

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketahanan pangan global sangat bergantung pada kesehatan sektor pertanian, di mana tanaman hortikultura seperti Labu (*Cucurbita moschata*) memegang peranan vital baik dari segi pemenuhan gizi maupun nilai ekonomi. Namun, serangan patogen pada bagian daun tetap menjadi ancaman utama yang dapat menurunkan produktivitas secara drastis. Masalah ini selaras dengan tinjauan (Hajraoui et al., 2026) yang menyatakan bahwa kegagalan deteksi dini penyakit tanaman seringkali berujung pada kerugian ekonomi masif bagi petani di berbagai belahan dunia. Secara spesifik, penelitian (Khandaker et al., 2025) menunjukkan bahwa penyakit pada daun labu memerlukan perhatian serius karena karakteristik penyebarannya yang cepat pada famili *Cucurbitaceae*, antara lain *Powdery mildew* (Embun Tepung), *Fusarium Wilt* (Layu Fusarium), dan *Leaf Spot* (Bercak Daun). Penyakit tersebut dapat menyebar dengan cepat apabila tidak terdeteksi sejak awal sehingga dapat mengakibatkan penurunan kualitas tanaman bahkan kegagalan panen.

Di tingkat lokal, sektor pertanian masih menjadi salah satu sektor penting dalam perekonomian masyarakat Kabupaten Kuningan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Kuningan, sektor pertanian masih menjadi salah satu mata pencaharian utama masyarakat dengan berbagai komoditas hortikultura yang dibudidayakan di wilayah pedesaan. Aktivitas produksi tanaman sayuran dan hortikultura di Kabupaten Kuningan tersebar di berbagai kecamatan sehingga sektor ini memiliki peran penting dalam mendukung ketahanan pangan serta perekonomian daerah (*Kabupaten Kuningan Dalam Angka 2026 - Badan Pusat Statistik Kabupaten Kuningan*, n.d.).

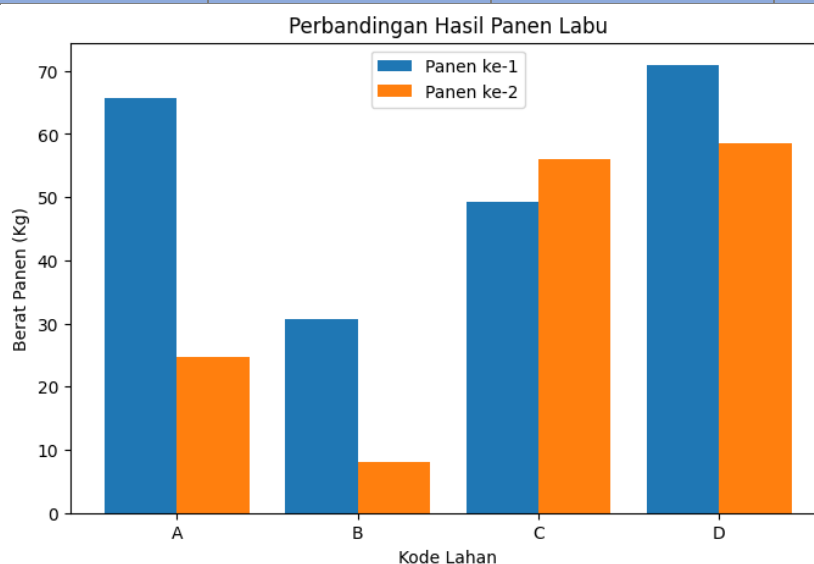
Berdasarkan data produktivitas labu di SMKN 1 Kuningan, terjadi fluktuasi hasil panen selama dua kali masa panen. Pada periode panen pertama hasil panen mencapai 216,52 kg, pada periode panen kedua terjadi penurunan hasil panen hingga mencapai 147,32 kg. Data ini menunjukkan bahwa produktivitas labu sangat rentan terhadap gangguan, salah satunya akibat serangan penyakit pada daun yang

apabila tidak terdeteksi secara dini dapat berdampak langsung pada penurunan hasil panen. Adapun data produktivitas dan pendapatan panen labu tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.1 dan Gambar 1.1 berikut.

Tabel 1.1. Data Produktivitas Labu

Sumber: Data observasi penelitian lahan praktik SMKN 1 Kuningan

Kode	Panen ke-1	Panen ke-2	Total
A	65,61 kg	24,65 kg	90,26 kg
B	30,65 kg	8,15 kg	38,80 kg
C	49,35 kg	56,03 kg	105,38 kg
D	70,91 kg	58,49 kg	129,40 kg
Total	216,52 kg	147,32 kg	363,84 kg



Gambar 1.1 Grafik Perbandingan Hasil Panen Labu

Sumber: Data observasi penelitian lahan praktik SMKN 1 Kuningan

Berdasarkan hasil observasi awal yang dilakukan oleh peneliti dengan guru Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura sekaligus penanggung jawab di lahan praktik SMKN 1 Kuningan yaitu Bapak Diqa Prasetya, S.P, proses pemantauan kesehatan tanaman di lokasi penelitian masih mengandalkan sistem konvensional. Siswa melakukan inspeksi visual secara berkala dengan memeriksa satu per satu permukaan daun untuk mencari gejala serangan hama atau penyakit, dengan bimbingan guru Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura yang jumlahnya

terbatas. Penentuan jenis penyakit didasarkan pada pengalaman empiris atau intuisi semata, tanpa adanya alat bantu atau aplikasi yang mampu memberikan validasi objektif terhadap kondisi patologis daun tersebut. Sistem konvensional tersebut memicu berbagai masalah di lapangan. Hasil wawancara menunjukkan bahwa keterbatasan pengetahuan siswa serta terbatasnya jumlah guru pendamping membuat siswa sering salah dalam mengidentifikasi gejala penyakit seperti Embun Tepung, Layu Fusarium, dan Bercak Daun, terutama saat praktik tanpa didampingi langsung oleh guru. Akibatnya, cara penanggulangan yang dilakukan sering tidak tepat sasaran, seperti penggunaan dosis obat berbahan kimia yang salah yang justru merusak tanaman. Hal ini dipertegas oleh (Gumelar et al., 2025) yang menyatakan bahwa identifikasi secara manual memiliki risiko kesalahan tinggi yang berdampak langsung pada penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen di lahan praktik.

Guna mengatasi kendala tersebut, penelitian ini mengusulkan sebuah rancang bangun aplikasi klasifikasi jenis penyakit pada daun labu berbasis *Android*. Aplikasi ini dirancang untuk memudahkan siswa melalui fitur unggah foto dari galeri maupun pengambilan gambar secara langsung melalui kamera guna mendapatkan citra daun yang presisi sebelum dilakukan proses klasifikasi. Pengembangan sistem ini menggunakan metode pengembangan prototipe, yang memungkinkan adanya komunikasi berkelanjutan dan evaluasi bertahap antara peneliti, siswa, dan guru agar aplikasi yang dihasilkan benar-benar intuitif dan sesuai dengan kebutuhan operasional di lahan praktik.

Teknologi yang diusulkan dalam sistem ini adalah dengan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) menggunakan arsitektur *MobileNetV2*. Pemilihan *MobileNetV2* didasari oleh efisiensinya dalam menangani klasifikasi citra pada perangkat telepon genggam. Hal ini didukung oleh penelitian (Anton et al., 2025) yang menunjukkan bahwa *MobileNetV2* memberikan performa yang seimbang antara kecepatan pemrosesan dan akurasi. Selain itu, (Aulia et al., 2025) menambahkan bahwa teknik *fine-tuning* pada arsitektur ini terbukti mampu mengoptimalkan model dalam mengenali pola tekstur daun yang kompleks secara akurat.

Efektivitas arsitektur *MobileNetV2* telah dibuktikan oleh penelitian terdahulu. (Aulia et al., 2025) berhasil membuktikan bahwa implementasi *Transfer Learning* pada *MobileNetV2* sangat efektif untuk deteksi penyakit daun dengan akurasi yang stabil. Penelitian oleh (Nova Rahmawati et al., 2025) juga menegaskan bahwa arsitektur ini adalah pilihan terbaik untuk aplikasi *Android* karena mampu melakukan klasifikasi dengan cepat tanpa menguras daya baterai secara berlebihan. Terakhir, integrasi temuan dari (Gumelar et al., 2025) mengenai identifikasi otomatis memperkuat urgensi bahwa aplikasi klasifikasi penyakit daun labu ini adalah solusi teknologi yang sangat relevan dan mendesak untuk diterapkan.

Penelitian ini melibatkan siswa dan guru Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura pada lahan praktik pertanian SMKN 1 Kuningan sebagai aktor utama serta peserta UAT, dengan petani lokal dari Desa Sagarahiang Kecamatan Darma, dan Dusun Mulya Asih Desa Puncak Kecamatan Cigugur, Kabupaten Kuningan sebagai objek observasi lapangan tambahan, guna memperkuat validitas aplikasi terhadap variasi kondisi tanaman labu di lapangan. Dengan adanya aplikasi ini, diharapkan siswa dan guru dapat melakukan identifikasi penyakit tanaman secara lebih cepat dan akurat sehingga dapat membantu meningkatkan produktivitas hasil panen di lahan praktik serta meminimalkan risiko kerugian akibat serangan penyakit tanaman.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, masalah dalam penelitian ini diidentifikasi sebagai berikut:

1. Proses identifikasi penyakit daun labu saat ini masih bersifat subjektif karena mengandalkan pengamatan visual siswa serta keterbatasan jumlah guru pendamping di lahan praktik, sehingga sering terjadi kesalahan dalam membedakan jenis penyakit yang memiliki gejala serupa.
2. Kesalahan diagnosis penyakit mengakibatkan penerapan metode penanggulangan dan penggunaan obat berbahan kimia yang tidak tepat, yang secara langsung memicu kerusakan tanaman serta penurunan hasil panen di lahan praktik.

3. Belum tersedianya aplikasi yang dapat mengklasifikasi penyakit pada daun labu yang efisien dan akurat, sehingga siswa kesulitan mendapatkan validasi instan mengenai kondisi kesehatan daun tanaman melalui perangkat telepon genggam.

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan membangun aplikasi berbasis Android untuk mengidentifikasi jenis penyakit pada daun labu?
2. Bagaimana mengimplementasikan algoritma CNN dengan arsitektur *MobileNetV2* untuk identifikasi penyakit pada daun labu?
3. Berapakah tingkat akurasi yang dihasilkan oleh model *MobileNetV2* dalam mengklasifikasikan jenis penyakit pada daun labu?

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tetap berada dalam ruang lingkup yang direncanakan, maka penelitian dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Aplikasi yang dibangun berbasis Android.
2. Objek penelitian ini berfokus pada klasifikasi penyakit pada tanaman Labu (*Cucurbita moschata*) berdasarkan pengolahan citra pada bagian daun.
3. Klasifikasi jenis penyakit yang diidentifikasi dibatasi menjadi 4 kelas, yaitu: Daun Sehat (*Healthy Leaf*), Layu Fusarium (*Fusarium Wilt*), Embun Tepung (*Powdery Mildew*), dan Bercak Daun (*Leaf Spot*).
4. Total *dataset* yang digunakan berjumlah 5.000 citra, di mana setiap kelas terdiri dari 1.250 citra untuk menjaga keseimbangan data (*balanced dataset*).
5. Evaluasi model dilakukan menggunakan satu kali pembagian *dataset* (*single hold-out split*) sebesar 80:10:10, bukan menggunakan *k-fold cross-validation*.
6. Pembagian *dataset* dibagi menjadi 3 kategori yaitu data latih (*training*), data validasi (*validation*), dan data pengujian (*testing*) dengan proporsi data 80% untuk data latih, 10% data validasi dan 10% data uji.
7. Arsitektur model *Convolutional Neural Network* (CNN) yang digunakan dibatasi pada arsitektur CNN *MobileNetV2*, tanpa melakukan perbandingan performa dengan arsitektur CNN lainnya.
8. Mekanisme sistem akan menyediakan fitur input citra melalui unggah foto dari galeri *smartphone*. Fitur pengambilan citra secara langsung (*camera capture*)

disediakan sebagai fitur pendukung pengambilan data, namun evaluasi performa model hanya difokuskan pada hasil klasifikasi citra statis.

9. Ruang lingkup penelitian ini tidak menganalisis faktor lingkungan luar seperti kondisi cuaca, kadar nutrisi tanah, atau keberadaan hama yang tidak terekam secara visual dalam citra daun.
10. Penelitian mengambil lokasi lahan praktik pertanian di SMKN 1 Kuningan, hasil pengambilan data divalidasi oleh guru ahli Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura SMKN 1 Kuningan yaitu Bapak Diqa Prasetya, S.P.

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun aplikasi klasifikasi penyakit daun labu berbasis *Android* yang dapat digunakan oleh siswa di lahan praktik.
2. Mengimplementasikan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur *MobileNetV2* untuk melakukan klasifikasi otomatis terhadap jenis penyakit pada daun labu.
3. Mengevaluasi performa dan tingkat akurasi model *MobileNetV2* dalam mengidentifikasi kelas Daun Sehat (*Healthy Leaf*), Layu Fusarium (*Fusarium Wilt*), Embun Tepung (*Powdery Mildew*), dan Bercak Daun (*Leaf Spot*) berdasarkan pengujian *dataset*.

1.6 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian rancang bangun aplikasi klasifikasi penyakit daun labu ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif, baik secara teoretis bagi perkembangan ilmu pengetahuan maupun secara praktis bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

1.6.1 Manfaat Teoretis

Secara teoretis, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Pengembangan ilmu *Computer Vision*, memberikan kontribusi pada pengembangan bidang *Computer Vision*, khususnya dalam penerapan *Deep*

Learning menggunakan algoritma CNN untuk klasifikasi citra penyakit pada daun labu.

2. Validasi arsitektur *MobileNetV2*, mendukung teori mengenai efisiensi arsitektur *MobileNetV2* sebagai model yang ringan namun tetap akurat untuk diimplementasikan pada perangkat seluler dengan sumber daya terbatas.
3. Referensi penelitian selanjutnya, menjadi literatur dan referensi ilmiah bagi peneliti lain yang ingin mengembangkan sistem identifikasi penyakit tanaman pada famili *Cucurbitaceae* atau jenis tanaman lainnya menggunakan algoritma CNN.

1.6.2 Manfaat Praktis

Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan dan bermanfaat bagi:

1. Bagi peneliti, meningkatkan pengetahuan, pemahaman serta wawasan di bidang teknologi informatika yang dapat diterapkan dan menyelesaikan persoalan terkait identifikasi penyakit pada tanaman.
2. Bagi penelitian selanjutnya, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi berupa penyediaan *dataset* baru atau lokal yang dapat digunakan untuk mendukung penelitian berikutnya.
3. Bagi siswa dan guru, memberikan alat bantu diagnosis mandiri untuk siswa yang mudah dioperasikan untuk mengidentifikasi penyakit pada daun labu secara tepat, sehingga siswa dapat mengambil tindakan penanggulangan yang tepat dan cepat, serta meminimalkan risiko gagal panen di lahan praktik
4. Bagi petani, memberikan alat bantu diagnosis mandiri yang mudah dioperasikan untuk mengidentifikasi penyakit pada daun labu secara tepat, sehingga petani dapat mengambil tindakan penanggulangan yang tepat dan meminimalkan risiko gagal panen.
5. Bagi kelompok tani, menjadi instrumen pendukung dalam kegiatan pemantauan kesehatan tanaman secara kolektif, sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pestisida dan menekan biaya operasional pertanian.

6. Bagi masyarakat umum/akademisi, memberikan wawasan praktis mengenai implementasi teknologi aplikasi di sektor pertanian (Agroteknologi) guna mendukung program ketahanan pangan melalui pemanfaatan telepon seluler.

1.7 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, maka pertanyaan penelitian yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun aplikasi Android yang mampu mengintegrasikan fitur unggah dan pengambilan foto untuk identifikasi jenis penyakit daun secara efektif?
2. Bagaimana tingkat efektifitas penerapan algoritma CNN dengan arsitektur *MobileNetV2* dalam proses klasifikasi citra jenis penyakit pada daun labu?
3. Sejauh mana efektivitas model *MobileNetV2* dalam menghasilkan klasifikasi penyakit daun labu secara akurat dan efisien berdasarkan dataset citra yang digunakan?

1.8 Hipotesis Penelitian

Hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini. Kebenaran dari hipotesis ini akan diuji dan dibuktikan lebih lanjut melalui tahap verifikasi data dan pengujian sistem. Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1. Aplikasi *Android* yang dibangun mampu menghasilkan sistem yang fungsional dan mudah digunakan, sehingga memudahkan siswa dalam mengklasifikasi jenis penyakit pada daun labu saat praktik.
2. Penerapan algoritma CNN dengan arsitektur *MobileNetV2* mampu melakukan ekstraksi fitur citra secara efektif untuk mengklasifikasikan jenis penyakit pada daun labu berdasarkan pola visualnya.
3. Penggunaan arsitektur *MobileNetV2* dengan dataset sebanyak 5.000 citra diprediksi dapat menghasilkan tingkat akurasi di atas 90% dalam mengidentifikasi kelas Daun Sehat (*Healthy Leaf*), Layu Fusarium (*Fusarium Wilt*), Embun Tepung (*Powdery Mildew*), dan Bercak Daun (*Leaf Spot*).

1.9 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian ini disusun sebagai panduan sistematis dalam melaksanakan penelitian, mulai dari pengumpulan data hingga implementasi sistem. Pendekatan yang digunakan adalah penelitian eksperimental dan pengembangan perangkat lunak untuk menghasilkan solusi teknologi yang akurat bagi siswa dan guru di lahan praktik.

1.9.1 Teknik Pengumpulan Data

1. Studi Literatur

Mengumpulkan dan mempelajari teori dari jurnal ilmiah (khususnya terbitan 2021-2026), buku, dan artikel digital yang berkaitan dengan *Deep Learning*, arsitektur *MobileNetV2*, dan botani tanaman labu (*Cucurbita moschata*). Sumber-sumber ini dijadikan landasan teori untuk melengkapi informasi yang dibutuhkan untuk mendukung pelaksanaan penelitian ini.

2. Wawancara

Melakukan tanya jawab dengan guru ahli Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura terkait validasi data serta penyuluhan terkait penanggulangan penyakit pada tanaman labu dan melakukan tanya jawab dengan siswa dan guru untuk memahami karakteristik visual penyakit di lapangan serta kebutuhan fungsional aplikasi yang akan dibangun.

3. Observasi

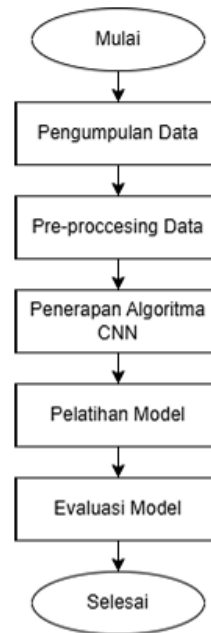
Melihat langsung keadaan di lapangan bersama siswa dan guru terkait jenis penyakit pada daun labu.

4. Dokumentasi

Mengumpulkan data primer berupa citra daun labu langsung dari lahan pertanian. Total *dataset* berjumlah 5.000 citra yang dikategorikan ke dalam 4 kelas Daun Sehat (*Healthy Leaf*), Layu Fusarium (*Fusarium Wilt*), Embun Tepung (*Powdery Mildew*), dan Bercak Daun (*Leaf Spot*) dengan jumlah 1.250 citra tiap kelasnya sebagai bahan utama pelatihan model.

1.9.2 Metode Penyelesaian Masalah

Metode penyelesaian masalah dalam penelitian ini mencakup beberapa aspek. Untuk tahapan metode penyelesaian masalah dapat dilihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2. Diagram Alir Metode penyelesaian masalah

Sumber: (Aqmal et al., 2025)

Berdasarkan Gambar 1.2. Terdapat beberapa tahapan yaitu:

1. Pengumpulan Data

Penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan *dataset*. Data penelitian ini berasal dari kumpulan citra yang diambil secara langsung menggunakan kamera *smartphone*. Untuk mengumpulkan 5.000 *dataset*, masing-masing dengan 1.250 data citra untuk setiap penyakit pada daun tanaman labu dan 1.250 daun sehat. *Dataset* ini terdiri dari citra Daun Layu Fusarium (*Fusarium Wilt*), Embun Tepung (*Powdery Mildew*), Bercak Daun (*Leaf Spot*) dan Daun Sehat.

2. *Preprocessing* Data

Pada tahap ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan kesiapan citra sebelum digunakan dalam pelatihan model, pada tahap ini data akan diolah melalui augmentasi, termasuk *rotasi*, *flip*, *rescale*, dan *resize*. Yang bertujuan agar model lebih variatif dalam mengenali pola data citra daun. Selanjutnya, gambar akan diubah menjadi ukuran yang sesuai agar mudah dipelajari oleh model.

3. Penerapan Algoritma CNN

Pada tahap ini, data citra yang telah melalui proses preprocessing selanjutnya diproses menggunakan algoritma CNN.

4. Pelatihan Model

Tahap pelatihan model dilakukan setelah arsitektur CNN *MobileNetV2* dibangun. Dataset yang telah di-*preprocessing* kemudian dibagi menjadi data latih, data validasi. Data latih digunakan untuk melatih model dalam mengenali pola dan karakteristik citra daun, data validasi digunakan untuk memantau kinerja model selama proses pelatihan.

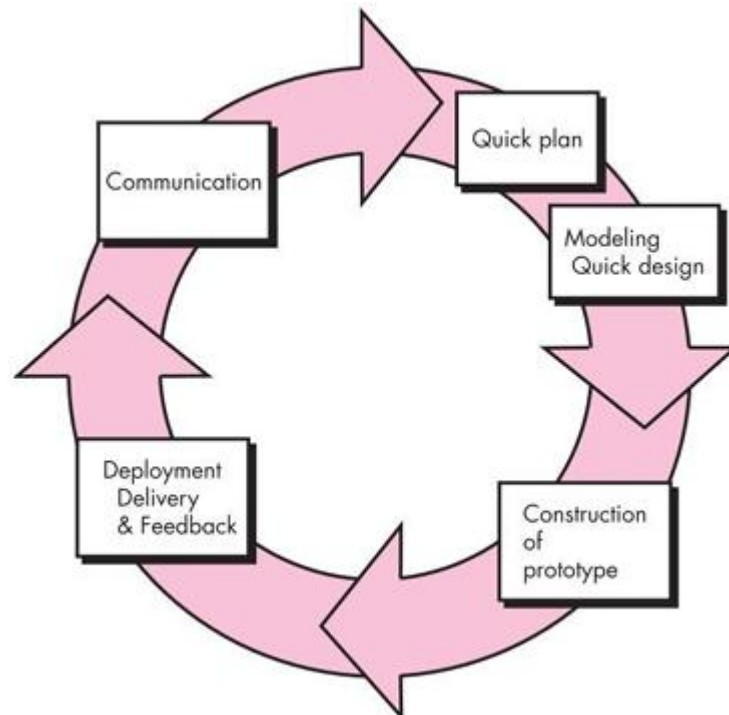
5. Evaluasi Model

Tahap evaluasi model bertujuan untuk mengukur kinerja model CNN *MobileNetV2* dalam melakukan klasifikasi penyakit pada daun tanaman labu. Evaluasi dilakukan menggunakan data uji yang tidak terlibat dalam proses pelatihan.

Kinerja model dievaluasi menggunakan beberapa grafik yang terdiri dari akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score* untuk mengetahui tingkat ketepatan dan keandalan model dalam mengklasifikasi setiap kelas penyakit.

1.9.2.1 Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah model *Prototype*. Pemilihan metode ini didasari oleh kebutuhan untuk menyelaraskan pemahaman antara peneliti dan siswa sebagai pengguna akhir, mengingat karakteristik gejala penyakit pada daun labu memerlukan validasi visual yang akurat. Berdasarkan referensi dari (Aprilisa & Aulia, 2024), penggunaan metode ini dalam lingkup *Smart Farming* sangat efektif untuk menghasilkan sistem yang adaptif terhadap kebutuhan di lapangan. Tahapan pengembangan sistem dengan model *Prototype* dapat dilihat pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3. Model Pengembangan Prototype

Sumber: (Kurniawan et al., 2023)

Tahapan-tahapan pengembangan sistem berdasarkan model *Prototype* adalah sebagai berikut:

1. *Communication* (Komunikasi)

Peneliti melakukan pengumpulan data melalui wawancara dengan guru ahli bidang Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura yaitu Bapak Diqa Prasetya, S.P untuk memahami karakteristik visual penyakit seperti Embun Tepung, Layu Fusarium, serta kendala yang dihadapi dalam identifikasi manual. Hal ini sejalan dengan penelitian (Aprilisa & Aulia, 2024) yang menekankan pentingnya interaksi awal untuk menentukan spesifikasi fungsional aplikasi.

2. *Quick Planning* (Perencanaan Cepat)

Pada tahap ini, peneliti menyusun rencana teknis terkait integrasi algoritma CNN *MobileNetV2* ke dalam perangkat *Android* agar aplikasi tetap ringan namun memiliki akurasi tinggi.

3. *Modeling Quick Design* (Pemodelan Desain Cepat)

Dilakukan perancangan antarmuka yang intuitif bagi siswa dan guru serta perancangan sistem dengan *Unified Modeling Language* (UML) yang digunakan

untuk menggambarkan desain sistem yang akan dibangun, mencakup fitur unggah foto dan pengambilan gambar secara langsung melalui kamera ponsel.

4. *Construction of Prototype* (Pembentukan Prototipe)

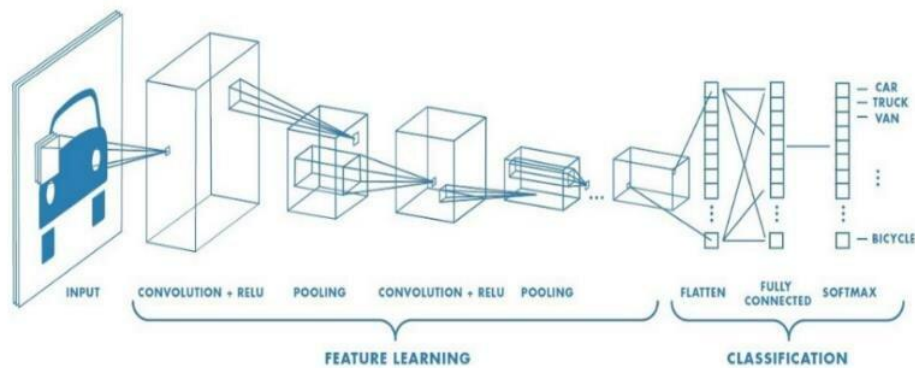
Peneliti membangun prototipe aplikasi klasifikasi penyakit daun labu menggunakan *dataset* sebanyak 5.000 citra yang telah dikumpulkan. Prototipe ini mencakup model *MobileNetV2*.

5. *Deployment Delivery & Feedback* (Penyerahan dan Umpan Balik)

Prototipe diserahkan kepada siswa dan guru sebagai tempat observasi untuk diuji secara langsung. Umpan balik yang diperoleh akan digunakan untuk melakukan perbaikan pada iterasi berikutnya guna meningkatkan tingkat kepuasan dan akurasi sistem.

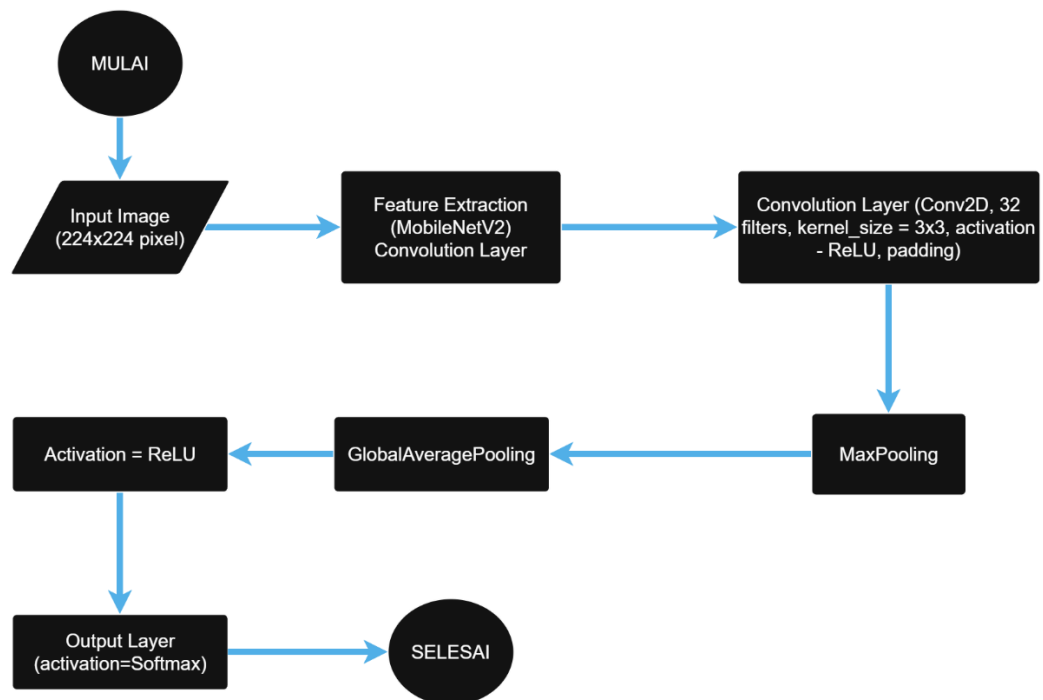
1.9.2.2 Metode Algoritma Convolutional Neural Network (CNN)

Pada tahapan ini, peneliti melakukan penerapan algoritma CNN di mana data yang digunakan untuk proses klasifikasi didasarkan pada hasil tahapan sebelumnya yaitu *pre-processing*. Studi ini mengimplementasikan arsitektur model *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan metode *transfer learning* berbasis *MobileNetV2*. Penerapan *transfer learning* memungkinkan pemanfaatan model pralatih *MobileNetV2* yang sudah memiliki kemampuan pengenalan fitur visual dasar, sehingga waktu pelatihan model dapat berlangsung lebih cepat dan menghasilkan akurasi yang stabil (Aulia et al., 2025). Model CNN dengan arsitektur *MobileNetV2* dikembangkan menggunakan *framework TensorFlow* dengan *Keras API* untuk proses pelatihan. Model hasil pelatihan kemudian dikonversi ke format *TensorFlow Lite (.tflite)* untuk diintegrasikan ke dalam aplikasi *Android*. *MobileNetV2* dipilih karena kemampuannya dalam mengolah gambar dengan parameter yang relatif ringan namun tetap akurat, sehingga sangat sesuai untuk diimplementasikan pada aplikasi berbasis *Android* (Khaira et al., 2024). Adapun arsitektur dan diagram alir algoritma CNN yang tertera pada Gambar 1.4 dan Gambar 1.5.



Gambar 1.4. Arsitektur Algoritma CNN

Sumber: (Nur et al., 2025)



Gambar 1.5 Flowchart Algoritma CNN

Sumber: (Nur et al., 2025)

Berdasarkan Gambar 1.4 dan Gambar 1.5, tahapan proses kerja algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam melakukan klasifikasi citra daun melewati beberapa komponen utama. Berikut komponen utama dalam arsitektur CNN:

1. *Feature Extraction MobileNetV2*

Tahap ekstraksi fitur merupakan proses inti dalam arsitektur CNN *MobileNetV2* di mana sistem secara otomatis mempelajari dan mengambil

karakteristik visual penting dari citra masukan. Pada penelitian ini, ekstraksi fitur dilakukan menggunakan arsitektur *MobileNetV2* yang berfungsi untuk mengenali pola-pola rumit pada daun labu, seperti tekstur permukaan, gradasi warna, hingga bentuk bercak yang menjadi indikator penyakit. *MobileNetV2* bertindak sebagai pengekstraksi fitur otomatis yang mengubah citra mentah menjadi peta fitur (*feature map*) tanpa merusak struktur gambar asli.

Penggunaan *MobileNetV2* memungkinkan peneliti memanfaatkan model pralatih yang sudah memiliki kemampuan pengenalan fitur visual dasar, sehingga proses pelatihan model menjadi lebih efisien dan cepat (Farooq, 2024). Secara teknis, proses ekstraksi fitur pada arsitektur ini didukung oleh beberapa komponen utama:

1. *Depthwise Separable Convolution*

Pada bagian mekanisme ini membagi proses konvolusi standar menjadi dua tahap guna mereduksi beban komputasi dan jumlah parameter secara signifikan tanpa mengurangi akurasi identifikasi secara drastis.

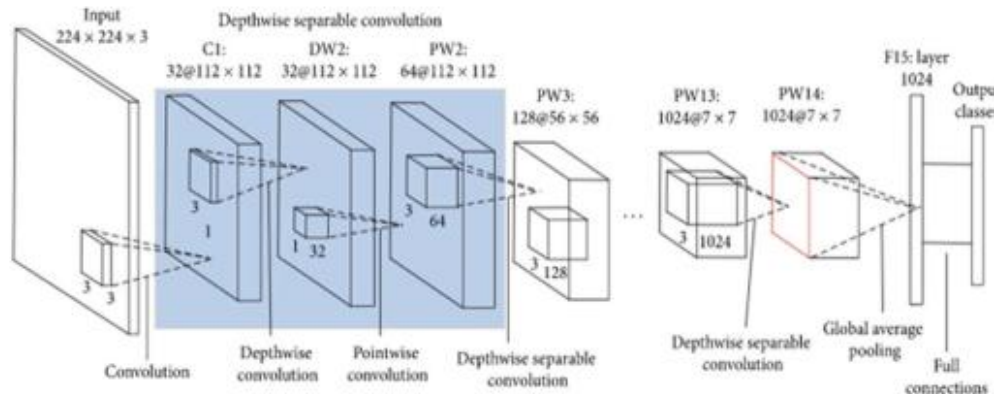
2. *Inverted Residual Blocks*

Pada struktur ini memungkinkan model untuk mempertahankan aliran informasi fitur yang kaya melalui lapisan ekspansi, sehingga sistem dapat mengenali pola visual yang menyerupai cara otak manusia memproses data (ANHAR & PUTRA, 2023).

3. *Linear Bottlenecks*

Lapisan ini digunakan pada akhir blok ekstraksi untuk mencegah hilangnya informasi visual krusial selama proses pengolahan data, sehingga integritas fitur yang diambil untuk klasifikasi tetap terjaga.

Untuk contoh proses *Feature Extraction MobileNetV2* ditunjukkan pada Gambar 1.6.



Gambar 1.6. Proses *Feature Extraction MobileNetV2*

Sumber: (ANHAR & PUTRA, 2023).

2. Convolutional Layer

Lapisan konvolusi merupakan komponen inti yang digunakan pada arsitektur CNN. Pada lapisan ini, citra masukan diproses menggunakan sejumlah *filter* tertentu untuk menghasilkan representasi baru tanpa menghilangkan bentuk dasar gambar. Proses tersebut memungkinkan sistem mengenali pola visual seperti tepi dan tekstur, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai fitur utama dalam proses pelatihan model CNN (Nur et al., 2025). Adapun contoh proses dari kinerja lapisan ini ditunjukkan pada Gambar 1.7.

3	0	1	2	7	4
1	5	8	9	3	1
2	7	2	5	1	3
0	1	3	1	7	8
4	2	1	6	2	8
2	4	5	2	3	9

6 x 6

*

1	0	-1
1	0	-1
1	0	-1

3 x 3

=

-5	-4	0	8
-10	-2	-2	3
0	-2	-4	-7
-3	-2	-3	-16

4 x 4

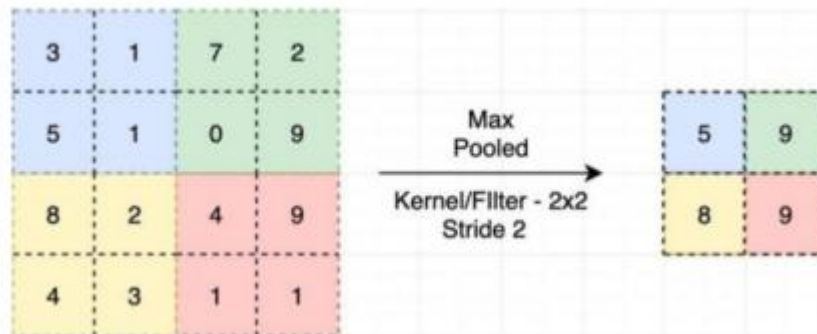
Gambar 1.7. *Convolutional Layer*

Sumber: (Nur et al., 2025)

3. Pooling Layer

Lapisan ini berfungsi untuk memperkecil ukuran data sehingga proses komputasi menjadi lebih efisien, terutama ketika citra yang digunakan memiliki resolusi besar. Pada metode *Max Pooling*, hanya nilai tertinggi dari setiap kelompok data yang dipertahankan, sementara nilai lainnya diabaikan,

sehingga informasi utama tetap terjaga untuk tahap pemrosesan berikutnya (Arya et al., 2023). Proses *Max Pooling* ditunjukkan pada Gambar 1.8.



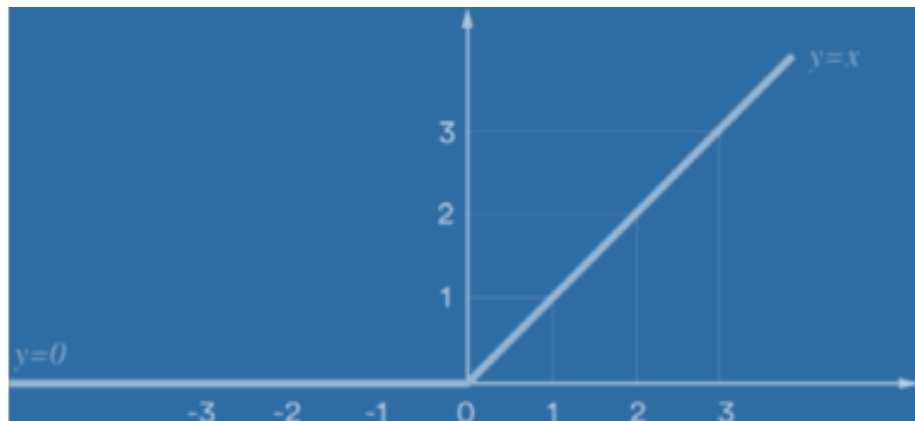
Gambar 1.8. *Pooling Layer*

Sumber: (Arya et al., 2023)

4. *Rectified Linear Activation Function (ReLU)*

Fungsi aktivasi berperan dalam mengatur nilai keluaran dari setiap *node* dengan menentukan apakah nilai tersebut akan diteruskan atau tidak dalam proses pembelajaran. Salah satu fungsi aktivasi yang paling banyak digunakan adalah ReLU karena mekanismenya yang sederhana. ReLU hanya meneruskan nilai masukan yang bernilai positif, sedangkan nilai negatif akan diubah menjadi nol.

Penggunaan fungsi ReLU bertujuan untuk mengatasi permasalahan kejenuhan dalam proses pembelajaran yang sering terjadi pada fungsi aktivasi *sigmoid* dan *tanh*. Fungsi *sigmoid* menghasilkan keluaran dalam rentang 0 hingga 1, sedangkan fungsi *tanh* memiliki rentang keluaran antara -1 hingga 1. Kedua fungsi tersebut membatasi nilai keluaran, sehingga pada kondisi tertentu dapat memperlambat proses pembelajaran model. Kondisi kejenuhan ini membuat model sulit menyesuaikan bobot secara optimal untuk meningkatkan performa (Gumelar et al., 2025). Tampilan fungsi ReLU digambarkan pada Gambar 1.9.

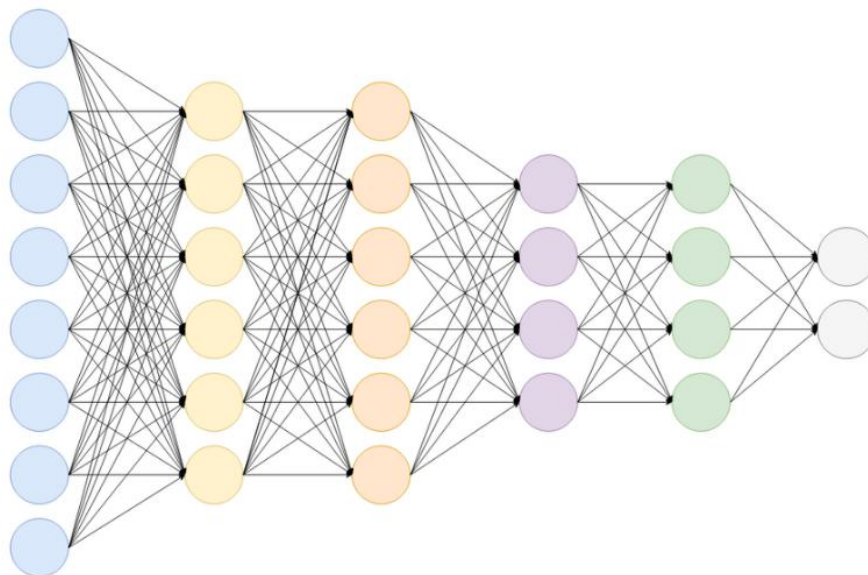


Gambar 1.9. *Activation Function (ReLU)*

Sumber: (Arya et al., 2023)

5. *Fully Connected Layer*

Lapisan ini memiliki struktur yang mirip dengan *neural network* pada umumnya, yaitu terdiri dari sejumlah *node* yang saling terhubung, dilengkapi dengan bobot dan fungsi aktivasi. Pada tahap ini, seluruh data hasil proses sebelumnya diubah ke dalam bentuk satu dimensi melalui proses *flatten*. Hasil akhir dari lapisan ini berupa keluaran prediksi yang dihasilkan berdasarkan fitur-fitur yang telah dipelajari pada tahap sebelumnya (Arya et al., 2023). Proses lapisan ini tergambar pada Gambar 1.10.



Gambar 1.10. *Fully Connected Layer*

Sumber: (Arya et al., 2023)

6. *Output Layer.*

Pada lapisan ini, luaran yang dihasilkan dari *fully connected layer* dikonversi menjadi prediksi akhir CNN, yaitu label kelas yang sesuai dengan masukan misalnya, jenis penyakit pada daun labu. Hasil klasifikasi akhir atau nilai probabilitas akan menunjukkan kemungkinan bahwa masukkan tersebut termasuk ke dalam kategori tertentu.

7. Pelatihan Model CNN.

Setelah proses pelatihan model selesai dilakukan, citra uji digunakan untuk menguji kinerja sistem yang telah dibangun. Pada tahap ini, sistem akan menghasilkan prediksi berdasarkan objek yang terdeteksi pada gambar uji. Hasil prediksi tersebut kemudian dibandingkan dengan label sebenarnya untuk mengetahui tingkat ketepatan atau akurasi model.

8. Pengujian Model CNN

Setelah proses pelatihan model selesai, tahap selanjutnya adalah melakukan evaluasi terhadap kinerja model yang telah dibangun. Evaluasi ini dilakukan menggunakan data pengujian yang telah dipersiapkan sebelumnya untuk mengukur performa model secara kuantitatif, yang meliputi nilai akurasi, presisi, *recall*, serta *F1-score* sebagai indikator keberhasilan sistem dalam melakukan klasifikasi.

1.9.2.3 Metode Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan tahapan krusial untuk menjabarkan spesifikasi kebutuhan menjadi desain teknis yang siap diimplementasikan ke dalam aplikasi *Android* (Nova Rahmawati et al., 2025). Perancangan ini dilakukan melalui dua pendekatan utama, yaitu pemodelan situasi masalah menggunakan *Rich Picture* dan pemodelan fungsional sistem menggunakan *Unified Modeling Language* (UML). Penggunaan kedua pendekatan ini bertujuan untuk memastikan alur kerja aplikasi dan struktur data terdokumentasi dengan baik sebelum masuk ke tahap pembangunan aplikasi.

1. *Rich Picture*

Menurut (Alfathsyah et al., 2024) bahwa menggunakan *Rich Picture* untuk memvisualisasikan hubungan langsung antara pengguna dan sistem guna

memahami alur penyelesaian masalah secara praktis. Fokus dari *Rich Picture* ini adalah interaksi antara dua komponen utama:

1. Siswa

Siswa sebagai aktor yang menghadapi kesulitan dalam mengidentifikasi terkait penyakit pada daun labu saat praktik. Siswa melakukan pengambilan citra daun di lapangan menggunakan kamera ponsel untuk dikirimkan ke dalam sistem.

2. Aplikasi *Android*

Aplikasi *Android* sebagai sistem yang menerima masukan gambar, melakukan pemrosesan menggunakan algoritma CNN *MobileNetV2* dan memberikan keluaran berupa nama penyakit beserta langkah penanggulannya.

2. Unified Modeling Language (UML)

UML digunakan sebagai bahasa standar untuk memodelkan arsitektur dan alur kerja aplikasi secara visual (Siska Narulita et al., 2024). Adapun diagram UML yang akan dirancang dalam penelitian ini meliputi:

1. *Use Case Diagram*

Menggambarkan fungsional utama sistem dari sudut pandang aktor, seperti proses pengambilan citra, proses klasifikasi oleh model CNN, dan penampilan informasi penanggulangan.

2. *Use Case Scenario*

Berupa deskripsi naratif yang menjelaskan langkah interaksi antara aktor dengan aplikasi pada setiap *use case*.

3. *Activity Diagram*

Memodelkan aliran kerja (*workflow*) secara prosedural di dalam aplikasi, mulai dari saat aktor membuka kamera hingga hasil diagnosa penyakit dimunculkan di layar *smartphone*.

4. *Sequence Diagram*

Menjelaskan interaksi antar objek di dalam sistem berdasarkan urutan waktu, terutama untuk menggambarkan bagaimana data citra dikirim dari antarmuka pengguna ke komponen pengolah algoritma CNN.

5. Class Diagram

Menggambarkan struktur statis sistem dengan menunjukkan kelas-kelas yang akan dibangun beserta atribut dan metodenya.

1.10 Jadwal Kegiatan Penelitian

Penulisan jadwal kegiatan penelitian yang akan dilaksanakan dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Communication (Komunikasi)																								
2.	Penyusunan Proposal																								
3.	Seminar Usulan Proposal																								
4.	Quick Plan (Perencanaan cepat)																								
5.	Modeling Quick Plan (Perancangan Cepat)																								
6.	Construction of Prototype (Pembangunan Prototipe)																								
7.	Deployment Delivery & Feedback (Penerapan dan Evaluasi)																								
8.	Seminar Hasil Penelitian																								
9.	Sidang Akhir Skripsi																								

1. Communication (Komunikasi)

Mengumpulkan data dan informasi dari guru ahli Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura yaitu Bapak Diqa Prasetya, S.P. Mengidentifikasi masalah yang ada dan menentukan kebutuhan sistem, termasuk pengumpulan *dataset*.

2. Penyusunan Proposal

Menyusun proposal penelitian yang mencakup latar belakang, rumusan masalah, tujuan, metode, dan jadwal pelaksanaan kegiatan.

3. Seminar Usulan Penelitian

Mempresentasikan proposal usulan penelitian untuk mendapatkan saran masukan dan persetujuan.

4. *Quick Plan* (Perencanaan)

Merencanakan terkait kebutuhan sistem dan metode yang akan digunakan.

5. *Modeling Quick Plan* (Perancangan Cepat)

Membuat diagram UML dan prototipe, mendesain antarmuka dan sistem aplikasi sesuai yang direncanakan.

6. *Construction of Prototype* (Pembangunan Prototipe)

Membangun aplikasi berdasarkan desain yang disetujui, meliputi penulisan kode program dan penerapan model CNN.

7. *Deployment Delivery & Feedback* (Penerapan dan Evaluasi)

Melakukan pengujian aplikasi dan model CNN menggunakan data testing kepada siswa untuk menjamin bahwa aplikasi bekerja dengan baik dan memenuhi kebutuhan.

8. Seminar Hasil Penelitian

Presentasi hasil penelitian oleh peneliti untuk mendapat masukan kritik dan saran untuk memperbaiki penelitian sebelum melanjutkan ke tahap sidang akhir skripsi

9. Sidang Akhir Skripsi

Tahap akhir dari proses akademik di mana mahasiswa mempresentasikan skripsinya di depan dosen penguji.

1.12 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab pendahuluan membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, ruang lingkup pembahasan, metodologi penelitian dan prosedur penelitian.

BAB III KAJIAN PUSTAKA

Bab ini memberikan penjelasan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, metode penelitian serta prosedur penulisan yang sistematis berdasarkan sumber referensi yang valid.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan terkait proses perancangan yang dilakukan pada penelitian. Adapun pembahasannya mencakup perancangan sistem dan aplikasi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang hasil implementasi serta pengujian terkait aplikasi yang dibangun untuk mengetahui kelebihan serta kekurangannya.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas kesimpulan dan rekomendasi dari keseluruhan untuk mendapatkan saran dan perbaikan terkait pengembangan aplikasi klasifikasi penyakit daun labu yang dibangun agar menjadi lebih baik.