam bidang pengolahan citra dan deep learning, khususnya penerapan arsitektur ResNet untuk klasifikasi penyakit tanaman berbasis gambar.
2. Memberikan kontribusi bagi pengembangan metode klasifikasi yang lebih akurat dan efisien untuk deteksi penyakit tanaman dalam konteks pertanian digital.
3. Membantu petani dan pelaku perkebunan teh dalam mendeteksi penyakit daun secara cepat dan akurat, sehingga memudahkan penanganan dini untuk mengurangi kerugian.
4. Mendukung penerapan pertanian cerdas (smart farming) dengan menyediakan solusi teknologi yang dapat digunakan langsung di lapangan tanpa memerlukan keahlian khusus.
5. Meningkatkan efisiensi pemantauan kesehatan tanaman teh dengan mengurangi ketergantungan pada metode manual yang rentan kesalahan dan memakan waktu.
6. Menjadi dasar pengembangan aplikasi atau alat bantu monitoring penyakit tanaman yang praktis dan mudah diakses oleh petani.

1.4. Batasan Penelitian

Batasan-batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya memfokuskan pada klasifikasi empat kelas kondisi daun teh, yaitu Brown Blight, Red Rust, Red Spider Mite, dan daun sehat (Healthy), tanpa mengkaji penyakit atau hama lain yang mungkin juga menyerang tanaman teh.

2. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa gambar daun teh yang diambil dalam kondisi tertentu dan dengan kualitas yang sudah distandarisasi, sehingga hasil penelitian mungkin terbatas pada kondisi pencahayaan dan latar belakang serupa.
3. Model yang diuji adalah tiga varian arsitektur Residual Network (ResNet50, ResNet101, dan ResNet152) saja, tanpa membandingkan dengan model deep learning lain di luar keluarga ResNet.
4. Penelitian ini hanya melakukan evaluasi performa model dari segi akurasi klasifikasi dan efisiensi pemrosesan, tanpa menguji implementasi sistem secara langsung di lapangan atau integrasi dengan perangkat keras tertentu.
5. Fokus penelitian adalah pada pengolahan citra daun secara individual tanpa mempertimbangkan faktor lingkungan atau kondisi agronomis lain yang dapat mempengaruhi penampilan daun.

1.5. Keterbaruan

Terdapat beberapa penelitian sebelum nya yang memiliki keterkaitan dengan klasifikasi Kanker Paru-paru yang menunjukkan keterbaruan dari penelitian ini.

1. Li dan Zhao (2025)[12] mengembangkan model klasifikasi penyakit daun teh dengan menggabungkan mekanisme perhatian ECA pada arsitektur ResNet50. Penelitian ini berhasil meningkatkan akurasi menjadi 93,06%, yang lebih baik dibandingkan penggunaan ResNet50 biasa, menunjukkan bahwa tambahan mekanisme perhatian dapat meningkatkan kinerja model.
2. Pandian et al. (2023)[13] memperkenalkan model Deep Convolutional Neural Network untuk mendeteksi penyakit Grey Blight pada daun teh. Model ini mencapai akurasi yang sangat tinggi, yaitu 98,99%, dan outperform metode transfer learning lain seperti AlexNet dan DenseNet201, menegaskan efektivitas DCNN dalam klasifikasi penyakit daun teh.
3. Chakraborty, Murugan, dan Goel (2022)[14] menggunakan Convolutional Neural Network dalam identifikasi penyakit pada daun teh. Hasil penelitian menunjukkan akurasi sebesar 92,59%, yang lebih unggul dibandingkan metode konvensional seperti Support Vector Machine dan K-Nearest Neighbors, menandakan keunggulan CNN dalam klasifikasi citra tanaman.
4. Pandian et al. (2022)[6] mengembangkan model CNN dengan 10 lapisan untuk prediksi penyakit daun teh. Dengan arsitektur jaringan yang lebih dalam, model ini mampu meningkatkan tingkat akurasi dalam mengenali penyakit, menegaskan pentingnya kedalaman jaringan dalam memproses fitur citra yang kompleks.

5. Rosyidah, Hadi, dan Dewi (2023)[3] menerapkan CNN sebagai klasifikasi citra untuk mengidentifikasi berbagai penyakit pada daun teh. Meskipun menggunakan dataset yang relatif kecil, penelitian ini membuktikan kemampuan CNN dalam memberikan hasil klasifikasi yang memuaskan dan berpotensi diaplikasikan secara luas.