BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kopi (*Coffea* spp.) merupakan salah satu komoditas perkebunan penting di Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta permintaan pasar yang terus meningkat, baik di tingkat domestik maupun internasional (Faojiah et al., 2025). Dua jenis kopi yang paling banyak dibudidayakan adalah robusta (*Coffea canephora*) dan arabika (*Coffea arabica*). Keberhasilan produksi kedua jenis kopi tersebut sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kondisi lingkungan, teknik budidaya, serta kesehatan tanaman. Oleh karena itu, pengelolaan tanaman kopi yang optimal menjadi faktor penting dalam menjaga keberlanjutan produksi. Selain berperan dalam memenuhi kebutuhan pasar, sektor perkebunan kopi juga berkontribusi terhadap peningkatan pendapatan petani serta mendukung pertumbuhan ekonomi di daerah penghasil kopi.

Perkembangan produksi kopi juga terjadi di tingkat daerah, salah satunya di Kabupaten Kuningan, Jawa Barat. Berdasarkan data Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kabupaten Kuningan, produksi kopi pada tahun 2025 mencapai 1.236 ton, meningkat dibandingkan tahun 2024 yang sebesar 775,8 ton. Produksi tersebut didominasi oleh kopi robusta yang menghasilkan 1.173,39 ton dari luas lahan produktif sekitar 1.042,38 hektare, sedangkan kopi arabika menghasilkan 63,61 ton dari 69,50 hektare lahan produktif (Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kabupaten Kuningan, 2025). Peningkatan produksi juga terjadi di tingkat lokal, seperti di Desa Wisata Kopi Cibeureum, Kecamatan Cilimus, yang pada tahun 2025 mampu menghasilkan sekitar 70 ton kopi robusta, meningkat dibandingkan produksi tahun 2024 yang berada pada kisaran 40–50 ton (Labibinajib, 2026). Data tersebut menunjukkan bahwa sektor perkebunan kopi memiliki potensi ekonomi yang besar serta terus berkembang di wilayah tersebut.

Meskipun produksi kopi mengalami peningkatan, produktivitas tanaman kopi masih rentan terhadap gangguan kesehatan tanaman, khususnya penyakit daun. Daun sebagai organ utama fotosintesis sangat menentukan pertumbuhan dan hasil

produksi kopi. Berdasarkan hasil wawancara dengan Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kabupaten Kuningan, penyakit daun yang paling sering ditemukan pada tanaman kopi meliputi karat daun (*Hemileia vastatrix*), antraknosa, bercak daun (*Cercospora coffeicola*), dan embun jelaga. Serangan penyakit tersebut umumnya meningkat pada musim hujan karena kondisi lingkungan yang lembap mendukung perkembangan dan penyebaran patogen. Di antara berbagai penyakit tersebut, karat daun menjadi penyakit yang paling sering ditemukan karena memiliki tingkat penyebaran yang tinggi melalui percikan air hujan. Apabila tidak ditangani dengan baik, serangan penyakit daun dapat menyebabkan penurunan hasil panen hingga sekitar 10% serta menurunkan kualitas kopi akibat terganggunya proses fotosintesis tanaman.

Hasil wawancara dan observasi di Sekarmanik Mitra Utama menunjukkan bahwa identifikasi penyakit daun kopi masih dilakukan secara manual melalui pengamatan visual. Meskipun setiap penyakit memiliki karakteristik gejala yang berbeda, beberapa gejala yang muncul pada permukaan daun dapat terlihat serupa, seperti adanya bercak atau perubahan warna daun. Kemiripan gejala tersebut menyebabkan jenis penyakit yang menyerang tidak selalu dapat ditentukan secara langsung melalui pengamatan visual. Dalam kondisi tertentu, petani perlu berkonsultasi dengan Petugas Pengendali Organisme Pengganggu Tumbuhan (POPT) atau pihak Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kabupaten Kuningan untuk memperoleh identifikasi yang lebih pasti. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengamatan visual memiliki keterbatasan dalam membedakan beberapa jenis penyakit daun kopi secara konsisten, sehingga diperlukan pendekatan yang dapat membantu proses identifikasi secara lebih cepat dan akurat.

Keterbatasan dalam pengamatan visual tersebut menunjukkan perlunya pendekatan berbasis teknologi yang mampu menganalisis citra secara lebih detail dan akurat. Pemanfaatan kecerdasan buatan melalui pengolahan citra digital dengan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) berpotensi menjadi solusi untuk permasalahan tersebut. CNN menawarkan metode yang kuat dalam mendiagnosis penyakit tanaman melalui analisis citra daun (Shetty et al., 2024), dengan mengekstraksi fitur visual seperti warna, tekstur, dan pola bercak. Penerapan CNN

diharapkan dapat membantu deteksi dini penyakit daun kopi dan mendukung pengelolaan tanaman secara lebih efektif dan berkelanjutan (Prastio et al., 2025).

Dalam pengembangan aplikasi deteksi penyakit daun kopi berbasis Android, pemilihan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) merupakan aspek penting yang memengaruhi kinerja model. Arsitektur yang membutuhkan sumber daya komputasi yang besar seperti VGG16, ResNet, atau EfficientNet terbukti mampu menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi, namun model-model tersebut memiliki ukuran yang relatif besar sehingga membutuhkan sumber daya memori dan komputasi yang lebih tinggi ketika diimplementasikan pada perangkat seluler (Mansouri et al., 2024). Oleh karena itu, arsitektur MobileNetV2 dipilih karena mampu memberikan keseimbangan antara tingkat akurasi dan efisiensi komputasi, sehingga sesuai untuk diimplementasikan pada aplikasi berbasis perangkat mobile. Keunggulan utama MobileNetV2 terletak pada penggunaan mekanisme *Depthwise Separable Convolution* dan *Inverted Residuals* yang mampu mengurangi jumlah parameter serta beban komputasi model secara signifikan (Saepulloh & Putra, 2026). Mekanisme tersebut bekerja dengan memecah proses konvolusi standar menjadi dua tahap yang lebih ringan, yaitu *depthwise convolution* dan *pointwise convolution*. Dengan karakteristik tersebut, arsitektur MobileNetV2 mampu memberikan kinerja klasifikasi yang baik dengan beban komputasi yang lebih rendah, sehingga model dapat dijalankan secara efisien pada perangkat Android. Kondisi ini memungkinkan proses identifikasi penyakit daun kopi dilakukan secara cepat langsung di lapangan (Arianda & Hadiwandra, 2025). Dengan demikian, petani dapat memperoleh informasi awal mengenai kondisi tanaman sebagai dasar dalam menentukan tindakan penanganan secara lebih cepat dan tepat.

Tabel 1.1 Penelitian Sebelumnya

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil
1	(Novantara et al., 2025)	Deteksi Hama Penyakit Daun Padi Dengan Menggunakan Teknik Optimasi *Deep Learning*	*Convolutional Neural Network* (CNN) dengan pendekatan *Rapid Application Development* (RAD)	Model menghasilkan akurasi tinggi sebesar 97,75%. Nilai F1-Score mencapai 0,97 untuk Brown Spot,

		Convolutional Neural Network	dan teknik augmentasi data.	0,921 untuk Blast, 0,871 untuk Hispa, dan 0,952 untuk daun sehat.
2	(Putra & Prihartono, 2025)	Klasifikasi Penyakit Daun Cabai Dengan Metode CNN Untuk Deteksi Awal	CNN dengan *optimizer* Adam dan fungsi *loss binary crossentropy*, serta augmentasi data (rotasi, *flipping*, *zoom*). Implementasi menggunakan *framework* Flask.	Akurasi mencapai 91% pada data validasi. Model mampu membedakan kategori daun sehat dan daun keriting dengan tingkat kesalahan minimal.
3	(Gumelar et al., 2025)	Implementasi CNN untuk identifikasi penyakit daun jagung	CNN berbasis arsitektur MobileNetV2 dengan metode pengembangan sistem *Rapid Application Development* (RAD) untuk aplikasi Android.	Akurasi keseluruhan mencapai 96,2%. Nilai F1-Score untuk setiap kelas (Bercak, Bulai, Hawar, Karat, Sehat) berada di atas 94%.
4	(Sucia et al., 2023)	*Classification of coffee leaf diseases using CNN*	CNN arsitektur VGG-19 dengan tahap pre-processing berupa *image enhancement* dan *contouring data*. Menggunakan *optimizer* RMSprop.	Model VGG-19 mencapai F1-Score sebesar 90% pada data pengujian. Akurasi VGG-19 (90%) lebih tinggi dibandingkan model ResNet50 (80%) pada penelitian ini.
5	(Mansouri et al., 2024)	*A deep learning model for detection and classification of coffee-leaf diseases using the transfer-learning technique*	*Deep learning* dengan teknik *transfer learning* menggunakan berbagai model *pre-trained* (EfficientNetB0, ResNet50, MobileNetV1, MobileNetV2) pada	Model EfficientNetB0 memberikan akurasi paling relevan sebesar 99,99%. ResNet50 mencapai 99,91%, sementara MobileNetV2 mencapai 99,62%.

			dataset JMuBEN serta JMuBEN2.	

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penerapan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) terbukti efektif dalam mendeteksi penyakit daun tanaman pada berbagai komoditas pertanian. Beberapa penelitian di wilayah Kabupaten Kuningan menunjukkan potensi penerapan CNN untuk deteksi penyakit tanaman, seperti penelitian Novantara et al. (2025) pada daun padi dengan akurasi 97,75%, Putra & Prihartono (2025) pada daun cabai dengan akurasi 91%, serta Gumelar et al. (2025) yang mengembangkan aplikasi Android berbasis CNN MobileNetV2 untuk deteksi penyakit daun jagung dengan akurasi 96,2%. Selanjutnya, penelitian yang lebih spesifik pada komoditas kopi dilakukan oleh Sucia et al. (2023) menggunakan arsitektur VGG-19 dengan akurasi 90% dan Mansouri et al. (2024) melalui pendekatan *transfer learning* menggunakan EfficientNetB0 yang mencapai akurasi hingga 99,99%. Meskipun hasil penelitian tersebut menunjukkan performa CNN yang sangat tinggi, belum terdapat penelitian yang secara khusus menerapkan aplikasi deteksi penyakit daun kopi berbasis Android menggunakan CNN pada studi kasus perkebunan kopi di Kabupaten Kuningan, sehingga penelitian ini diarahkan untuk melengkapi kajian yang ada dengan menyesuaikan sistem terhadap kondisi dan kebutuhan petani kopi setempat.

Berdasarkan kondisi dan kebutuhan tersebut, penelitian ini mengangkat penelitian tentang "Rancang Bangun Aplikasi Deteksi Penyakit pada Daun Kopi menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network*".

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian, masalah yang diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Petani di Sekarmanik Mitra Utama Desa Cibeureum masih melakukan identifikasi penyakit daun kopi melalui pengamatan visual yang memiliki keterbatasan dalam membedakan karakteristik gejala yang serupa, sehingga penentuan jenis penyakit tidak selalu dapat dilakukan secara akurat.

2. Keterlibatan pakar atau pihak ahli dalam proses konfirmasi penyakit tidak selalu dapat diperoleh secara cepat oleh petani, sehingga menyebabkan keterlambatan dalam penanganan penyakit yang berdampak pada penurunan kesehatan tanaman dan hasil produksi kopi.
3. Belum tersedia sistem atau aplikasi berbasis teknologi yang dapat membantu petani di Sekarmanik Mitra Utama dalam mendeteksi penyakit daun kopi secara cepat dan akurat.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem atau aplikasi berbasis Android untuk mendeteksi penyakit pada daun kopi menggunakan pengolahan citra digital?
2. Bagaimana menerapkan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam sistem untuk mendeteksi penyakit daun kopi?
3. Bagaimana kinerja algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam mendeteksi penyakit daun kopi berdasarkan citra digital?

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada deteksi penyakit pada daun kopi, yaitu proses identifikasi jenis penyakit berdasarkan citra daun kopi.
2. Objek penelitian dibatasi pada tanaman kopi jenis Robusta, dengan klasifikasi kondisi daun ke dalam lima kategori, yaitu antraknosa, bercak daun, daun sehat, embun jelaga, dan karat daun.
3. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini merupakan kombinasi dari data primer dan sekunder dengan jumlah total 5.000 citra yang terbagi ke dalam lima kelas, yaitu antraknosa, embun jelaga, bercak daun, daun sehat, dan karat daun. Rincian pembagian dataset tersebut adalah sebagai berikut:
    a. Data primer sebanyak 3.500 citra yang diperoleh secara langsung melalui pengambilan citra daun kopi di lapangan. Data ini terdiri atas

1.000 citra daun antraknosa, 1.000 citra daun embun jelaga, 500 citra bercak daun, 500 citra daun sehat, dan 500 citra karat daun.

b. Data sekunder sebanyak 1.500 citra yang diperoleh dari publikasi dataset pada platform Kaggle. Data ini terdiri atas 500 citra bercak daun, 500 citra daun sehat, dan 500 citra karat daun. Sumber dataset sekunder ini dapat diakses melalui tautan: https://www.kaggle.com/datasets/izzaiqbal/capstone-project

4. Data citra berupa gambar daun kopi dengan format JPG dan ukuran 224 × 224 piksel dengan 3 *channel* RGB.
5. Pembagian dataset dilakukan dengan proporsi 80% data latih (*training*), 10% data validasi (*validation*), dan 10% data uji (*testing*).
6. Pengembangan aplikasi berbasis Android sebagai media implementasi sistem deteksi penyakit daun kopi.
7. Algoritma yang digunakan adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur MobileNetV2, untuk diterapkan pada perangkat *mobile* dalam proses ekstraksi fitur dan klasifikasi penyakit daun kopi.
8. Penggunaan aplikasi dibatasi pada petani kopi di Sekarmanik Mitra Utama sebagai pengguna utama dalam melakukan deteksi penyakit daun kopi di lapangan.

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem atau aplikasi berbasis Android untuk mendeteksi penyakit pada daun kopi menggunakan pengolahan citra digital.
2. Menerapkan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam sistem untuk mendeteksi penyakit daun kopi.
3. Mengevaluasi kinerja algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam mendeteksi penyakit daun kopi berdasarkan citra digital.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini dapat dibagi menjadi dua aspek, yaitu manfaat teoritis dan manfaat praktis:

1. Manfaat Teoritis

   Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang kecerdasan buatan dan pengolahan citra digital untuk sektor pertanian. Penerapan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) pada deteksi penyakit daun kopi dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan deteksi penyakit tanaman, optimasi akurasi model, serta integrasi sistem berbasis aplikasi Android. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur ilmiah mengenai pemanfaatan teknologi digital dalam mendukung keberlanjutan produksi tanaman kopi.

2. Manfaat Praktis

   a. Bagi Peneliti

      Penelitian ini memberikan pengalaman praktis dalam merancang dan mengimplementasikan aplikasi berbasis Android serta menerapkan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam deteksi penyakit pada citra tanaman, khususnya daun kopi. Peneliti memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai proses deteksi penyakit berbasis citra digital serta integrasi sistem deteksi berbasis aplikasi Android.

   b. Bagi Petani

      Aplikasi yang dikembangkan dapat membantu petani dalam mendeteksi penyakit pada daun kopi secara lebih cepat dan akurat. Hal ini memungkinkan petani melakukan tindakan pengendalian yang lebih tepat waktu, sehingga dapat mempertahankan kesehatan tanaman dan jumlah produksi kopi.

   c. Bagi Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kabupaten Kuningan

      Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu referensi dalam mendukung kegiatan penyuluhan, pendampingan, dan edukasi kepada

petani mengenai identifikasi penyakit daun kopi. Selain itu, aplikasi yang dikembangkan berpotensi menjadi media pendukung dalam kegiatan deteksi dini penyakit daun kopi sehingga dapat membantu meningkatkan efektivitas pembinaan kepada petani kopi di Kabupaten Kuningan.