

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara agraris dengan tanah yang subur, Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan sektor pertanian. (Melia et al., 2023). Salah satunya adalah jagung sebagai salah satu produk unggulan. Jagung merupakan salah satu tanaman pangan di dunia termasuk Indonesia. Tanaman ini menempati urutan ketiga sebagai tanaman pangan terbesar ketiga setelah gandum dan beras (Sarah & Guntoro, 2023). Komoditas ini mempunyai peranan penting dalam berbagai bidang dan memiliki berbagai kegunaan seperti energi, pakan ternak, sumber pangan, dan bahan baku industri (Dr. Ir. Moh. Ismail Wahab, 2020), sehingga perannya sangat dibutuhkan dalam pembangunan pertanian dan perekonomian Indonesia.

Namun, tanaman jagung rentan terhadap serangan penyakit yang dapat muncul kapan saja dan mengganggu keberhasilan proses budidaya dan kualitas hasil panen. Penyakit-penyakit ini dapat mengakibatkan kerugian pada hasil panen dan kualitas (Lapates, 2024). Gejala penyakit tanaman jagung umumnya dapat dikenali melalui kondisi daunnya. Penyakit ini disebabkan oleh jamur, bakteri, dan virus dapat menimbulkan bercak atau pola tertentu pada permukaan daun (Khaira et al., 2024). Terdapat empat jenis penyakit utama yang menyerang daun jagung diantaranya adalah karat daun, bercak daun, hawar daun, dan bulai daun.

Penanganan penyakit pada tanaman jagung sejak dini sangatlah penting karena penyakit dapat menyerang kapan saja dan menghambat keberhasilan budidaya serta menurunkan kualitas hasil panen. Penyakit tanaman merupakan salah satu tantangan serius, termasuk dalam proses pembelajaran di sekolah yang mengajarkan ilmu pertanian. Penyakit daun jagung memiliki gejala yang berbeda-beda, sehingga memerlukan keahlian khusus untuk dapat mengenalinya dengan tepat. Penyakit pada tanaman jagung sering kali sulit

dikenali, terutama oleh siswa yang masih belajar tentang pertanian. Kesalahan atau keterlambatan dalam mendeteksi penyakit bisa berdampak negatif pada hasil belajar dan kemampuan praktis mereka serta hasil panen. Tidak hanya petani yang membutuhkan pengetahuan dan keterampilan untuk mengidentifikasi penyakit tanaman, tetapi juga siswa yang belajar di bidang agribisnis.

SMK Negeri 1 Kuningan merupakan sekolah menengah yang memiliki Program Keahlian Agribisnis Tanaman Pangan dan *Hortikultura* (ATPH). Di jurusan ini, terdapat Mata Pelajaran Agribisnis Tanaman Pangan yang membahas berbagai aspek budidaya tanaman pangan, termasuk pengenalan penyakit pada tanaman jagung. Berdasarkan hasil wawancara dengan Bapak Andry Slamet Riyadi S.P. selaku guru di jurusan ATPH, masih banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi penyakit tanaman, terutama pada tanaman jagung. Kesulitan ini disebabkan karena pembelajaran disekolah masih menggunakan metode manual tanpa dukungan teknologi. Metode manual yang dimaksud proses identifikasi penyakit dengan pengamatan langsung terhadap kondisi fisik daun. Biasanya, sebelum praktik lapangan, guru akan terlebih dahulu memberikan penjelasan teori mengenai ciri-ciri penyakit tertentu, Namun, karena gejala antar penyakit sering kali mirip, siswa seringkali mengalami kebingungan dalam membedakan satu jenis penyakit dengan yang lainnya. Selain itu, materi pembelajaran yang tersedia umumnya hanya berasal dari buku, yang kurang memberikan pemahaman yang jelas kepada siswa mengenai perbedaan gejala pada setiap jenis penyakit tanaman.

Belum adanya teknologi yang digunakan untuk dapat membantu siswa dalam identifikasi penyakit tanaman jagung disekolah. Hal ini menjadi tantangan bagi siswa dalam proses belajar, khususnya dalam praktik di lapangan. Oleh karena itu, diperlukannya solusi berupa aplikasi berbasis android yang dapat membantu siswa dalam mengidentifikasi penyakit tanaman jagung. Dengan memanfaatkan perkembangan teknologi di bidang *computer vision*, dapat diterapkan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk secara otomatis mengenali pola-pola penyakit yang terdapat pada citra daun

jagung. CNN sendiri merupakan salah satu metode dalam Deep Learning yang dirancang untuk memproses data berbentuk grid dua dimensi, seperti gambar (Wibowo & Allaam, 2021). Dengan penerapan CNN ini, aplikasi yang dikembangkan diharapkan mampu meningkatkan proses identifikasi dan membantu siswa dalam memahami dan mengenali berbagai penyakit pada tanaman jagung dengan lebih baik.

Adapun beberapa penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya, salah satunya adalah penelitian oleh Ulfa Khaira, Indra Weni, dan Weni Wilia berjudul “Rancang Bangun Aplikasi Deteksi Penyakit Tanaman Jagung Melalui Citra Daun Berbasis Android Menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network*”. Dalam penelitian tersebut, dataset yang digunakan terdiri dari 650 gambar diperbesar menjadi 2600 gambar melalui teknik augmentasi. Hasil penelitian ini akurasi mencapai 99% untuk penyakit Hawar Daun, 100% untuk Karat Daun, dan 100% untuk daun sehat (Khaira et al., 2024). Selain itu, penelitian lain oleh Ken Ratri Retno Wardani dan Laurentius Leonardi yang berjudul “Klasifikasi Penyakit pada Daun Anggur menggunakan Metode *Convolutional Neural Network*” bertujuan untuk mendeteksi penyakit pada daun anggur. Dataset yang digunakan memiliki resolusi awal 256×256 piksel dengan jumlah data latih sebanyak 2333 gambar. Penelitian ini juga menghasilkan akurasi tinggi dengan arsitektur terbaik mencapai 98,5% untuk Black Measles, 98,1% untuk Black Rot, dan 99,5% untuk daun sehat (Wardani & Leonardi, 2023). Hasil ini menunjukkan bahwa algoritma CNN dapat diterapkan untuk klasifikasi penyakit tanaman, termasuk dalam pengembangan aplikasi deteksi penyakit tanaman jagung.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis mengangkat judul penelitian ini dengan judul **“Rancang Bangun Aplikasi Deteksi Penyakit Pada Tanaman Jagung Menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) (Studi Kasus: SMK Negeri 1 Kuningan)”**.

1.2 Identifikasi Masalah

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

1. Siswa kesulitan dalam mengidentifikasi penyakit pada tanaman jagung.
2. Identifikasi penyakit tanaman jagung melalui pengamatan langsung sering kali berpotensi menimbulkan kesalahan.
3. Belum adanya penggunaan teknologi yang digunakan untuk membantu siswa dalam identifikasi penyakit tanaman jagung.

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 mendeteksi penyakit pada tanaman jagung?
2. Bagaimana cara mengimplementasikan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) agar dapat mendeteksi penyakit pada tanaman jagung?

1.4 Batasan Masalah

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

1. Penelitian berfokus mengklasifikasikan penyakit tanaman pada daun jagung.
2. Jenis klasifikasi yang difokuskan terdiri dari 5 kelas, yaitu 4 jenis penyakit daun jagung Karat Daun, Bercak Daun, Hawar Daun, dan Bulai Daun, serta 1 kelas tambahan yaitu Daun Sehat.
3. Algoritma yang digunakan adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan menggunakan arsitektur *MobileNetV2*.
4. Aplikasi yang dibangun berbasis Android.
5. Data gambar daun jagung berformat .jpg dengan ukuran 224×224 piksel.
6. Dataset yang digunakan berjumlah total 5000 gambar yang terbagi ke dalam 5 kelas (masing-masing 1000 gambar per kelas), yang dikumpulkan dari dua sumber:

- a) Dataset primer sebanyak 2500 gambar (500 gambar per kelas) diperoleh dari hasil pengambilan gambar di lahan SMK Negeri 1 Kuningan dengan identifikasi penyakit yang dibantu oleh guru Agribisnis Tanaman Pangan.
- b) Dataset sekunder sebanyak 2500 gambar (500 gambar per kelas) diperoleh dari sumber internet yaitu *Kaggle*.
- 7. Persentase jumlah data terbagi menjadi 3 bagian dimana 80% untuk data *training*, 10% untuk data *validasi*, dan 10% untuk data *testing*.
- 8. Aktor yang terlibat dalam aplikasi ini yaitu siswa.

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1. Membangun aplikasi untuk mengidentifikasi penyakit pada tanaman jagung berbasis android.
- 2. Mengimplementasikan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) pada aplikasi deteksi penyakit tanaman jagung.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu:

- 1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pemahaman siswa, akademisi, dan peneliti tentang metode *Convolutional Neural Network* (CNN). Penelitian ini juga dapat menjadi referensi pengembangan ilmu pengetahuan yang dipelajari secara teoritis di perkuliahan. Selain itu, penelitian ini memberikan kontribusi dalam bidang pertanian dalam lingkungan pendidikan melalui pengembangan teknologi deteksi penyakit daun jagung berbasis CNN, sehingga dapat membantu dalam upaya pengendalian penyakit pada tanaman jagung serta memperkuat integrasi teknologi dalam lingkungan pendidikan.

- 2. Manfaat Praktis

- a. Manfaat Bagi Peneliti

- 1) Memahami penerapan algoritma *Convolutional Neural Network* dalam pengembangan aplikasi deteksi penyakit tanaman.
 - 2) Menambah pengetahuan baru terkait implementasi teknologi di bidang agribisnis dan pertanian.
- b. Manfaat Bagi Guru dan Siswa
- 1) Membantu guru dalam menyampaikan informasi mengenai gejala dan jenis penyakit tanaman jagung melalui aplikasi berbasis Android.
 - 2) Membantu siswa dalam mengenali, membedakan, dan memahami jenis penyakit tanaman jagung melalui aplikasi berbasis Android.
- c. Manfaat Bagi Peneliti Lain
- 1) Referensi penelitian terkait penggunaan algoritma CNN dalam deteksi penyakit tanaman.

1.7 Pertanyaan Penelitian

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

1. Apakah dengan dirancangnya aplikasi ini dapat membantu siswa dalam mengidentifikasi penyakit pada tanaman jagung?
2. Apakah dengan mengimplementasikan algoritma CNN dapat mendeteksi penyakit tanaman jagung?

1.8 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan hasil analisa diatas, peneliti membuat hipotesis penelitian sebagai berikut:

1. Aplikasi berbasis Android yang dirancang menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dapat mendeteksi penyakit pada tanaman jagung dengan akurat berdasarkan citra daun.
2. Penggunaan aplikasi deteksi penyakit tanaman jagung berbasis CNN dapat membantu siswa SMK Negeri 1 Kuningan dalam mengidentifikasi dan memahami gejala penyakit dan jagung secara lebih cepat dan tepat.

1.9 Metodologi Penelitian

Metode penelitian adalah proses atau cara ilmiah untuk mendapatkan data yang akan digunakan untuk keperluan penelitian. Adapun metodologi yang digunakan adalah sebagai berikut:

1.9.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah pembahasan terkait cara memperoleh suatu data yang dibutuhkan untuk penelitian yang akan dilaksanakan, ada beberapa metode yang digunakan pada proses penelitian ini, antara lain:

1. Observasi

Metode pengumpulan data dengan melakukan pengamatan di SMK Negeri 1 Kuningan untuk memahami bagaimana siswa mengenali penyakit pada tanaman jagung, serta mengamati kondisi perkebunan jagung untuk mendapatkan informasi.

2. Wawancara

Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara tanya jawab secara langsung dengan Bapak Andry Slamet Riyadi, S.P. selaku Guru di Jurusan ATPH di SMK Negeri 1 Kuningan untuk mendapatkan wawasan lebih mengenai tantangan yang dihadapi oleh siswa dalam proses mengenali penyakit pada tanaman jagung.

3. Studi Pustaka

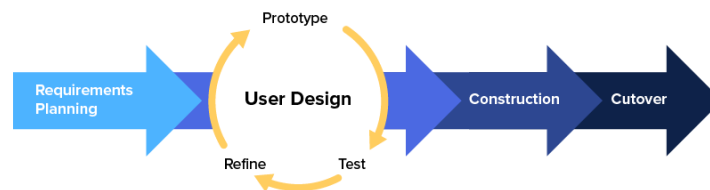
Untuk mengumpulkan data, studi pustaka digunakan untuk mengumpulkan informasi dari berbagai literatur, seperti buku, jurnal, dan artikel ilmiah tentang topik seperti metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dan permasalahan yang diteliti. Sumber-sumber ini digunakan untuk melengkapi informasi yang diperlukan dalam mendukung pelaksanaan penelitian ini.

1.9.2 Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Rapid Application Development* (RAD). RAD adalah

pendekatan siklus pengembangan yang bertujuan untuk menyediakan pengembangan yang jauh lebih cepat dan mendapatkan hasil dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan metode tradisional. (Arianto, 2023). *Rapid Application Development* (RAD) bertujuan untuk mempercepat proses pembuatan sistem dengan mengutamakan kecepatan dan fleksibilitas. Metode ini memungkinkan pengembang membuat prototipe dalam waktu singkat, mendapatkan masukan langsung dari pengguna, dan dengan lebih mudah menyesuaikan perubahan sesuai kebutuhan. (Munawir & Nugroho, 2023).

Metode ini dipilih karena memiliki beberapa kelebihan, seperti siklus pengembangan yang lebih pendek, lebih fleksibel, meningkatkan keterlibatan pengguna, serta dapat mengurangi kemungkinan kesalahan.



Gambar 1.1 Metode RAD (Nurman Hidayat & Kusuma Hati, 2021)

Adapun tahapan dalam pengembangan model RAD, terdiri dari 4 tahapan:

a. Rencana Kebutuhan (*Requirement Planning*)

Pada tahap ini peneliti dan pengguna bertemu untuk mendiskusikan dan menganalisis masalah yang sedang terjadi, menentukan apa saja yang dibutuhkan untuk membuat sistem aplikasi, karena tahap ini merupakan langkah awal keberhasilan pembuatan sistem serta dapat menghindari kesalahan komunikasi antara pengguna dan penulis (Nurman Hidayat & Kusuma Hati, 2021).

Pada tahap ini, peneliti mengumpulkan data melalui wawancara, observasi terkait permasalahan yang terjadi, serta pengumpulan dataset yang akan digunakan dalam penelitian.

b. Design Pengguna (*User Design*)

Pada tahap ini fokus dalam membuat rancangan aplikasi yang akan diusulkan agar sesuai dengan kebutuhan, berjalan sesuai rencana, dan diharapkan dapat menyelesaikan masalah. (Nurman Hidayat & Kusuma Hati, 2021).

Prototype digunakan untuk menggambarkan antarmuka dan alur aplikasi secara visual. Setelah *prototype* selesai, tahap *Test* dilakukan kepada pengguna untuk menguji apakah fungsi sistem berjalan dengan baik dan memenuhi harapan pengguna. Pada tahap *Refine*, prototipe yang telah diuji akan diperbaiki berdasarkan masukan yang diterima, sehingga aplikasi dapat memenuhi kebutuhan pengguna (Pesurnay, 2024).

Pada tahap ini, peneliti membuat desain sistem menggunakan *Unified Modeling Language* (UML), dan membuat bentuk *prototype* aplikasi atau *wireframe* yang menggambarkan fungsi utama yang dibutuhkan. *Prototype* ini kemudian diberikan kepada pengguna untuk melihat apakah aplikasi yang dirancang memenuhi kebutuhan pengguna.

c. Pengembangan (*Construction*)

Tahapan ini merupakan proses membuat sistem yang sudah direncanakan. Memulai menyusun kode program, untuk mengubah desain sistem yang telah dibuat menjadi sebuah aplikasi yang direncanakan agar dapat digunakan (Nurman Hidayat & Kusuma Hati, 2021).

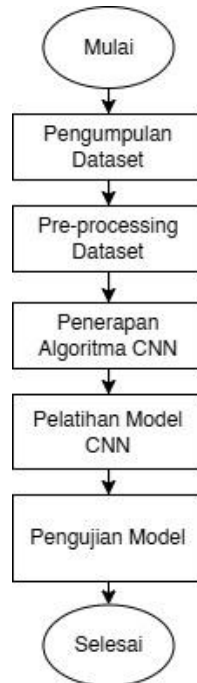
d. Pengujian (*Cutover*)

Tahap ini adalah tahap akhir di mana sistem diuji secara menyeluruh untuk memastikan fungsionalitas dan kualitasnya.

1.9.3 Metode Penyelesaian Masalah

Proses yang dilakukan dalam pengembangan aplikasi deteksi penyakit tanaman jagung terdiri dari beberapa tahapan, yaitu

pengumpulan dataset, *pre-processing*, penerapan algoritma CNN, pelatihan model, dan pengujian model.



Gambar 1.2 Alur penyelesaian masalah (Ekananda & Riminarsih, 2022)

a. Pengumpulan Dataset

Pada penelitian ini, tahap pertama adalah pengumpulan dataset gambar daun jagung untuk digunakan dalam pelatihan dan pengujian model. Data ini dikumpulkan dari dua sumber yaitu data primer yang dikumpulkan langsung dari lokasi penelitian dilapangan, dan data sekunder yang bersumber dari Kaggle. Total dataset yang digunakan berjumlah 5000 gambar daun jagung yang terbagi ke dalam 5 kategori yaitu Daun Sehat, Karat Daun, Bercak Daun, Hawar Daun, dan Bulai Daun. Pada tahap ini, dataset juga diorganisasikan dengan cara memisahkan gambar ke dalam folder sesuai kelas.

b. Pre-processing

Preprocessing data adalah tahap persiapan sebelum data diolah dan digunakan untuk klasifikasi. Tahapan ini bertujuan untuk

mengurangi noise, menonjolkan fitur-fitur penting, mendeteksi pola, dan menormalisasi (Azizah, 2023).

Tahap pre-processing dalam penelitian ini mencakup proses memperkecil (resize) setiap citra dan augmentasi gambar untuk meningkatkan variasi dalam dataset seperti *rescale*, *rotasi*, *width shift* dan *height shift* (pergeseran posisi gambar), *flip horizontal*, dan *zoom*. Gambar daun jagung pada penelitian ini dengan memiliki ukuran piksel yang berbeda-beda. Untuk memudahkan proses klasifikasi akan dilakukan resize atau dimensi citra dengan ukuran 224 x 224 piksel. Pembagian dataset dibagi menjadi data pelatihan, validasi, dan pengujian.

c. Penerapan Algoritma CNN

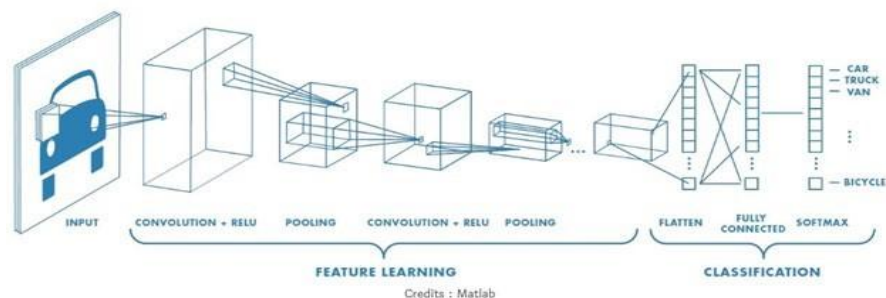
Tahapan selanjutnya adalah perancangan arsitektur algoritma CNN, pada tahapan ini peneliti merancang algoritma CNN dengan menggunakan data yang telah diproses pada tahap sebelumnya (*pre-processing*).

Pada tahap ini, peneliti menerapkan pendekatan transfer learning dengan memanfaatkan arsitektur MobileNetV2. MobileNetV2 dirancang untuk menghasilkan model berukuran kecil sehingga memungkinkan pengoperasian cepat pada perangkat seluler dengan spesifikasi rendah. MobileNetV2 cocok digunakan untuk aplikasi real-time pada perangkat seluler (Anhar & Putra, 2023).

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan algoritma dalam bidang *Deep Learning* yang dirancang khusus untuk mengolah data dua dimensi, seperti gambar (Wibowo & Allaam, 2021). CNN terdiri dari 2 lapisan arsitektur, yakni *feature learning* yang berfungsi mengekstraksi fitur dari gambar dan *classification layer* yang bertugas untuk mengklasifikasikan fitur yang telah dipelajari.

Arsitektur CNN terdiri dari beberapa tahap, di mana setiap tahap memiliki input dan output berupa array yang disebut feature map. CNN menggabungkan proses konvolusi citra yang berfungsi untuk proses ekstraksi fitur, dan neural network untuk klasifikasi (Yuliany et al., 2022).

Secara umum, ukuran data gambar yang digunakan sebagai input adalah panjang $\times$ lebar $\times$ channel warna. Ukuran panjang dan lebar gambar menunjukkan ukuran gambar dalam satuan pixel, sedangkan channel warna menunjukkan jenis warna gambar. Sebuah gambar berwarna, misalnya, biasanya memiliki tiga channel, yaitu RGB (Red Green Blue). Setiap neuron dalam jaringan CNN memiliki bobot, bias, dan fungsi aktivasi yang membuat neural network bisa menghasilkan output yang sesuai dengan data latih (Dzaky, 2021). Berikut adalah arsitektur Convolutional Neural Network:



Gambar 1.3 Arsitektur CNN (Yuliany et al., 2022)

Secara umum CNN terdiri dari dua tahapan utama yaitu *feature learning* (pembelajaran fitur) dan *classification* (klasifikasi). Pada tahapan feature learning terdapat *convolutional layer*, *ReLU* (fungsi aktivasi) dan *pooling layer*, sedangkan untuk tahap *classification* terdapat *flatten layer*, *fully-connected layer*, dan fungsi aktivasi *softmax*. Berikut penjelasan mengenai cara kerja CNN:

1. *Feature Learning* (Ekstraksi Fitur)
 - a) Lapisan Convolutional

Lapisan Konvolusi (Convolution Layer) merupakan lapisan awal dalam arsitektur CNN. Lapisan ini akan melakukan konvolusi citra masukan dengan filter yang sudah didefinisikan tanpa merusak struktur dari citra awal. Lapisan ini memiliki fungsi untuk mengambil fitur pada citra yang akan digunakan untuk melatih model (Dzaky, 2021). Contoh proses dari lapisan ini dapat dilihat pada Gambar 4.

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 1.4 Lapisan Convolutional (Dzaky, 2021)

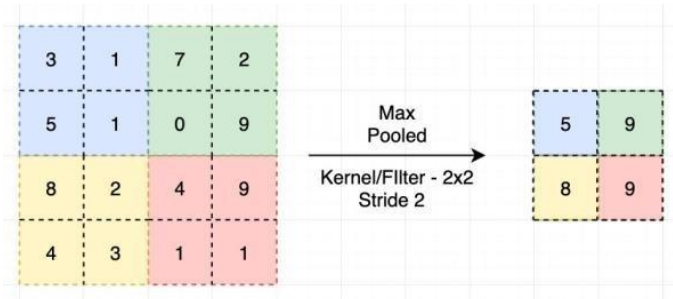
b) Fungsi Aktivasi ReLU

Fungsi Aktivasi ReLU (*Rectified Linear Unit*) dipakai setelah melakukan proses konvolusi. ReLU merupakan lapisan aktivasi dengan fungsi $f(x) = \max(0, x)$ dimana semua nilai piksel yang bernilai negatif atau kurang dari nol akan diubah menjadi nol. ReLU bertujuan untuk mengurangi linearitas yang terjadi dari proses konvolusi sehingga CNN lebih mudah mencapai nilai optimum (Wibowo & Allaam, 2021).

c) Lapisan Pooling

Lapisan pooling berfungsi untuk mengurangi dimensi data yang dihasilkan oleh lapisan konvolusi. Lapisan ini berguna jika ukuran dari suatu citra sangat besar. Terdapat beberapa metode pooling yang dapat digunakan. *Max Pooling*, akan mempertahankan nilai yang terbesar dari setiap kelompok data dan akan mengabaikan nilai lainnya yang lebih kecil. Sedangkan *Average Pooling* akan

menghitung rata-rata dari seluruh nilai pada suatu kelompok data (Dzaky, 2021).



Gambar 1.5 Lapisan Max Pooling (Dzaky, 2021)

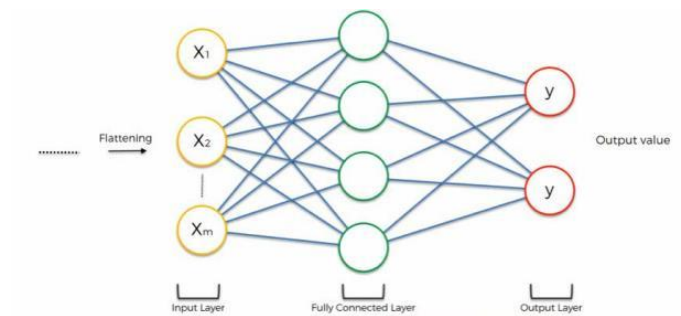
2. Classification

a) Flatten

Feature map yang diperoleh dari proses ekstraksi fitur masih berbentuk array multidimensi. Oleh karena itu, lapisan flatten digunakan untuk mengubah array tersebut menjadi bentuk vektor satu dimensi agar bisa diproses oleh lapisan *fully connected* (Wibowo & Allaam, 2021).

b) Fully Connected Layer

Lapisan ini terdiri dari sejumlah neuron yang saling terhubung antara lapisan sebelumnya dan lapisan output. Setiap neuron memiliki bobot dan fungsi aktivasi yang berperan dalam menentukan hasil akhir dari model. Pada tahap ini, data masukan dari Flatten Layer akan diproses untuk menghasilkan prediksi awal. Akhir dari lapisan ini menghasilkan output berupa sebuah prediksi berdasarkan data yang telah diberikan sebelumnya (Dzaky, 2021).



Gambar 1.6 Lapisan *Fully Connected* (Dzaky, 2021)

c) Fungsi Aktivasi *Softmax*

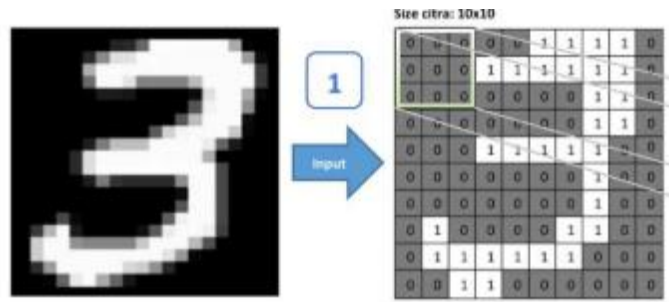
Fungsi *Softmax* digunakan pada lapisan output untuk klasifikasi multi-kelas. Tujuannya adalah untuk menghitung probabilitas setiap kelas target dibandingkan dengan semua kelas target yang mungkin. Fungsi ini membantu menentukan kelas yang paling sesuai untuk input yang diberikan. Keunggulan *Softmax* adalah menghasilkan nilai probabilitas dalam rentang 0 hingga 1, dengan total probabilitas seluruh kelas selalu sama dengan satu (Wibowo & Allaam, 2021).

Cara Kerja CNN

Adapun penjelasan singkat mengenai cara kerja metode *Convolutional Neural Network* (CNN) :

1. Input Citra

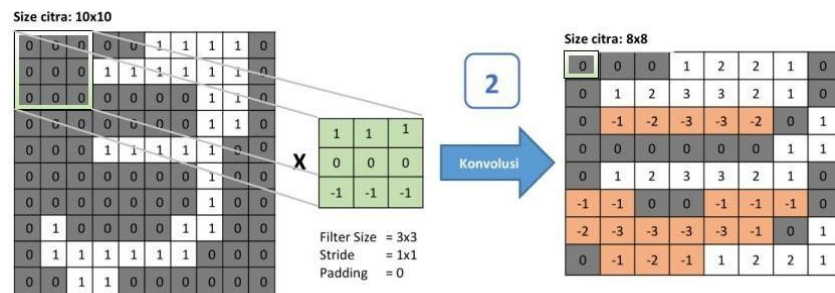
Input citra merupakan data awal yang dimasukkan kedalam jaringan CNN. Misalnya, digunakan citra berukuran 10x10 piksel dalam format *grayscale*, di mana intensitas warnanya berada pada rentang 0 hingga 255. Nilai 0 merepresentasikan warna hitam, sedangkan nilai 255 menunjukkan warna putih.



Gambar 1.7 Contoh Citra Masukan (Wibowo & Allaam, 2021)

2. Convolutional Layer

Lapisan *Convolutional* berfungsi untuk mengekstraksi fitur dari citra input seperti tepi, sudut dan tekstur yang kemudian akan menghasilkan *feature map*.



Gambar 1.8 Contoh *Convolutional Layer* (Wibowo & Allaam, 2021)

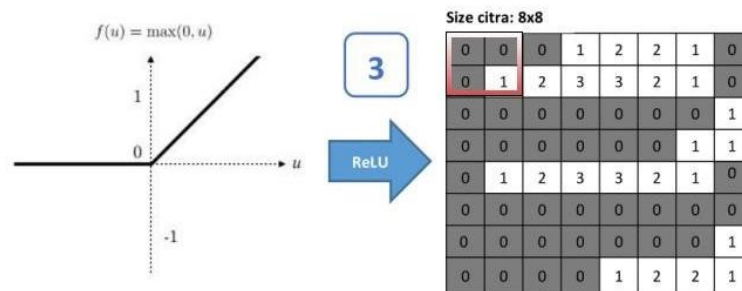
$$O(i, j) = \sum_{M=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} I(i + m, j + n) * K(m, n)$$

(Wardani & Leonardi, 2023)

Dalam contoh diatas citra input akan dikalikan dengan filter atau kernel berukuran matriks 3x3 yang memiliki nilai bobot acak secara otomatis, filter ini bergerak dengan stride bernilai 1x1, sehingga filter akan bergeser sebesar nilai 1x1 piksel, secara menyeluruh sesuai dengan nilai citra inputan, dari contoh gambar diatas menghasil konvolusi dengan ukuran matriks 8x8.

3. Fungsi Aktivasi ReLU

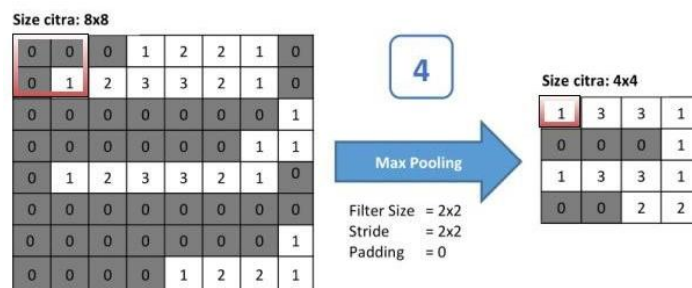
Fungsi ReLU digunakan untuk mengurangi linearitas sehingga memudahkan CNN untuk mencapai titik maksimum. Dengan fungsi $f(x) = (\max, 0)$, yang berarti semua nilai piksel yang kurang dari nol akan diubah menjadi nol.



Gambar 1.9 Contoh Fungsi Aktivasi ReLu
(Wibowo & Allaam, 2021)

4. Pooling Layer

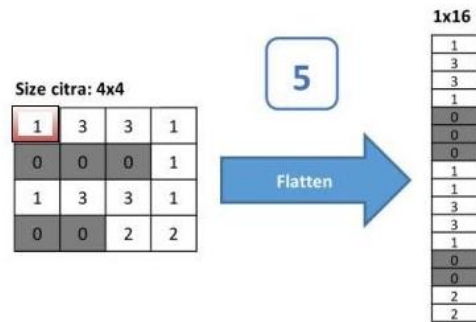
Dalam contoh ini digunakan *Max Pooling* dengan filter berukuran 2x2, stride berukuran 2x2, dan padding 0, sehingga filter akan bergeser sejauh 2x2 piksel, sampai memenuhi *feature map*. Karena menggunakan metode *Max Pooling*, pada setiap pergeseran diambil nilai piksel tertinggi, sehingga menghasilkan citra dengan dimensi 4x4.



Gambar 1.10 Contoh *Pooling Layer*
(Wibowo & Allaam, 2021)

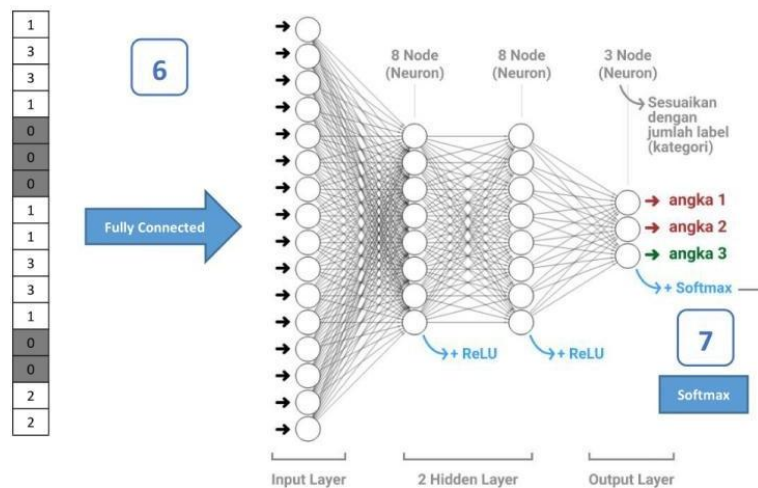
5. Flatten Layer

Pada hasil *pooling layer* didapatkan hasil matriks 4x4, kemudian di *flatten layer* dibentuk ulang menjadi satu dimensi.



Gambar 1.11 Contoh *Flatten Layer* (Wibowo & Allaam, 2021)

6. *Fully Connected Layer*

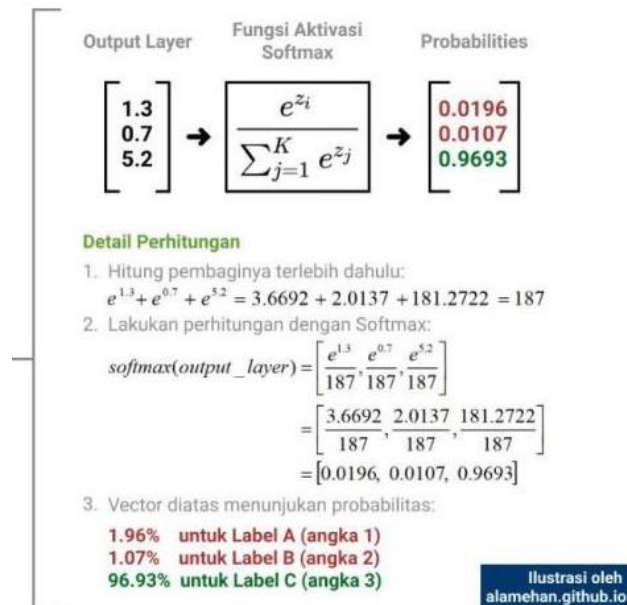


Gambar 1.12 Contoh *Fully Connected Layer* (Wibowo & Allaam, 2021)

Pada hidden layer terdiri dari 2 layer aktivasi ReLU dengan masing-masing 8 neuron. Kemudian pada output layer digunakan aktivasi softmax dengan 3 neuron, karena dalam contoh ini ada 3 kelas yang akan diklasifikasikan.

7. Fungsi Aktivasi *Softmax*

Setelah melewati *fully connected layer*, aktivasi *softmax* akan diterapkan dengan langkah sebagai berikut:



Gambar 1.13 Contoh Fungsi Aktivasi Softmax (Wibowo & Allaam, 2021)

Hasil dari perhitungan pada gambar di atas menunjukkan probabilitas untuk tiga kelas berbeda, maka citra yang dimasukan dapat diklasifikasi sebagai Label C (angka 3).

d. Pelatihan model

Pada tahap ini, model CNN dilatih menggunakan data citra daun jagung yang telah melalui proses *preprocessing*. Tahap ini dilakukan dengan memasukan citra berukuran 224x224 kedalam arsitektur model CNN yang telah dibuat.

e. Pengujian Model

Setelah pelatihan selesai, langkah selanjutnya dilakukan pengujian model menggunakan data testing untuk mengevaluasi seberapa baik model mampu mengenali dan mengklasifikasikan jenis penyakit pada daun jagung dengan benar. Evaluasi performa model dilakukan dengan menghitung berbagai metrik seperti *akurasi*, *presisi*, *recall*, *F1-score*, serta *confusion matrix* untuk mengetahui hasil klasifikasi yang dihasilkan oleh model.

1.10 Jadwal Penelitian

Jadwal pelaksanaan penelitian dibuat dengan tahapan yang jelas dalam bentuk bar chart.

Table 1.1 Jadwal Penelitian

Tahapan	November				Desember				Februari				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
Requirement Planning																							
Penyusunan Proposal																							
SUP																							
User Design																							
Construction																							
Cutover																							
SHP																							
Sidang																							

1. Requirement Planning

Pada tahap ini mengumpulkan data dan informasi dari pengguna, identifikasi permasalahan yang ada SMK 1 Kuningan dan menentukan kebutuhan sistem, serta pengumpulan dataset yang diperlukan untuk pelatihan model.

2. Proposal

Tahapan ini merupakan penyusunan proposal penelitian yang dimulai pada minggu keempat Bulan November.

3. SUP (Seminar Usulan Proposal)

Dilakukan pada minggu ketiga bulan Desember, pada tahapan ini dilakukan presentasi proposal usulan penelitian untuk mendapatkan masukan dan persetujuan.

4. User Design

Tahap ini membuat diagram UML, Mendesain antarmuka dan sistem aplikasi, serta mengumpulkan umpan balik dari pengguna.

5. Construction

Pada tahap ini dilakukan pengembangan model CNN, dan membangun aplikasi android berdasarkan desain yang telah disetujui.

6. Cutover

Melakukan pengujian aplikasi dan model CNN menggunakan data testing dan UAT kepada siswa untuk memastikan bahwa aplikasi berjalan dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

7. SHP (Seminar Hasil Penelitian)

Dilaksanakan pada minggu pertama bulan Juni, tahap ini mempresentasikan hasil penelitian.

8. Sidang

Sidang direncanakan pada minggu keempat bulan Juni, ini merupakan tahapan akhir yaitu mempresentasikan hasil penelitian secara keseluruhan.

1.11 Sistematika Penelitian

Penelitian ini disusun secara terstruktur dan sistematis sehingga membantu memudahkan pembaca dalam mempelajarinya. Adapun sistematika penulisan dalam penyusunan skripsi ini sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini diuraikan mengenai latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penyelesaian dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORITIS

Bab ini menguraikan konsep dan teori-teori sebagai sumber atau referensi dalam memahami permasalahan yang berkaitan dengan aplikasi yang akan dibangun pada penelitian ini.

BAB III : ANALISA DAN PERANCANGAN

Bab ini membahas hasil analisis dan tahap-tahap perancangan dalam pembuatan perangkat lunak yang berhubungan dengan masalah yang menjadi dalam pembangunan aplikasi. Didalamnya

meliputi analisis sistem dan perancangan desain yang akan diperlukan dalam pembuatan aplikasi.

BAB IV : IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Dalam bab menjelaskan proses mengenai implementasi dari sistem yang telah dirancang, serta pengujian dari aplikasi yang dibangun.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini membuat kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran dari penulis untuk pengembangan dan perbaikan aplikasi ke depannya.