

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman *strawberry* merupakan tanaman yang tergolong kedalam divisi *Spermatophyta*, subdivisi *Angiospermae*, kelas *Dicotyledonae*, keluarga *Rosaceae*, genus *Fragaria*, dan spesies *Fragaria sp* (Pranata et al., 2023). Buah *strawberry* dikenal memiliki rasa yang cenderung manis, penampilan yang menarik dari segi warna dan bentuk, serta kandungan gizi, vitamin, dan antioksidan yang tinggi (Setiawati et al., 2023). Hal tersebut menjadikan *strawberry* bernilai ekonomi tinggi dan memiliki peluang usaha yang menjanjikan. Di Indonesia, banyak petani telah membudidayakan tanaman ini secara komersial. Namun, dalam praktiknya, budidaya *strawberry* masih banyak menggunakan metode konvensional, sehingga produktivitas tanaman cenderung menurun dan hasil panen yang diperoleh menjadi kurang optimal (Sarfina, 2024).

Petani *strawberry* kerap mengalami penurunan hasil panen akibat serangan penyakit yang menyerang bagian tanaman, khususnya daun dan buah. Berbagai jenis penyakit dapat menginfeksi daun, bunga, maupun buah diantaranya penyakit bercak daun, *blossom blight*, *powdery mildew*, serta *gray mold* (Sarfina, 2024). Proses penyebaran penyakit tanaman *strawberry* pada umumnya disebabkan oleh jamur patogen yang mampu berkembang biak dengan menghasilkan spora sebagai sarana penyebaran. Spora yang dihasilkan tersebut dapat berpindah dan menyebar ke tanaman lain melalui berbagai faktor lingkungan, terutama pada kondisi kelembapan udara yang tinggi dan suhu yang hangat yang mendukung perkembangan patogen. Ketika spora tersebut menempel pada permukaan daun tanaman yang sehat, spora akan mulai melakukan proses infeksi pada jaringan daun. Infeksi ini kemudian berkembang dan menimbulkan berbagai gejala penyakit pada daun *strawberry*, seperti bercak daun, gosong daun, dan hawar daun (Setiyawan et al., 2020). Kondisi ini sering ditemukan pada budidaya *strawberry* dilahan terbuka yang tidak menggunakan *greenhouse*, sehingga tanaman lebih rentan terhadap infeksi patogen.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2026), produksi *strawberry* di Indonesia menunjukkan kondisi yang belum stabil dalam beberapa tahun terakhir. Produksi tercatat sebesar 288.952 kuintal pada tahun 2022, kemudian mengalami penurunan menjadi 277.207,65 kuintal pada tahun 2023, sebelum kembali meningkat pada tahun 2024 sebesar 317.706,02 kuintal dan tahun 2025 mencapai 440.628,98 kuintal. Kondisi fluktuatif tersebut menunjukkan bahwa produktivitas tanaman *strawberry* masih dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti serangan penyakit tanaman dan perubahan kondisi lingkungan. Dampak permasalahan ini juga dirasakan langsung oleh petani di Cipayung *Strawberry Garden* dan *Botanika Garden*. Berdasarkan hasil observasi, sejak tahun 2019 hingga 2026 pada musim kemarau hasil panen yang diperoleh di Cipayung *Strawberry Garden* hanya berkisar antara 1–2 kg setiap tiga hari atau setara dengan pendapatan sebesar Rp60.000–Rp120.000. Apabila diakumulasikan dalam satu tahun, hasil panen tersebut hanya mencapai sekitar 122–244 kg dengan pendapatan sebesar Rp7.320.000–Rp14.640.000. Pada musim penghujan, kondisi tersebut menjadi lebih buruk karena produksi dapat menurun secara drastis, bahkan tidak menghasilkan pemasukan sama sekali. Penurunan tersebut dipengaruhi oleh serangan penyakit dan faktor lingkungan yang berpengaruh besar terhadap pertumbuhan serta menurunkan produktivitas tanaman *strawberry* (Tafonao et al., 2023).

Hal serupa terjadi pada Cipayung *Strawberry Garden* dan *Botanika Garden*, berdasarkan hasil wawancara dengan petani menjelaskan bahwa sistem budidaya masih dilakukan di ruang terbuka tanpa perlindungan *greenhouse*, menyebabkan tanaman lebih terpapar langsung oleh faktor cuaca dan lingkungan yang dapat mempercepat perkembangan penyakit. Selain itu, pengetahuan petani mengenai jenis serta gejala penyakit tanaman *strawberry* masih terbatas, sementara akses terhadap penyuluh pertanian yang dapat memberikan pendampingan dan konsultasi terkait penyakit tanaman juga masih terbatas sehingga proses identifikasi penyakit umumnya hanya mengandalkan pengamatan visual berdasarkan pengalaman. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan kesalahan diagnosis, keterlambatan penanganan, serta

penyebaran penyakit yang lebih luas yang berdampak pada penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen.

Keterbatasan dalam proses identifikasi penyakit yang masih dilakukan secara manual menunjukkan adanya kebutuhan akan pemanfaatan teknologi untuk membantu petani dalam mengenali penyakit tanaman secara lebih cepat dan tepat. Oleh karena itu, diperlukan sebuah solusi berupa aplikasi berbasis android yang dapat mendukung petani khususnya di Cipayung *Strawberry Garden* dalam melakukan identifikasi penyakit pada tanaman *strawberry*. Seiring berkembangnya teknologi di bidang *computer vision*, algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dapat dimanfaatkan untuk mengenali pola-pola penyakit secara otomatis melalui citra daun *strawberry*. CNN adalah metode *deep learning* untuk klasifikasi citra yang mengekstraksi fitur dari gambar menggunakan proses konvolusi dengan filter (Husna et al., n.d.). Penerapan metode CNN pada aplikasi yang dikembangkan diharapkan mampu meningkatkan kemampuan dalam memahami dan mengidentifikasi jenis penyakit tanaman *strawberry* secara lebih akurat dan efisien.

Adapun beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, diantaranya dapat dilihat pada **Tabel 1.1** berikut ini:

Tabel 1. 1 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Metode	Dataset	Hasil
1	Andrian Herbert P. S., dkk. (2024)	Klasifikasi Jenis Penyakit Pada Daun Tumbuhan Stroberi Menggunakan <i>Convolutional Neural Network</i> Arsitektur InceptionV3 (Herbert et al., 2024)	<i>Convolutional Neural Network</i> (CNN) dengan arsitektur InceptionV3	Dataset kategori sehat dan penyakit <i>leaf scorch</i>	Pengujian model menghasilkan nilai akurasi klasifikasi mencapai 99%
2	Efi Mukaromah, dkk. (2025)	Deteksi Penyakit Daun Tanaman Stroberi Menggunakan Yolov8 Pendekatan Berbasis <i>Deep Learning</i> Di Tawangmangu (Mukaromah et al., n.d.)	YOLOv8 berbasis <i>Deep Learning</i> dengan augmentasi data dan evaluasi pada <i>platform</i> Google Colab	Dataset lokal yang diambil langsung dari perkebunan stroberi di Tawangmangu dengan 5 kelas dataset yaitu bercak daun, bukan daun <i>strawberry</i> , daun sehat,	Nilai mAP@0.5 mencapai 99,2%, mAP@0.5:0.95 sebesar 94,5% dan akurasi rata-rata pengujian lapangan melalui <i>website</i>

No	Peneliti	Judul	Metode	Dataset	Hasil
				hawar daun dan <i>tipburn</i>	STROBIKA sebesar 84,6%
3	Sitti Aisyah Asy'ari, dkk. (2025)	Klasifikasi Penyakit Daun Jagung Menggunakan <i>Convolutional Neural Network</i> Arsitektur Xception Berbasis Web (Asy'ari et al., 2025)	CNN dengan arsitektur Xception menggunakan <i>framework</i> flask berbasis web	4.188 gambar bersumber dari kaagle. Terdiri dari 4 kelas yaitu: <i>healthy</i> , <i>blight</i> , <i>common rust</i> , dan <i>gray leaf spot</i>	Model berhasil mencapai akurasi sebesar 92,40%. Performa klasifikasi tertinggi dicapai pada kategori <i>healthy</i> , sedangkan kategori <i>gray leaf spot</i> memperoleh performa terendah dengan akurasi sebesar 68,97%.
4	Danar Putra Pamungkas, dkk. (2025)	Analisis Hasil Klasifikasi Penyakit Daun Bawang Merah Menggunakan CNN Arsitektur Exception (Pamungkas & Amrulloh, 2025)	CNN dengan arsitektur Xception. <i>Preprocessing</i> meliputi <i>cropping</i> , perubahan ukuran citra (224x224 piksel), pembagian data (70%, 10%, 20%), serta augmentasi gambar	240 gambar primer. Terdiri dari 4 kelas yaitu: normal, ulat, busuk bawah dan jamur daun	Model berhasil mencapai akurasi 99,71% dan akurasi validasi mencapai 97,37%
5	Rico Satria Ananda Putra, dkk. (2025)	Sistem Klasifikasi Akurat Penyakit Daun Padi Menggunakan <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN) Model Xception (Putra & Ardiyansyah, 2025)	CNN dengan arsitektur Xception yang berfokus pada analisis tekstur citra daun padi	6.932 gambar primer. Terdiri dari 5 kelas yaitu: <i>brown spot</i> , tungro, <i>blast</i> , <i>bacterial blight</i> dan sehat	Model berhasil mencapai akurasi 98,99%, presisi 94%, <i>recall</i> 96% dan <i>F1-score</i> 96%

Berdasarkan tabel penelitian terdahulu diatas diketahui bahwa penelitian yang berjudul “Klasifikasi Jenis Penyakit Pada Daun Tumbuhan Stroberi Menggunakan *Convolutional Neural Network* Arsitektur InceptionV3” menghasilkan tingkat akurasi sebesar 99%, selanjutnya penelitian yang berjudul

“Deteksi Penyakit Daun Tanaman Stroberi Menggunakan Yolov8 Pendekatan Berbasis *Deep Learning* Di Tawangmangu” menghasilkan tingkat akurasi sebesar 84,6%, selanjutnya penelitian yang berjudul “Klasifikasi Penyakit Daun Jagung Menggunakan *Convolutional Neural Network* Arsitektur Xception Berbasis Web” menghasilkan tingkat akurasi sebesar 92,40%, selanjutnya penelitian yang berjudul “Analisis Hasil Klasifikasi Penyakit Daun Bawang Merah Menggunakan CNN Arsitektur Exception” menghasilkan tingkat akurasi sebesar 99,71% serta penelitian yang berjudul “Sistem Klasifikasi Akurat Penyakit Daun Padi Menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) Model Xception” menghasilkan tingkat akurasi sebesar 98,99%. Hal ini memperlihatkan bahwa algoritma CNN cukup baik untuk proses deteksi penyakit pada tanaman, sehingga dapat diimplementasikan dalam pengembangan aplikasi deteksi jenis penyakit pada tanaman *strawberry*.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka penulis mengangkat judul penelitian ini dengan judul **“Rancang Bangun Aplikasi Deteksi Penyakit Pada Tanaman Strawberry Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN)”**.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, peneliti dapat mengidentifikasi beberapa masalah yang terjadi diantaranya:

1. Petani masih melakukan proses identifikasi penyakit tanaman *strawberry* secara manual melalui pengamatan langsung, sehingga kondisi ini berpotensi menyebabkan kesalahan diagnosis, keterlambatan penanganan, serta meningkatkan risiko penyebaran penyakit secara lebih luas.
2. Keterbatasan penyuluh pertanian yang dapat memberikan pendampingan dan konsultasi secara langsung, serta belum dimanfaatkannya teknologi sebagai sarana pendukung identifikasi penyakit, menyebabkan proses identifikasi penyakit tanaman *strawberry* masih bergantung pada pengamatan manual dan pengalaman petani.
3. Berdasarkan hasil pengambilan data sejak tahun 2019, terdapat risiko tinggi penyebaran penyakit pada tanaman *strawberry* yang disebabkan oleh spora jamur patogen yang mudah berkembang dan menyebar pada kondisi

lingkungan lembap, terutama pada sistem budidaya di lahan terbuka. Kondisi tersebut dapat menyebabkan infeksi pada daun tanaman serta berdampak pada penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, peneliti dapat merumuskan masalah penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membangun aplikasi berbasis android yang dapat membantu petani mendeteksi penyakit pada tanaman *strawberry* secara cepat dan akurat?
2. Bagaimana cara mengimplementasikan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) pada aplikasi agar dapat mendeteksi penyakit pada tanaman *strawberry*?

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah, maka diperlukan batasan masalah pada penelitian ini. Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilaksanakan di Cipayung *Strawberry Garden* yang bertempat di Dusun Jatinunggal, Desa Karangtawang, Kecamatan Kuningan, Kabupaten Kuningan, Provinsi Jawa Barat.
2. Penelitian ini berfokus pada deteksi penyakit tanaman *strawberry* melalui objek daunnya.
3. Algoritma yang digunakan adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan menggunakan arsitektur Xception.
4. Aplikasi yang dibangun berbasis android.
5. Jenis deteksi yang difokuskan terdiri dari 3 jenis kelas penyakit yaitu *leaf spot*, *leaf blight* dan *leaf scorch* serta jenis kelas daun *healthy*.
6. Dataset yang digunakan berjumlah total 4000 gambar yang terbagi kedalam 4 kelas, dikumpulkan dari dua sumber:
 - a) Dataset Primer

Dataset yang diperoleh melalui pengambilan gambar secara langsung di Cipayung *Strawberry Garden*. Total dataset primer yang diperoleh berjumlah 2000 gambar, dengan rincian sebagai berikut:

- *Leaf spot*: 500 gambar
- *Leaf blight*: 1000 gambar
- *Healthy*: 500 gambar

b) Dataset Sekunder

Dataset yang diperoleh melalui pengambilan data dari kaggle. Total dataset sekunder yang diperoleh berjumlah 2000 gambar, dengan rincian sebagai berikut:

- *Leaf spot*: 500 gambar
- *Leaf scorch*: 1000 gambar
- *Healthy*: 500 gambar

Adapun sumber dataset yang digunakan adalah sebagai berikut:

- <https://www.kaggle.com/datasets/usmanafzaal/strawberry-disease-detection-dataset>
- <https://www.kaggle.com/datasets/mgmitesh/plant-disease-detection-dataset>

7. Persentase jumlah data terbagi menjadi 3 bagian dimana 80% untuk data *training*, 10% untuk data *validation*, dan 10% untuk data *testing*.
8. Fitur yang dirancang dan dibangun masih terbatas pada pendeteksian penyakit dan pemberian informasi penanganan, tanpa adanya pembangunan fitur tambahan lainnya.
9. Sistem dirancang untuk melakukan deteksi penyakit pada daun tanaman *strawberry* dengan kondisi pencahayaan yang memadai (terang) sehingga objek dapat terlihat dengan jelas oleh kamera.
10. Sistem melakukan deteksi secara optimal pada jarak pengambilan gambar sekitar 5 cm antara kamera dan objek daun tanaman *strawberry*.
11. Pengujian dilakukan di lapangan secara langsung bersama petani di Cipayung *Strawberry Garden* menggunakan perangkat berbasis android.

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun aplikasi yang dapat membantu petani mendeteksi penyakit pada tanaman *strawberry* berbasis Android.
2. Mengimplementasikan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* pada aplikasi deteksi penyakit tanaman *strawberry*.
3. Menguji kinerja model *Convolutional Neural Network (CNN)* dengan arsitektur Xception dalam mendeteksi penyakit pada tanaman *strawberry* dengan target tingkat akurasi minimal 85%.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
 - a. Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan pemahaman peneliti maupun akademisi terkait implementasi metode *Convolutional Neural Network (CNN)*.
 - b. Secara keilmuan, penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan referensi dalam pengembangan ilmu di bidang *computer vision*.
 - c. Dari sisi penerapan, penelitian ini memberikan kontribusi pada sektor pertanian melalui pengembangan teknologi deteksi penyakit pada tanaman *strawberry* berbasis citra digital, sehingga dapat mendukung identifikasi penyakit yang lebih akurat serta membantu meningkatkan produktivitas tanaman.
2. Manfaat Praktis
 - a. Manfaat Bagi Peneliti
 - 1) Menambah pengetahuan dan pengalaman dalam menerapkan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk merancang dan mengembangkan aplikasi deteksi penyakit pada tanaman *strawberry*.
 - 2) Meningkatkan pengetahuan dan pemahaman bahwa teknologi dibidang *computer vision* dapat diterapkan dalam bidang pertanian.

- 3) Sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan dan penerapan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk deteksi jenis penyakit tanaman.

b. Manfaat Bagi Petani

- 1) Membantu petani, khususnya di Cipayung *Strawberry Garden* dalam identifikasi penyakit pada tanaman *strawberry* secara lebih cepat dan akurat, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan penanganan yang tepat dan meminimalkan risiko penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen.

1.7 Pertanyaan Penelitian

Dari identifikasi masalah yang telah diuraikan sebelumnya terdapat pertanyaan penelitian ini, adalah sebagai berikut:

1. Apakah dengan dirancangnya aplikasi ini dapat membantu petani dalam mengidentifikasi penyakit pada tanaman *strawberry*?
2. Apakah dengan mengimplementasikan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* dapat mendeteksi jenis penyakit pada tanaman *strawberry*.

1.8 Hipotesis Penelitian

- H0** : Penerapan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* dengan arsitektur Xception pada aplikasi berbasis Android dalam mendeteksi penyakit pada tanaman *strawberry* memiliki tingkat akurasi $< 85\%$ atau tidak lebih efektif dibandingkan proses identifikasi penyakit secara manual oleh petani.
- H1** : Penerapan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* dengan arsitektur Xception pada aplikasi berbasis Android mampu mendeteksi penyakit pada tanaman *strawberry* dengan tingkat akurasi $\geq 85\%$, sehingga lebih efektif dibandingkan proses identifikasi penyakit secara manual oleh petani.

1.9 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian adalah proses atau cara ilmiah yang digunakan dalam upaya untuk menemukan atau mendapatkan data yang akan digunakan untuk keperluan penelitian. Adapun metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.9.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah teknik atau cara sistematis yang digunakan peneliti untuk mengumpulkan informasi relevan guna menjawab permasalahan penelitian. Adapun beberapa metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Metode Observasi

Metode observasi dilakukan dengan cara mengamati secara langsung kondisi tanaman *strawberry* di Cipayung *Strawberry Garden*. Observasi bertujuan untuk mengetahui kondisi lingkungan budidaya, jenis penyakit yang sering muncul pada tanaman *strawberry*, serta proses penanganan yang dilakukan oleh petani. Selain itu, kegiatan ini juga dilakukan untuk memperoleh dokumentasi berupa gambar citra daun *strawberry* yang digunakan sebagai dataset dalam proses penelitian yang akan dilakukan.

Pengambilan dataset dilakukan secara langsung di Cipayung *Strawberry Garden* dengan cara mendokumentasikan menggunakan kamera handphone. Proses dokumentasi dilakukan dalam bentuk pengambilan foto dan perekaman video terhadap daun yang menunjukkan gejala penyakit maupun daun yang masih sehat. Hasil dokumentasi tersebut kemudian digunakan sebagai data citra daun *strawberry* yang akan dimanfaatkan sebagai dataset dalam penelitian.

2. Metode Wawancara

Wawancara dilakukan secara langsung dengan Bapak Agus Ramdhani selaku petani sekaligus pemilik Cipayung *Strawberry Garden*. Metode ini bertujuan untuk menggali informasi mengenai sistem budidaya yang diterapkan, kendala yang dihadapi dalam mengidentifikasi penyakit tanaman, tingkat pengetahuan petani tentang

jenis dan gejala penyakit *strawberry*, serta kebutuhan akan teknologi yang dapat membantu proses identifikasi penyakit. Adapun video wawancara yang sudah saya lakukan dengan Bapak Agus Ramdhani di Cipayung *Strawberry Garden*, berikut link google drive nya: https://drive.google.com/file/d/1OpPyJVCoOpwGzL4igx8c8pkdHY4Oeqxq/view?usp=drive_link

3. Kuesioner

Kuesioner digunakan sebagai instrumen pengumpulan data untuk mendapatkan informasi dalam bentuk kuantitatif terkait pengalaman pengguna selama menggunakan suatu sistem atau aplikasi. Melalui kuesioner, peneliti dapat mengetahui bagaimana tanggapan, penilaian, serta kesan pengguna terhadap fitur, tampilan, maupun kemudahan penggunaan sistem yang telah dikembangkan. Data yang diperoleh kemudian diolah menjadi hasil numerik sehingga dapat dianalisis secara lebih objektif dan terstruktur.

Selain itu, kuesioner juga berfungsi untuk mengukur tingkat kepuasan pengguna terhadap performa dan kualitas sistem secara keseluruhan. Penilaian dari responden dapat memberikan gambaran mengenai sejauh mana aplikasi mampu memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna. Hasil pengukuran tersebut dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi untuk mengetahui kelebihan, kekurangan, serta peluang pengembangan sistem di masa mendatang agar kualitas layanan yang diberikan menjadi lebih optimal (H et al., 2025).

4. Metode Studi Pustaka

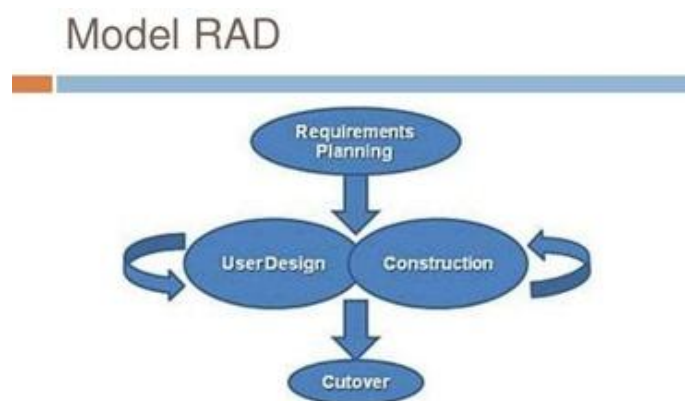
Studi pustaka dilakukan dengan mengumpulkan dan mempelajari berbagai jurnal ilmiah, buku dan sumber *website* yang berkaitan dengan penyakit tanaman *strawberry*, pengolahan citra digital, *computer vision*, serta algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN). Metode ini bertujuan untuk memperoleh landasan teori serta mendukung proses perancangan dan pengembangan sistem yang dilakukan dalam penelitian.

1.9.2 Metode Penyelesaian Masalah

1.9.2.1 Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Rapid Application Development* (RAD). RAD adalah model pengembangan perangkat lunak yang bersifat inkremental dan dirancang untuk waktu pengerjaan yang relatif singkat. Model RAD dapat dilihat sebagai adaptasi dari model *waterfall* versi cepat, di mana pendekatan *waterfall* diterapkan pada pengembangan setiap komponen perangkat lunak (Murdiani & Sobirin, 2022).

Model RAD memiliki beberapa kelebihan diantaranya adalah metode ini membuat pengembangan sistem lebih cepat, hemat biaya, dan membutuhkan sedikit SDM, sekaligus memudahkan penyesuaian sesuai kebutuhan pengguna serta menekankan desain antarmuka yang berorientasi pada fungsi di sistem akhir (Murdiani & Hermawan, 2022).



Gambar 1. 1 Metode RAD (Murdiani & Hermawan, 2022)

Adapun tahapan dalam pengembangan model RAD yang terdiri dari 4 tahapan yaitu sebagai berikut:

a. *Requirements Planning* (Tahap Perencanaan)

Pada tahap ini, pengguna dan pengembang melakukan pembahasan bersama mengenai kebutuhan bisnis serta persyaratan sistem yang harus dipenuhi. Proses tersebut berlangsung hingga kedua belah pihak mencapai kesepakatan

terhadap permasalahan utama yang akan diselesaikan. Fase ini dinyatakan selesai setelah adanya persetujuan sebagai dasar untuk melanjutkan ke tahap pengembangan berikutnya (Murdiani & Hermawan, 2022).

Pada tahap ini, peneliti turut mengumpulkan data melalui kegiatan observasi dan wawancara untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan, termasuk pengumpulan dataset yang digunakan selama proses penelitian. Kegiatan penelitian pada tahap ini dilaksanakan pada bulan Januari minggu ke-2 hingga bulan Februari minggu ke-1 tahun 2026.

b. *User Design* (Desain Pengguna)

Pada tahap ini, pengguna berkolaborasi secara aktif dengan pengembang dalam merancang serta menyempurnakan prototipe sistem. Peneliti menyusun desain sistem menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) dan mengembangkan prototipe yang menampilkan fitur-fitur dalam aplikasi, yang kemudian diberikan kepada pengguna untuk memperoleh umpan balik. Perancangan dilakukan secara berkelanjutan agar pengguna lebih memahami sistem yang dikembangkan dan dapat melakukan penyesuaian sesuai kebutuhannya (Murdiani & Hermawan, 2022).

Pada tahap ini, peneliti melaksanakan proses perancangan sistem dan pembuatan prototipe aplikasi yang akan dikembangkan. Prototipe yang telah dibuat kemudian ditunjukkan kepada pengguna untuk dilihat serta memperoleh masukan sebagai bahan perbaikan sistem. Kegiatan pada tahap ini dilaksanakan pada bulan Februari minggu ke-2 sampai dengan minggu ke-3 tahun 2026.

c. *Construction* (Konstruksi Tahap Demi Tahap)

Pada tahap ini, pengembang memfokuskan perhatian pada proses pembangunan aplikasi, sementara keterlibatan pengguna tetap penting karena memberikan kontribusi besar dalam

mendukung jalannya pengembangan sistem (Murdiani & Hermawan, 2022).

Pada tahap ini, peneliti melakukan proses pembangunan aplikasi sesuai dengan rancangan sistem yang telah dibuat sebelumnya. Kegiatan pada tahap ini dilaksanakan pada bulan Februari minggu ke-4 hingga bulan Mei minggu ke-3 tahun 2026.

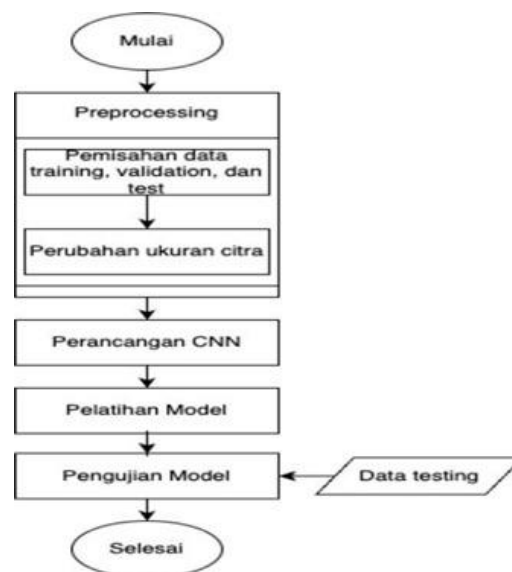
d. *Cutover* (Pengujian)

Tahap ini merupakan fase transisi yang mencakup proses pengujian sistem, penerapan sistem baru, serta pemberian pelatihan kepada pengguna (Murdiani & Hermawan, 2022).

Pada tahap ini, peneliti melakukan proses pengujian dan penerapan sistem yang telah dibangun secara langsung kepada petani Cipayung *Strawberry Garden*. Kegiatan pada tahap ini dilaksanakan pada bulan April minggu ke-2 hingga bulan Mei minggu ke-3 tahun 2026.

1.9.2.2 Algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN)

Proses yang dilakukan dalam pengembangan aplikasi deteksi penyakit tanaman *strawberry* terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dengan *pre-processing*, perancangan CNN, pelatihan model dan yang terakhir pengujian model.



Gambar 1. 2 Tahapan Penyelesaian Masalah (Sarfina, 2024)

a. *Pre-processing*

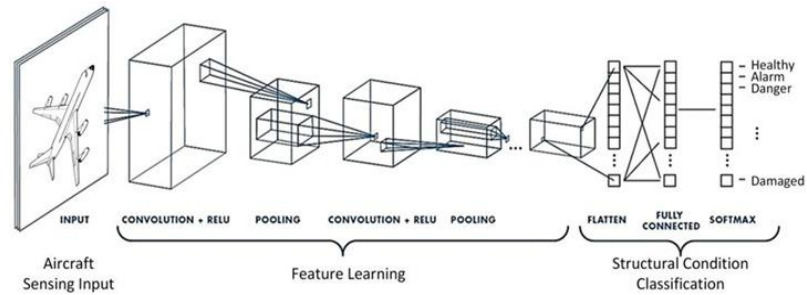
Pre-processing data merupakan langkah awal yang penting dalam pengolahan citra, khususnya pada sistem deteksi yang menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN). Tahap ini bertujuan menyiapkan data inputan agar memiliki kualitas yang baik, seragam, dan sesuai dengan kebutuhan arsitektur model, sehingga proses pelatihan dapat berlangsung lebih efektif serta menghasilkan tingkat akurasi yang lebih optimal (Wirabowo et al., 2025). Pada tahap ini juga diterapkan teknik augmentasi citra guna memperkaya variasi data, yang meliputi proses *resize*, *zoom*, *rescale*, *rotation*, *width shift*, *height shift*, serta *horizontal flip*.

b. Perancangan *Convolutional Neural Network* (CNN)

Tahapan ini merupakan tahapan perancangan arsitektur algoritma CNN dengan menggunakan data yang telah diproses pada tahap sebelumnya (*pre-processing*). Pada penelitian ini, pengembangan model CNN untuk perangkat mobile menggunakan arsitektur Xception. Xception atau *Extreme Inception* merupakan arsitektur CNN hasil pengembangan dari model Inception yang menerapkan metode *depthwise separable convolution* untuk meningkatkan efisiensi proses ekstraksi fitur. Arsitektur ini terdiri dari 36 lapisan konvolusi yang digunakan sebagai dasar dalam pembelajaran dan ekstraksi fitur pada citra (Kurniawan et al., 2023). Dengan kemampuan tersebut, Xception dinilai mampu menghasilkan performa yang baik dalam proses deteksi penyakit pada daun *strawberry*.

CNN merupakan metode dalam *machine learning* yang dikembangkan dari *Multi Layer Perceptron* (MLP) dan dirancang untuk mengolah data dua dimensi seperti citra. CNN termasuk dalam kategori *deep neural network* karena memiliki banyak lapisan jaringan yang mendalam dan digunakan pada pengolahan citra. Mekanisme proses CNN mencakup tahap

klasifikasi dengan *feedforward* serta pembelajaran menggunakan *backpropagation* (Vicky et al., 2023).



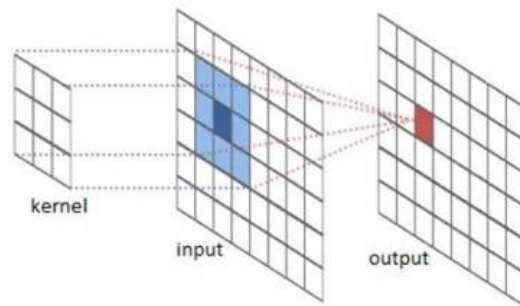
Gambar 1.3 Arsitektur CNN (Sarfina, 2024)

Selain itu, CNN memiliki arsitektur yang terdiri dari dua bagian utama, yaitu *feature learning layer* dan *classification layer*. *Feature learning layer* berfungsi mengekstraksi ciri penting dari citra melalui tahapan *convolutional layer*, aktivasi ReLU, dan *pooling layer*. Sementara itu, *classification layer* bertugas menentukan kelas keluaran berdasarkan fitur yang telah dipelajari, dengan tahapan *flatten layer*, *fully connected layer*, serta fungsi aktivasi *softmax*. Berikut merupakan penjelasan mengenai cara kerja CNN:

1. *Feature Learning*

a) Lapisan *Convolutional*

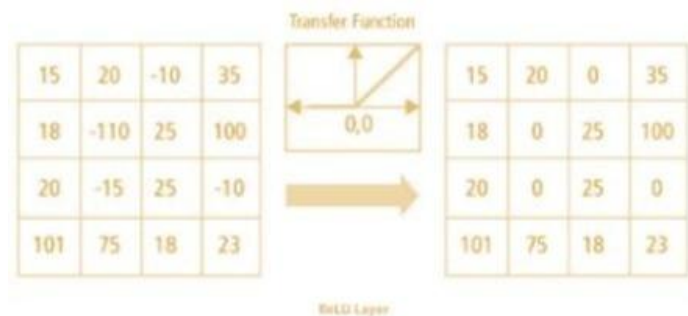
Lapisan konvolusi merupakan lapisan pertama pada CNN yang menerima input citra secara langsung. Lapisan ini bekerja menggunakan *filter* untuk mengekstraksi fitur dari area kecil gambar. Hasilnya berupa kumpulan fitur dalam bentuk volume (panjang $\times$ lebar $\times$ jumlah *filter*). Proses pada lapisan ini diatur oleh *parameter* dan *hyperparameter* yang memengaruhi pembelajaran model (Maulana et al., 2023).



Gambar 1. 4 *Convolutional Layer* (Sarfina, 2024)

b) Fungsi Aktivasi *Rectified Linear Unit* (ReLU)

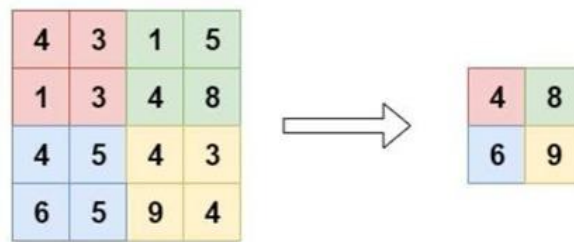
Lapisan ReLU merupakan lapisan aktivasi yang berfungsi memberikan sifat *non* linier pada model. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah $f(x) = \max(0, x)$, yaitu mengubah semua nilai input yang negatif menjadi nol, sedangkan nilai positif dipertahankan (Maulana et al., 2023).



Gambar 1. 5 *ReLU Layer* (Sarfina, 2024)

c) Lapisan *Pooling*

Lapisan *pooling* berfungsi untuk mengurangi ukuran dimensi citra sehingga proses komputasi menjadi lebih efisien sebelum masuk ke lapisan berikutnya. Proses ini dapat dilakukan dengan beberapa metode, seperti *max pooling* yang mengambil nilai terbesar dari suatu area, serta *average pooling* yang mengambil nilai rata-rata.

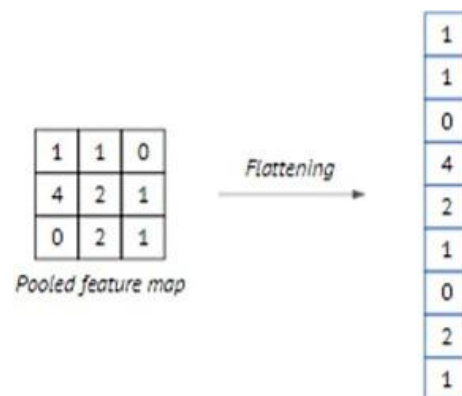


Gambar 1. 6 *Pooling Layer* (Max Pooling) (Sarfina, 2024)

2. Classification

a) Flatten

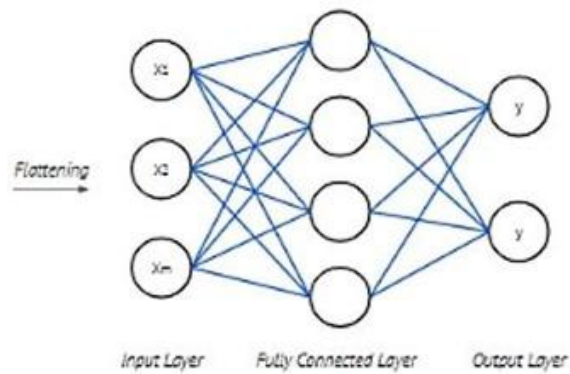
Lapisan *flattening* merupakan tahap yang mengubah keluaran dari lapisan sebelumnya, seperti *pooling layer*, menjadi bentuk satu dimensi (vektor). Proses ini bertujuan menyiapkan data agar dapat diproses pada lapisan *fully connected*, sehingga fitur-fitur yang telah diekstraksi dapat digunakan dalam tahap klasifikasi (Sheila et al., 2023).



Gambar 1. 7 *Flattening Layer* (Sheila et al., 2023)

b) Fully Connected Layer

Lapisan *fully connected* merupakan tahap di mana seluruh neuron dari lapisan sebelumnya saling terhubung dengan neuron pada lapisan ini. Sebelum proses tersebut berlangsung pada lapisan *fully connected*, keluaran dari lapisan sebelumnya terlebih dahulu diubah menjadi data satu dimensi agar dapat diproses untuk menentukan hasil klasifikasi (Sheila et al., 2023).



Gambar 1.8 *Fully Connected Layer* (Sheila et al., 2023)

c) Fungsi Aktivasi *Softmax*

Fungsi *softmax* digunakan untuk menghitung probabilitas pada setiap kelas target yang memungkinkan berdasarkan input yang diberikan. Keunggulan penggunaan *softmax* adalah nilai keluarannya berada pada rentang 0 hingga 1, dengan total seluruh probabilitas sama dengan satu. Dalam model klasifikasi multikelas, *softmax* menghasilkan peluang untuk masing-masing kelas, di mana kelas dengan nilai probabilitas tertinggi akan menjadi hasil prediksi.

c. Pelatihan Model

Tahapan ini merupakan proses pelatihan model CNN dengan memanfaatkan data citra daun *strawberry* yang telah melalui tahap *pre-processing*. Pada proses tersebut, citra dari hasil tahapan proses *pre-processing* dimasukkan ke dalam arsitektur model CNN yang telah dirancang untuk proses pembelajaran.

d. Pengujian Model

Tahapan ini merupakan tahapan proses evaluasi model dengan menggunakan data *testing* untuk menilai kemampuan model dalam mengenali dan mendeteksi penyakit secara tepat. Evaluasi model dilakukan melalui perhitungan beberapa metrik seperti *akurasi*, *presisi*, *recall*, *F1-score*, serta *confusion matrix* guna mengetahui tingkat ketepatan hasil deteksi yang dihasilkan

model. Adapun metrik evaluasi yang digunakan dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

1. *Confusion Matrix*

Dalam mengukur suatu model deteksi yang telah dibangun metode yang dapat dilakukan adalah dengan cara mengevaluasi dengan menggunakan tabel *confusion matrix* (Husen, 2024).

Tabel 1. 2 *Confusion Matrix*

	Positive	Negative
Positive	True Positive (TP)	False Negative (FN)
Negative	False Positive (FP)	True Negative (TN)

2. Akurasi (*Accuracy*)

Untuk mengukur persentase prediksi yang tepat (TP dan TN) dibandingkan dengan keseluruhan data uji untuk menilai hasil prediksi.

$$accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\%$$

3. Presisi (*Precision*)

Untuk mengukur persentase prediksi positif yang benar di antara seluruh prediksi positif guna mengukur seberapa baik kemampuan model dalam mendeteksi kelas positif.

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\%$$

4. Sensitivitas (*Recall*)

Untuk menilai seberapa akurat model dalam memprediksi kelas positif, kita dapat menghitungnya dengan membagi jumlah prediksi yang benar dengan jumlah total prediksi benar ditambah prediksi yang salah.

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\%$$

5. *F1-Score*

Menunjukkan seberapa efektif model yang dibuat dalam mengkategorikan prediksi positif dan negatif secara tepat.

$$F1\ Score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall}$$

1.10 Jadwal Kegiatan Penelitian

Jadwal pelaksanaan penelitian dibuat dalam bentuk bar chart pada **Tabel**

1. 5 sebagai berikut:

Tabel 1. 3 Jadwal Penelitian

NO	Kegiatan	Bulan 1 Jan 2026				Bulan 2 Feb 2026				Bulan 3 Mar 2026				Bulan 4 Apr 2026				Bulan 5 Mei 2026			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Analisis Masalah																				
2	Pengajuan Judul Skripsi																				
3	<i>Requirement Planning</i>																				
4	Penyusunan Naskah SUP																				
5	SUP																				
6	<i>User Design</i>																				
7	<i>Construction</i>																				
8	<i>Cutover</i>																				
9	Penyusunan Naskah SHP																				
10	SHP																				
11	Sidang																				

1. Analisis Masalah

Tahapan ini merupakan tahapan pencarian masalah dan studi kasus yang nantinya akan dijadikan sebagai penelitian.

2. Pengajuan Judul Skripsi

Tahapan ini merupakan tahapan pengajuan judul skripsi ke program studi.

3. *Requirement planning*

Tahapan ini merupakan proses pengumpulan data dan informasi yang diperlukan termasuk pengumpulan dataset untuk pelatihan model secara langsung di Cipayung *Strawberry Garden*.

4. Penyusunan Naskah Seminar Usulan Penelitian (SUP)

Tahapan ini merupakan proses penyusunan naskah SUP termasuk proses revisian dosen pembimbing yang dimulai pada minggu keempat bulan januari.

5. SUP (Seminar Usulan Penelitian)

Tahapan ini merupakan tahapan presentasi seminar usulan penelitian untuk mendapatkan masukan dan persetujuan.

6. *User Design*

Tahapan ini merupakan tahapan dalam pembuatan diagram UML, termasuk desain prototipe tampilan aplikasi serta mengumpulkan umpan balik pengguna.

7. *Construction*

Tahapan ini merupakan tahapan dalam mengimplementasikan algoritma CNN dalam merancang dan membangun aplikasi berbasis android berdasarkan desain yang telah disepakati.

8. *Cutover*

Tahapan ini merupakan tahapan pengujian aplikasi deteksi penyakit pada tanaman *strawberry* dengan metode UAT oleh petani secara langsung di Cipayung *Strawberry Garden*.

9. Penyusunan Naskah Seminar Hasil Penelitian (SHP)

Tahapan ini merupakan proses penyusunan naskah SHP termasuk proses revisian dosen pembimbing yang dimulai pada minggu kedua bulan februari.

10. SHP (Seminar Hasil Penelitian)

Tahapan ini merupakan proses mempresentasikan hasil penelitian yang telah dilaksanakan.

11. Sidang

Tahapan ini merupakan tahapan akhir yaitu mempresentasikan hasil penelitian secara keseluruhan.