PENGEMBANGAN APLIKASI MOBILE UNTUK IDENTIFIKASI PENYAKIT DAUN TOMAT DI DESA KEPUNG

SKRIPSI

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S. Kom.)
Pada Program Studi Teknik Informatika

Oleh :

Annisa' Nur Kamilah
NPM : 2113020142

FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI
2025

Skripsi oleh:

Annisa' Nur Kamilah
NPM : 2113020142

Judul :

PENGEMBANGAN APLIKASI MOBILE UNTUK IDENTIFIKASI PENYAKIT DAUN TOMAT DI DESA KEPUNG

Telah Disetujui Untuk Diajukan Kepada Panitia Ujian/Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Nusantara PGRI Kediri

Tanggal : 18 Juni 2025

Pembimbing I	Pembimbing II
Umi Mahdiyah, S.Pd., M.Si	Resty Wulanningrum, M.Kom
NIDN. 0729098903	NIDN. 0719068702

Skripsi oleh:

Annisa' Nur Kamilah
NPM : 2113020142

Judul :

PENGEMBANGAN APLIKASI MOBILE UNTUK IDENTIFIKASI PENYAKIT DAUN TOMAT DI DESA KEPUNG

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian/Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Nusantara PGRI Kediri
Pada tanggal : 09 Juli 2025
Dan Dinyatakan telah Memenuhi Syarat

Panitia Penguji :

1. Ketua : Umi Mahdiyah, S.Pd., M.Si
2. Penguji I : Daniel Swanjaya, M.Kom
3. Penguji II : Resty Wulanningrum, M.Kom

Mengetahui,
Dekan FTIK

Dr. Sulistiono, M.Si
NIDN. 0007076801

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini saya,

Nama	: Annisa' Nur Kamilah
Jenis Kelamin	: Perempuan
Tempat/Tgl Lahir	: Kediri/12 April 2003
NPM	: 2113020142
Fakultas/Prodi	: Teknik dan Ilmu Komputer/ Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak dapat karya tulis atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara sengaja dan tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulisan skripsi ini dengan tulus saya dedikasikan kepada:

1. Kedua orang tua saya, Ayah dan Ibu yang dengan penuh kesabaran senantiasa mendoakan, memberikan dukungan terbaik, serta menjadi sumber motivasi tak henti-hentinya dalam perjalanan menyelesaikan skripsi. Perjalanan hidup sebagai satu keluarga memang tidak mudah, tetapi segala hal yang telah dilalui memberika penulis pelajaran yang sangat berharga tentang arti menjadi tanggung jawab, selalu berjuang, mandiri dan menjadi perempuan kuat. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ayah dan Ibu bahagia. Terima kasih sudah mengantarkan saya berada ditempat ini dan telah berhasil membawa saya sejauh ini, sehingga mampu menyelesaikan skripsi.
2. Nenek dan Kakak saya, yang selalu senantiasa mendoakan, memberikan semangat dan dukungan moral, sehingga saya dapat menyelesaikan proses ini dengan baik.
3. Seluruh dosen Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang telah memberikan bimbingan, ilmu, dan pelajaran berharga, baik dalam ranah akademik maupun kehidupan sehari-hari.
4. Teman-teman seperjuangan di kampus, terima kasih telah menjadi tempat berbagi suka dan duka, kompak, menyenangkan, serta saling menyemangati selama menjalani masa perkuliahan hingga tahap akhir ini.
5. Almamater tercinta, Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang telah menjadi tempat saya tumbuh, belajar, dan mengembangkan diri selama masa perkuliahan.
6. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang telah memberikan kontribusi dalam berbagai bentuk dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.
7. Terakhir, diri saya sendiri, yang telah berjuang dan bertahan selama di bangku perkuliahan. Setiap langkah demi langkah yang telah diambil adalah bagian dari perjalanan, meskipun terasa sulit atau lambat. Terima kasih sudah mampu

menyelesaikan studi ini dengan tepat waktu. Bagaimanapun keadaan selanjutnya, hargai perjuanganmu, rayakan dirimu, dan berbahagialah atas segala proses yang berhasil dilalui untuk masa depan yang lebih baik dan cerah.

Semoga dedikasi ini dapat menjadi penghormatan atas semua dukungan, doa, dan kebersamaan yang telah diberikan.

HALAMAN MOTTO

"Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan" **— *Q.S Al-Insyirah: 6***

" Jika kamu benar-benar menginginkan sesuatu, seluruh alam semesta akan bersatu membantumu mencapainya. Karena dalam setiap jiwa yang bersungguh-sungguh, ada kekuatan yang lebih besar dari sekadar keberuntungan yaitu ketekunan dan keyakinan" **— *Paulo Coelho***

"Dan bahwa manusia hanya memperoleh apa yang telah diusahakannya."
— *Q.S An-Najm: 39*

" Ada banyak hal yang membuatku ingin berhenti, tetapi lebih banyak lagi alasan yang membuatku terus berjalan. Skripsi bukan akhir, melainkan bukti bahwa mimpi yang dijaga dengan usaha, akan menemukan jalannya sendiri."

RINGKASAN

Annisa' Nur Kamilah Pengembangan Aplikasi Mobile Untuk Identifikasi Penyakit Daun Tomat Di Desa Kepung, Skripsi, Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri, 2025

Kata Kunci : Aplikasi mobile, *Convulation Neural Network* (CNN), Daun tomat, Deteksi penyakit, *NASNet-Mobile*

Permasalahan utama dalam budidaya tomat adalah sulitnya mendeteksi penyakit daun secara dini. Banyak petani mengalami kendala dalam mengidentifikasi gejala awal penyakit seperti bercak bakteri, busuk daun, maupun jamur daun, sehingga sering kali terlambat dalam penanganan. Keterbatasan pengetahuan serta minimnya akses terhadap alat deteksi penyakit menjadi faktor penyebab utama permasalahan ini. Sebagai solusi, pada penelitian ini dikembangkan sebuah aplikasi mobile berbasis *deep learning* menggunakan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan model *NASNet-Mobile* untuk mengidentifikasi penyakit daun tomat secara otomatis melalui citra yang diambil dari kamera ponsel. Dataset dikumpulkan melalui observasi lapangan di Desa Kepung, Kabupaten Kediri, dan dilakukan proses pelabelan berdasarkan jenis penyakit. Model CNN dilatih dan diuji menggunakan metrik evaluasi berupa akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model mampu mencapai akurasi sebesar 95%, presisi sebesar 95%, *recall* sebesar 95%, *F1-score* sebesar 95%, dan dengan performa klasifikasi yang baik pada seluruh kelas penyakit. Aplikasi ini diharapkan mampu memberikan solusi yang praktis bagi petani dalam mendeteksi penyakit daun tomat, sehingga dapat meningkatkan produktivitas pertanian dan meminimalkan kerugian akibat serangan penyakit.

PRAKATA

Puji Syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas ridha dan karunianya peneliti dapat menyelesaikan penyusunan laporan penelitian ini. Penulisan ini juga tak lepas dari dukungan pihak yang selalu membantu dalam penulisan penelitian ini. Oleh karenanya peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Zainal Afandi, M.Pd. selaku Rektor Universitas Nusantara PGRI Kediri.
2. Dr. Sulistiono, M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Nusantara PGRI Kediri.
3. Risa Helilintar, M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Nusantara PGRI Kediri.
4. Umi Mahdiyah S.Pd., M.Si. dan Resty Wulanningrum M.Kom. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah dan mengarahkan kami selama mengerjakan skripsi.
5. Kedua Orang Tua saya dan Keluarga atas doa dan dukungannya.
6. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu menyelesaikan penulisan penelitian ini.

Disadari penelitian ini masih banyak kekurangan, maka diharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan. Semoga penelitian ini bermanfaat bagi semua pihak.

Kediri, 23 Juni 2025

Annisa' Nur Kamilah
NPM. 2113020142

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
HALAMAN PERNYATAAN iv
HALAMAN PERSEMBAHAN v
HALAMAN MOTTO vii
RINGKASAN viii
PRAKATA ix
DAFTAR ISI x
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR TABEL xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang 1
B. Identifikasi Masalah 2
C. Rumusan Masalah 3
D. Batasan Masalah 3
E. Tujuan Penelitian 4
F. Manfaat dan Kegunaan Penilitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
A. Teori dan Penelitian Terdahulu 6
1. Landasan Teori 6
2. Kajian Pustaka 14
B. Kerangka Berpikir 17
BAB III METODE PENELITIAN 19
A. Desain Penelitian 19
B. Instrumen Penelitian 20
C. Tempat dan Jadwal Penelitian 22
D. Objek Penelitian/ Subjek Penelitian 24
E. Prosedur Penelitian 25

F. Teknik Analisis Data 31
BAB IV IMPLEMENTASI DAN HASIL 45
A. Hasil Penelitian 45
1. Implementasi Desain Sistem 45
2. Pengujian Fungsional 51
3. Pengujian Non Fungsional 53
B. Pembahasan 56
BAB V PENUTUP 64
A. Kesimpulan 64
B. Saran 65
DAFTAR PUSTAKA 66
LAMPIRAN 69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Daun Sehat 7
Gambar 2. 2 Septoria Leaf Spot 8
Gambar 2. 3 Tomato Yellow Curl Virus 8
Gambar 2. 4 Leaf Mold 9
Gambar 2. 5 Arsitektur CNN 10
Gambar 2. 6 Arsitektur NASNet Mobile 11
Gambar 2. 7 Kerangka Berpikir 17
Gambar 3. 1 Daun tomat 21
Gambar 3. 2 Prosedur Penelitian 25
Gambar 3. 3 Daun Sehat 26
Gambar 3. 4 Daun terkena Septoria Leaf Spot 27
Gambar 3. 5 Daun terkena Tomato Yellow Leaf Curl Virus 27
Gambar 3. 6 Daun terkena Leaf Mold 27
Gambar 3. 7 Diagram Use Case 31
Gambar 3. 8 Activity Diagram 32
Gambar 3. 9 Sequence Diagram 33
Gambar 3. 10 Class Diagram 34
Gambar 3. 11 Menu Splash Screen 35
Gambar 3. 12 Menu Utama 36
Gambar 3. 13 Menu Hasil Deteksi 37
Gambar 4. 1 Menu Spash Screen 45
Gambar 4. 2 Menu Utama 46
Gambar 4. 3 Menu Hasil Deteksi 47
Gambar 4. 4 Menu Cara Pengobatan 48
Gambar 4. 5 Menu Jenis Penyakit 49
Gambar 4. 6 Grafik Hasil Akurasi 58
Gambar 4. 7 Grafik Hasil Precision 59
Gambar 4. 8 Grafik Hasil Recall 60
Gambar 4. 9 Grafik Hasil F1-score 61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Confusion Matrix 13
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....23
Tabel 3. 2 Class Diagram 34
Tabel 3. 3 Evaluasi Model.....41
Tabel 4. 1 White Box Testing.....52
Tabel 4. 2 Black Box Testing 53
Tabel 4. 3 Data Eksperimen 53
Tabel 4. 4 Hasil Akurasi 55
Tabel 4. 5 Hasil Precision.....55
Tabel 4. 6 Hasil Recall 56
Tabel 4. 7 Hasil F1-score 56

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Desa Kepung mempunyai potensi yang besar dalam bidang peternakan dan pertanian. Tanaman tomat merupakan salah satu sumber pendapatan utama bagi Masyarakat khususnya daerah Kepung (Wati, 2024). Pada tanaman tomat menjadi salah satu sektor penting terutama di wilayah Kepung. Namun di Daerah Kepung masalah terhadap penyakit pada daun tomat sering kali mengancam hasil panen dan kualitas produk. Penyakit seperti bercak daun dan busuk daun dapat menyebar dengan cepat. Deteksi dini menjadi sangat penting untuk mencegah kerugian yang lebih besar. Kondisi ini mendorong perlunya solusi untuk membantu petani dalam mengidentifikasi kesehatan tanaman mereka secara tepat waktu (Pancono, 2024).

Beberapa penelitian telah dilakukan mengenai deteksi penyakit daun tomat, beberapa diantaranya oleh Kahlil Muchtar, dkk. (2021), Melakukan klasifikasi dengan metode pembelajaran *deep learning* berbasis *Raspberry Pi*. Pada penelitian Chrisno R. Kotta, dkk. (2022) melakukan penelitian dengan model CNN untuk mendeteksi berbagai penyakit pada daun tomat dengan menggunakan arsitektur Sequential.

NASNet-Mobile adalah salah satu arsitektur CNN, arsitektur *NASNet-Mobile* memberikan pendekatan yang lebih maju melalui *Neural Architecture Search (NAS)*. Pendekatan ini memungkinkan pencarian otomatis berdasarkan dataset yang digunakan. *NASNet-Mobile* dirancang dengan blok reguler dan pengurangan yang dapat diulang secara bersamaan dapat mengoptimalkan akurasi. Dalam penerapan deteksi penyakit daun tomat, *NASNet-Mobile* berpotensi mencapai akurasi yang tinggi apabila digunakan pada dataset dengan variasi gambar yang kompleks. Keunggulan ini menjadikan *NASNet-Mobile* sebagai pilihan menarik untuk membantu petani dalam mendeteksi penyakit daun tomat, sehingga mengurangi dampak keterbatasan data dan sumber daya.

Sudah dilakukan riset awal dengan membandingkan beberapa algoritma, diantaranya *Sequential, AlexNet, MobileNet,* dan *Raspberry Pi*, menggunakan dataset citra daun tomat yang diperoleh dari sampel penyakit daun tomat di daerah Kepung. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa algoritma *NASNet-Mobile* memiliki performa yang paling tinggi, yaitu 70,61%, dibandingkan model lain seperti *Sequential*(56,88%)*, AlexNet*(18,29%)*,* dan *MobileNet*(54,69%). Namun, dalam pelatihan ini, dataset yang digunakan belum sepenuhnya lengkap untuk keseluruhan data yang tersedia.

Sebagai solusi untuk masalah ini, penelitian ini menawarkan sistem deteksi penyakit daun tomat dengan menggunakan metode *Convulution Neural Network (CNN)* dengan arsitektur *NASNet-Mobile*. Dengan memanfaatkan teknologi ini, diharapkan sistem dapat menganalisis gambar daun tomat dan mengidentifikasi adanya penyakit secara otomatis. Selain itu, sistem ini akan diintegrasikan ke dalam aplikasi mobile, sehingga petani dapat dengan mudah memonitor kesehatan tanaman tomat, dan memungkinkan petani untuk mengambil tindakan cepat dan tepat dalam pengelolaan tanaman.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan pada Latar Belakang yang telah dijelaskan, dapat diidentifikasi masalah, sebagai berikut:

1. Penyakit pada daun tomat sering kali mengancam hasil panen dan kualitas produk.
2. Deteksi dini menjadi sangat penting untuk mencegah kerugian panen yang lebih besar.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang dan Identifikasi Masalah dapat dirumuskan masalah, sebagai berikut :

1. Bagaimana mengimplementasikan *NASNet-Mobile* dalam mengidentifikasi jenis-jenis penyakit daun tomat?
2. Bagaimana performa model CNN dalam mendeteksi penyakit daun tomat?

D. Batasan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang dan Identifikasi Masalah terdapat batasan masalah, sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya akan fokus pada empat jenis penyakit tanaman tomat yang dideteksi, yaitu *Healty* (Sehat), *Septoria leaf spot* (Bercak Daun Septoria), *Tomato Yellow Leaf Curl Virus* (Virus Keriting Daun Kuning Tomat), dan *Leaf_Mold* (Jamur Daun) .
2. Alat yang digunakan untuk pengambilan gambar dataset *private* adalah Kamera HP dengan minimum 13 MP.
3. Dalam dataset menggunakan 2 dataset, yaitu dataset *private* (data yang diambil sendiri) dan data *public* (*Kaggle*) dengan menggunakan *background* dan format *.jpeg; .jpg; .png.*
4. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Kepung, Kecamatan Kepung, Kabupaten Kediri, yang akan menjadi lokasi fokus untuk mengumpulkan data dan menguji aplikasi.
5. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari gambar daun tomat yang akan diambil langsung dari lapangan.
6. Jenis tomat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *Tomat Servo F1*.
7. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *Convolution Neural Network (CNN)* dengan aksitektur *NASNet-Mobile*.

8. Aplikasi yang dikembangkan dalam penelitian ini akan difokuskan pada *platfrom mobile* (Android) dengan menggunakan bahasa pemrograman java.
9. Pengujian performa model CNN akan dilakukan menggunakan metrik evaluasi.

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan Latar Belakang dan Identifikasi Masalah yang telah dijelaskan. terdapat tujuan penelitian, sebagai berikut :

1. Untuk mengimplementasikan *NASNet-Mobile* dalam mengidentifikasi jenis penyakit pada daun tomat.
2. Untuk mengukur performa model CNN dalam mendeteksi penyakit daun tomat dengan menggunakan metrik evaluasi yang relevan.

F. Manfaat dan Kegunaan Penilitian

Berdasarkan Latar Belakang dan Identifikasi Masalah terdapat manfaat dan kegunaan penelitian, sebagai berikut :

1. Manfaat Bagi Peneliti

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam Pengembangan teknologi deteksi dini penyakit daun tomat berbasis *deep learning*, khususnya *Convolutional Neural Network (CNN).* Peneliti dapat meningkatkan pemahaman mengenai penerapan CNN di bidang pertanian dan mempelajari cara memaksimalkan potensi teknologi ini untuk membantu memecahkan permasalahan di bidang ini.

2. Manfaat Bagi Penulis

Penelitian ini memperluas pengetahuan penulis dalan mengembangkan aplikasi mobile yang menggunakan kecerdasan buatan untuk mendeteksi penyakit daun pada tanaman tomat. Selain itu,

penulis akan mendapatkan pengalaman dalam menggabungkan teknologi pertanian dengan solusi digital berbasis *platfrom Android*.

3. Manfaat Bagi Pembaca

Penelitian ini memberikan wawasan kepada pembaca mengenai penerapan teknologi kecerdasan buatan, khususnya *Convolution Neural Network (CNN)*, dalam sektor pertanian dan pembaca dapat memahami teknologi ini digunakan untuk mendeteksi penyakit daun tomat.

4. Manfaat Bagi Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi petani tomat dan Masyarakat luas dengan menyediakan alat yang mudah digunakan untuk deteksi dini penyakit daun tomat. Aplikasi ini memungkinkan Masyarakat khususnya petani untuk meningkatkan produktivitas pertanian dan meminimalkan kerugian akibat serangan penyakit, serta turut mendorong penggunaan teknologi dalam aktivitas pertanian yang lebih modern.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori dan Penelitian Terdahulu

1. Landasan Teori

a. Tomat

Tomat merupakan tanaman yang populer dan terkenal. Nama ilmiah tumbuhan ini adalah *Solanum Lycopersicum.* Tomat merupakan tanaman yang sering kita lihat sehari-hari, buahnya sering dijadikan bahan dasar olahan masakan seperti jus dan saus. Namun tomat sering kali dimakan mentah. Mengingat pentingnya tomat dalam kehidupan sehari-hari (Lubis, 2020). Tomat bermacam-macam, ada yang sebesar telur puyuh dan ada pula yang sebesar telur angsa. Warnanya pun beragam mulai dari merah, kuning, oranye, hijau, dan coklat.

Sebagai sumber vitamin, tomat kaya akan vitamin C yang bermanfaat untuk menaikkan kekebalan tubuh dan mengobati berbagai macam penyakit. Sebagai sumber mineral, tomat mengandung zat besi yg bermanfaat buat pembentukan sel darah merah atau hemoglobin. Tomat pula mengandung serat buat membantu penyerapan kuliner pada pencernaan dan mengandung potasium yg berguna buat menurunkan tekanan darah tinggi (Supriati, 2015).

b. Penyakit Daun tomat

Daun berwarna hijau dan merupakan daun majemuk ganjil yang berjumlah 5–7 helai. Panjang daun sekitar 15–30 cm dengan panjang tangkai sekitar 3–6 cm. Di antara daun yang berukuran besar biasanya tumbuh 1–2 daun yang berukuran kecil (Endah & Ami, 2021). Daun tomat memiliki peran penting dalam proses fotosintesis dan merupakan indikator awal adanya penyakit. Ciri-ciri penyakit daun tomat sering kali berupa bercak, perubahan warna, dan kelainan bentuk yang dapat dideteksi.

Adapun beberapa jenis penyakit pada daun tanaman tomat, yaitu *yellow leaf curl virus, potato virus y, tomato mozaik virus,* bercak daun (*Septoria leaf spot*), *bacterial spot, target spot,* bercak kering alternaria (*early blight*), busuk daun (*late blight*), daun berjamur (*leaf mold*), dan berasal dari gigitan serangga (*two-spot spider mite*) (Melason, 2020).

Pada penelitian ini menggunakan hanya menggunakan 4 jenis penyakit daun tomat, yaitu:

1) *Healty* (Sehat)

Gambar 2. 1 Daun Sehat
(Panjaitan, 2024)

Healty (Sehat) memiliki ciri-ciri daun hijau segar tanpa bercak, keriting, atau gejala lainnya. Tanaman tumbuh dengan baik, tidak ada tanda layu. Permukaan daun rata dan tekstur daun tidak berubah. Dan produksi buah normal.

2) *Septoria leaf spot* (Bercak Daun Septoria)

Septoria leaf spot (Bercak Daun Septoria) memiliki ciri-ciri muncul bercak kecil berwarna cokelat keabu-abuan pada daun, bercak memiliki bagian tengah yang terang, dan daun yang terkena akan menguning, kering, dana rontok lebih cepat.

Septoria Leaf Spot

Gambar 2. 2 *Septoria Leaf Spot*

(Panjaitan, 2024)

Penyebab *Septoria leaf spot* (Bercak Daun Septoria) adalah Jamur *Septoria lycopersici* dan penyakit menyebar melalui air, angin, atau sisa tanaman yang terinfeksi. Dampak pada *Septoria leaf spot* (Bercak Daun Septoria) adalah dapat mengurangi luas daun yang sehat untuk fotosintesis dan dapat terjadi penurunan hasil panen karena kesehatan tanaman terganggu.

3) *Tomato Yellow Leaf Curl Virus* (Virus Keriting Daun Kuning Tomat)

Yellow Leaf Curl Virus

Gambar 2. 3 *Tomato Yellow Curl Virus*

(Panjaitan, 2024)

Tomato Yellow Leaf Curl Virus memiliki ciri-ciri daun menguning dan melengkung ke atas, pertumbuhan tanaman terhambat, produksi bunga menurun sehingga buah yang dihasilkan sedikit, dan muncul pola kuning di permukaan daun. Penyebab penyakit *Tomato*

Yellow Leaf Curl Virus adalah virus yang ditularkan oleh serangga *Bemisia tabaci* (Kutu putih). Dampak yang dihasikan *Tomato Yellow Leaf Curl Virus* adalah penurunan hasil panen yang signifikan terutama pada saat tanaman masih muda.

4) *Leaf_Mold* (Jamur Daun)

Gambar 2. 4 *Leaf Mold*
(Panjaitan, 2024)

Leaf_Mold (Jamur Daun) memiliki ciri-ciri bagian bawah pada daun muncul bercak berwarna kuning kehijauan hingga cokelat, penyakit ini sering disertai lapisan abu-abu atau ungu berupa spora jamur, dan daun yang terinfeksi berat akan menguning, rontok, dan mati. Penyebab penyakit *Leaf_Mold* (Jamur Daun) adalah jamur *Cladosporium fulvum* yang ada pada lingkungan yang lembab dan suhu hangat. Dampaknya adalah penurunan fotosintesis dan kesehatan tanaman.

c. Pengolahan Citra

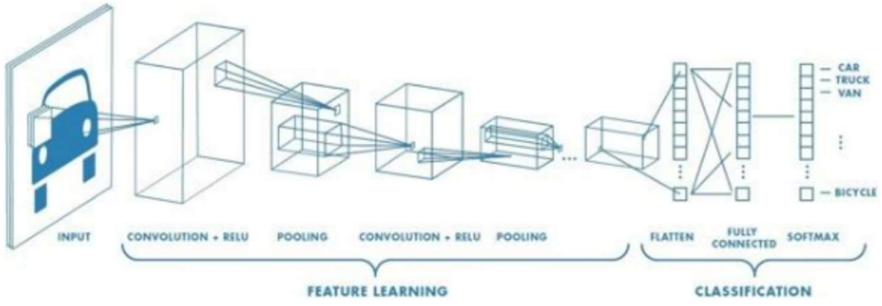
Citra Digital (*Citra Raster*) adalah representasi numerik dari citra dua dimensi yang direpresentasikan umumnya adalah nilai biner 8-bit. Nilai biner ini disimpan dalam elemen citra yang disebut pixel. Citra digital mengandung pixel dengan jumlah baris dan kolom yang tetap. Pixel adalah pixel terkecil dalam gambar digital. Pixel disimpan dalam memori

komputer sebagai map raster, yaitu array dua dimensi bertipe integer (Asmara, 2018).

Pengolahan Citra digital adalah ilmu yang mempelajari hal-hal berkaitan dengan perbaikan kualitas terhadap suatu gambar, transformasi gambar, melakukan pemilihan citra ciri (*feature images*) yang optimal untuk tujuan analisis (Munantri, 2019).

d. *Convolutional Neural Network (CNN)*

Convolutional Neural Network (CNN) adalah algoritma Jaringan saraf tiruan yang biasa digunakan untuk melakukan klasifikasi maupun pengenalan objek pada data berupa gambar (Abdillah, 2022). CNN memiliki proses kerja yang sama dengan *Artificial Neural Network (ANN)* yang menggunakan sistem otak manusia, namun setiap neuron CNN direpresentasikan dalam dua dimensi. CNN memiliki arsitektur jaringan yang terdiri dari puluhan hingga ratusan lapisan. CNN memproses gambar melalui lapisan jaringan dan menghasilkan keluaran di kelas tertentu (Setiawan, 2021). Dalam CNN, data yang dikirim melalui jaringan dikirim dua arah, sehingga perilaku linier parameter bobot berbeda dengan perilaku linier CNN. CNN menggunakan operasi konvolusi untuk operasi linier. Bobotnya berbentuk 4 dimensi, yang merupakan kernel konvolusi (Rasidi, 2022).



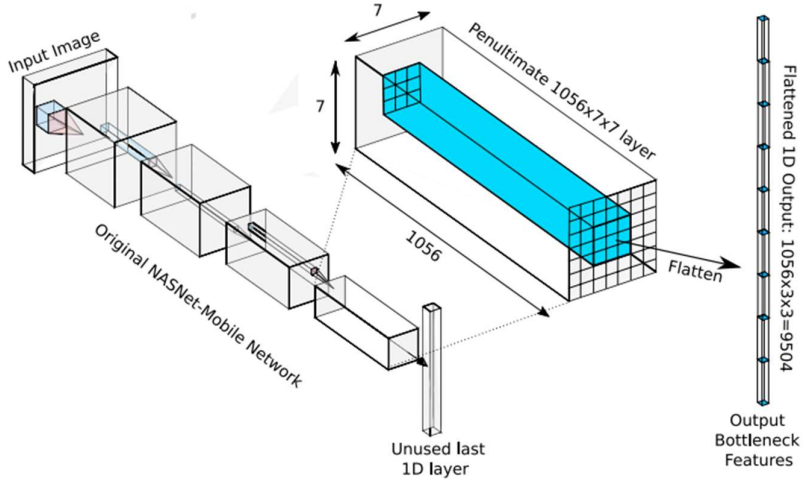
Gambar 2. 5 Arsitektur CNN

(Panjaitan, 2024)

Arsitektur gambar CNN terdiri dari beberapa lapisan utama. yaitu input, *convolutional layer* untuk mengekstrak fitur lokal seperti tepi dan tekstur, *Rectified Linear Unit (ReLU)* sebagai fungsi aktivasi untuk menghilangkan nilai negatif, *Pooling layer* untuk mengurangi dimensi data sambil mempertahankan informasi penting, *Flatten* untuk meratakan data 2D menjadi vector 1D*, Fully Connected* untuk mengintegrasikan semua fitur*,* dan *Softmax layer* untuk menentukan probabilitas kelas (Panjaitan, 2024).

e. *NASNet-Mobile*

NASNet-Mobile adalah jaringan saraf konvolusional yang sudah dilatih dalam lebih menurut satu juta gambar tidak selaras menurut dataset *Imagenet*. Hasilnya, model memiliki dan mempelajari representasi fitur mendalam untuk berbagai macam gambar (Woungang, 2022). Pada lapisan konvolusional yang disebut sel untuk menyelesaikan masalah klasifikasi pada kumpulan data CIFAR10 dan beberapa tumpukan sel digunakan untuk menyelesaikan maslah klasifikasi *ImageNet* (Amrulloh, 2022).



Gambar 2. 6 Arsitektur *NASNet Mobile*
(Hill dkk, 2020)

Arsitektur *NASNet Mobile* terdiri dari beberapa tahapan, yaitu input, *Original NASNet-Mobile Network* merupakan model *NASNet-Mobile* terdiri dari beberapa blok konvolusional yang dioptimalkan untuk hasil akurasi. Dalam arsitektur ini, beberapa lapisan awal dan tengah bertugas untuk mengekstraksi fitur dasar dari gambar masukan, seperti pola, tekstur, dan bentuk. *Penultimate Layer* adalah lapisan yang berada sebelum lapisan akhir yang biasanya digunakan untuk klasifikasi. Ukuran lapisan ini adalah 1056 saluran dengan dimensi spasial 7×7. Fitur pada lapisan ini mewakili fitur gambar dengan resolusi lebih rendah, namun dengan kedalaman fitur lebih tinggi. *Flattening* adalah lapisan *penultimate* dengan panjang 1056 × 7 × 7 diubah menjadi vektor 1D melalui operasi *flattening*. Proses ini mengubah data dalam format spasial menjadi format linier untuk digunakan lebih lanjut.

Unused Last 1D Layer adalah lapisan terakhir *NASNet-Mobile* default (biasanya digunakan untuk klasifikasi) tetapi tidak digunakan dalam arsitektur ini. Sebagai gantinya, fitur yang diambil berasal dari lapisan *penultimate*, yang memberikan representasi fitur *bottleneck*. *Output Bottleneck Features* merupakan Vektor hasil flattening (1056 × 7 × 7) menjadi representasi fitur yang disebut sebagai *bottleneck features*. Fungsi-fungsi ini dapat digunakan sebagai input ke berbagai model dan algoritma lain, seperti SVM untuk klasifikasi, atau sebagai masukan ke model kustom (Hill, 2020).

f. *Confusion Matrix*

Confusion matrix merupakan bagian dari *Machine learning* yang mempelajari data yang ada & megelompokkannya menjadi data baru dengan memberikan hasil *output* dengan variable yang bersifat kategorial *Nominal* atau *Ordinal* (Rahmaddeni dkk, 2024). *Confusion matrix* merupakan matrik 2 dimensi yang mendeskripsikan perbandingan antara hasil prediksi dengan kenyataan.

Jika nilai prediksi benar dan nilai sebenarnya benar, maka disebut *True Positive* (TP). Jika nilai prediksi benar dan nilai sebenarnya salah, maka disebut *False Positive* (FP). Jika nilai prediksi salah dan nilai sebenarnya benar, maka disebut *False Negative* (FN). Jika nilai prediksi salah dan nilai sebenarnya salah, maka disebut *True Negative* (TN). Hasil yang baik dilihat dari nilai diagonal dari kiri atas (TP) ke kanan bawah (TN) yang tinggi, dan diagonal dari kiri bawah (FP) ke kanan atas (FN) yang rendah (Saifudin, 2022).

Tabel 2. 1 *Confusion Matrix*

Kelas		Nilai sebenarnya	
		Benar	Salah
Nilai Prediksi	Benar	TP (*True Positive*)	FP (*False Positive*)
	Salah	FN (*False Negative*)	TN (*True Negative*)

1) Akurasi

Akurasi adalah parameter evaluasi untuk menguji akurasi dan tingkat kepercayaan model dalam mengkalasifikasikan terhadap data baru (Yudianto, 2020).

$$Akurasi = \frac{(TP+TN)}{(TP+FP+FN+TN)} \quad \text{.....(2.1)}$$

2) *Precision*

Precision adalah persentase dari kelas data buruk yang dikelaskan dengan benar dan kelas yang seharusnya termasuk kelas data baik tetapi dikelaskan sebagai kelas data buruk (Romadloni dkk, 2019).

$$Precision = \frac{TP}{(TP+FP)} \quad \text{.....(2.2)}$$

3) *Recall*

Recall adalah persentase antara data kelas data buruk yang dikelaskan dengan benar dan data kelas data buruk yang salah diprediksi ke kelas data baik (Romadloni dkk, 2019).

$$Recall = \frac{TP}{(TP+FN)} \quad \text{.....(2.3)}$$

4) *F1-score*

F1-score adalah ukuran suatu kinerja yang mempertimbangkan presisi maupun recall untuk menghitung skor (Sugiarto dkk, 2018).

$$F1 - Score = \frac{(2\ x\ recall\ x\ presisi)}{(recall + presisi)} \quad \text{.....(2.4)}$$

2. Kajian Pustaka

Kajian Pustaka adalah mengkaji pemikiran dan temuan yang terkandung dalam artikel, buku, makalah, dan penelitian terkait untuk menghasilkan informasi ilmiah (Azizah, 2022). Maka untuk membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terdapat beberapa penelitian terlebih dahulu yaitu :

Dalam jurnal Fadzila, dkk (2021) yang berjudul "*Proses Ekstraksi dan Klasifikasi Citra Emosi Menggunakan Metode PCA dan CNN*". Proses penelitian ini melibatkan penggunaan metode *Principal Component Analysis (PCA)* untuk ekstraksi ciri dari citra

ekspresi wajah dan metode *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk klasifikasi emosi. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dari *Facial Expression Recognition*-2013 (FER-2013), yang mencakup enam emosi berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang digunakan dapat menghasilkan nilai akurasi yang signifikan dalam pengenalan emosi wajah, meskipun terdapat tantangan seperti *overfitting* yang diatasi dengan teknik data augmentasi dan *dropout*.

Penelitian Kahlil Muchtar, dkk (2021) yang berjudul "*Pendeteksian Septoria pada Tanaman Tomat dengan Metode Deep Learning berbasis Rasberry Pi*". Proses penelitian melibatkan penggunaan metode pembelajaran *deep learning* dengan *model InceptionV3* untuk mendeteksi penyakit bercak daun septoria pada tanaman tomat. Sistem yang dibangun menggunakan perangkat keras berbasis *Raspberry Pi* dan memanfaatkan citra daun sebagai input untuk proses deteksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi penyakit dengan akurasi yang baik. Berdasarkan pengujian terhadap 30 sampel daun tomat. Penggunaan sistem pendeteksian dapat memudahkan deteksi dini penyakit bercak daun septoria secara otomatis, sehingga dapat meminimalisir kerugian dalam produksi tomat.

Pada penelitian Hendriyana, dkk (2022) yang berjudul "*Identifikasi Jenis Kayu Menggunakan Convolutional Neural Network dengan Arsitektur Mobilenet*". Proses penelitian dimulai dengan pengambilan data citra anatomi kayu yang dikumpulkan menggunakan smartphone, di mana dataset terdiri dari 1000 citra untuk 10 jenis kayu. Data tersebut kemudian dibagi menjadi data *training* dan validasi untuk membangun model CNN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model yang dibangun mampu mengidentifikasi jenis kayu dengan akurasi yang signifikan, memberikan kontribusi penting dalam bidang identifikasi kayu dan pemanfaatan teknologi dalam pengenalan citra.

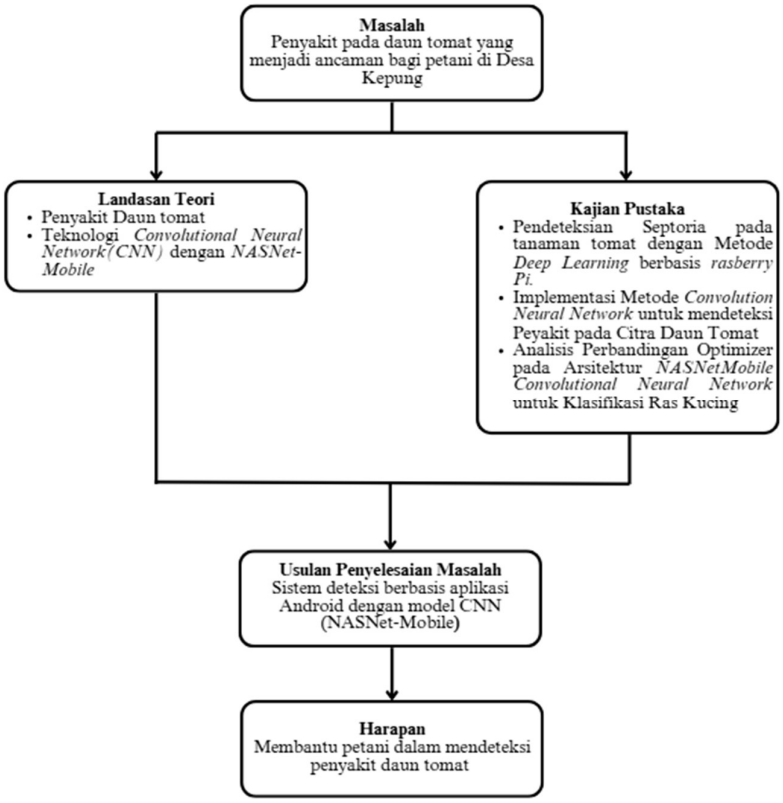
Penelitian Chrisno R. Kotta, dkk (2022) yang berjudul "*Implementasi Metode Convolutional Neural Network untuk Mendeteksi Penyakit pada Citra Daun Tomat*". Proses penelitian ini melibatkan beberapa tahap, mulai dari pengambilan citra daun tomat dari dataset, resizing citra menjadi ukuran 64 x 64 pixel, pelabelan dataset, hingga pembagian data menjadi 85% untuk *training*, 10% untuk validasi, dan 5% untuk pengujian. Model CNN kemudian dilatih, diuji, dan dievaluasi untuk mengidentifikasi penyakit dengan akurasi yang tinggi. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa model CNN yang dikembangkan mampu mendeteksi berbagai penyakit pada daun tomat dengan tingkat akurasi yang memuaskan, serta dapat diimplementasikan dalam aplikasi berbasis Android untuk memudahkan pengguna dalam mendeteksi penyakit tanaman secara *real-time*.

Dalam penelitian Fajaryanto Cobantoro, dkk (2023) yang berjudul "*Eformance Analysis of Alexnet Cnovolutional Neural Network (CNN) Architecture With Image Objects of Rice Plant Leaves*". Proses penelitian dilakukan dengan menggunakan arsitektur *AlexNet* untuk mengklasifikasikan jenis penyakit pada daun tanaman padi, yang terdiri dari empat kelas: *Brownspot, Leafblast, Hispa,* dan *Healthy*. Dataset yang digunakan merupakan data publik dari *Kaggle*, dengan total 1.600 citra yang dibagi menjadi dataset *training*, *testing*, dan validasi dengan perbandingan 70:20:10. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model yang dibangun berhasil dalam mengidentifikasi dan mengklasifikasikan penyakit pada daun padi, serta memberikan kontribusi signifikan terhadap pengelolaan pertanian yang lebih baik.

Penelitian D. Diffran Nur Cahyo, dkk (2022) yang berjudul "*Analisis Perbandingan Optimizer pada Arsitektur NASNetMobile Convolutional Neural Network untuk Klasifikasi Ras Kucing*". Proses penelitian ini menggunakan penggunaan arsitektur *NASNet-Mobile* dengan berbagai optimizer, yaitu *Adam, Adamax, Nadam, SGD,* dan *RMSprop*, untuk mengklasifikasikan ras kucing berdasarkan dataset yang terdiri dari 840 gambar yang dibagi menjadi empat kelas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemilihan arsitektur dan optimizer yang tepat sangat berpengaruh terhadap kinerja model klasifikasi, serta memberikan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya agar dapat memperbaiki model yang ada dengan menambahkan lebih banyak kelas dan gambar dalam dataset.

B. Kerangka Berpikir



Gambar 2. 7 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir dimulai dengan masalah utama yang diidentifikasi adalah penyakit daun tomat yang dapat mengancam hasil panen petani. Untuk mengatasi hal ini, Landasan Teori mencakup dua aspek utama, yaitu pengetahuan tentang penyakit daun tomat dan teknologi *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur *NASNet-Mobile* sebagai pendekatan solusi. Kajian Pustaka mendukung pendekatan ini dengan meninjau beberapa penelitian terkait, seperti penggunaan metode *deep learning* untuk mendeteksi Septoria, implementasi CNN untuk mendeteksi penyakit pada citra daun tomat, serta analisis perbandingan optimizer pada arsitektur *NASNet-Mobile*. Berdasarkan masalah dan kajian pustaka, usulan solusi yang diajukan adalah sistem deteksi penyakit berbasis aplikasi Android yang menggunakan model CNN *NASNet-Mobile*. Harapannya, aplikasi ini dapat membantu petani dalam

mendeteksi penyakit daun tomat2, sehingga meminimalkan kerugian akibat penyakit tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Anggun Pratiwi, A. F. (2024). IMPLEMENTATION OF DEEP LEARNING ON FLOWER CLASSIFICATION USING CNN METHOD. *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, 487-495.

Anif Mukaromah Wati, E. N. (2024). Pemanfaatan Limbah Peternakan dan Pertanian sebagai Bahan Baku Pupuk Organik di Kecamatan Kepung, Kabupaten Kediri. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*, 616-625.

Cobantoro, A. F., Masykur, F., & Sussolaikah, K. (2023). Erformance Analysis of Alexnet Convolutional Neural Network (Cnn) Architecture With Image Objects of Rice Plant Leaves. *JITK (Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Komputer)*, *8*(2), 111–116. https://doi.org/10.33480/jitk.v8i2.4060

Eliyani, Dwi Shulichantini, E., & Shindi Anggraini. (2022). Uji Efektivitas Pupuk Hayati Mikoriza terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat (Lycopersicum esculentum Mill). *Agroekoteknologi Tropika Lembab*, *5(1)*, 56–64.

Endah, S., & Ami, K. (2021). *Pemuliaan tomat*. Penerbit Agro Edukasi.

Hendriyana, H., & Yazid Hilman Maulana. (2020).Identification of Types of Wood using Convolutional Neural Network with Mobilenet Architecture. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, *4*(1), 70–76. https://doi.org/10.29207/resti.v4i1.1445

Kotta, C. R., Paseru, D., & Sumampouw, M. (2022). Implementasi Metode Convolutional Neural Network untuk Mendeteksi Penyakit Pada Citra Daun Tomat. *Jurnal Pekommas*, *7*(2), 123–132. https://doi.org/10.56873/jpkm.v7i2.4961

Lubis, E. R. (2020). *Bercocok tanam tomat untung melimpah*. Bhuana Ilmu Populer.

Muchtar, K., Chairuman, Yudha Nurdin, & Afdhal Afdhal. (2021). Pendeteksian Septoria pada Tanaman Tomat dengan Metode Deep Learning berbasis Raspberry Pi. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, *5*(1), 107–113. https://doi.org/10.29207/resti.v5i1.2831

Nining Putri Ningsih, E. S. (2022). KLASIFIKASI PENYAKIT EARLY BLIGHT DAN LATE BLIGHT PADA TANAMAN TOMAT BERDASARKAN CITRA DAUN MENGGUNAKAN METODE CNN BERBASIS

WEBSITE. *Jurnal Kecerdasan Buatan dan Teknologi Informasi (JKBTI)*, 27-35.

Nur Cahyo, D. D., Anwar Fauzi, M., Tri Nugroho, J., & Kusrini, K. (2023). Analisis Perbandingan Optimizer pada Arsitektur NASNetMobile Convolutional Neural Network untuk Klasifikasi Ras Kucing. *Jurnal Teknologi*, *15*(2), 171–177. https://doi.org/10.34151/jurtek.v15i2.4025

Rahmaddeni, S. K. M. K., Denok Wulandari, S. K. M. K., Renova, M., Gilang Ramadhan, A. M., & Sari, R. (2024). *Machine Learning*. Serasi Media Teknologi. https://books.google.co.id/books?id=owoOEQAAQBAJ

Rendra Soekarta, N. N. (2023). Klasifikasi Penyakit Tanaman Tomat Menggunakan Metode Convolutional Neural Network(CNN). *INSECT*, 143-151.

Romadloni, N. T., Santoso, I., & Budilaksono, S. (2019). Perbandingan Metode Naive Bayes, Knn Dan Decision Tree Terhadap Analisis Sentimen Transportasi Krl Commuter Line. *Jurnal IKRA-ITH Informatika: Jurnal Komputer Dan Informatika*, *3*(2), 1–9.

Rosa Andrie Asmara, S. T. M. T. D. E. (2018). *Pengolahan Citra Digital: Pengolahan Citra Digital*. UPT Percetakan dan Penerbitan Polinema. https://books.google.co.id/books?id=HS5yDwAAQBAJ

Saifudin, A. (2022). *LEVEL DATA DAN ALGORITMA UNTUK PENANGANAN KETIDAKSEIMBANGAN KELAS*. Pascal Books. https://books.google.co.id/books?id=MG6dEAAAQBAJ

Setiawan, W. (2021). *Deep Learning menggunakan Convolutional Neural Network: Teori dan Aplikasi*. Media Nusa Creative (MNC Publishing). https://books.google.co.id/books?id=sE9LEAAAQBAJ

Sugiarto, W., Kristian, Y., & Setyaningsih, E. R. (2018). Estimasi Arah Tatapan Mata Menggunakan Ensemble Convolutional Neural Network. *Teknika*, *7*(2), 94–101. https://doi.org/10.34148/teknika.v7i2.126.

Supriati, Y., & Siregar, F. D. (2015). *Bertanam Tomat dalam Pot dan Polibag*. Penebar Swadaya.

Suharyadi Pancono, N. I. (2024). Pemantauan dan Deteksi Penyakit Daun Tomat Berbasis IoT dan CNN dengan Aplikasi Android. *Indonesian Journal of Computer Science*, 4692-4709.

Upadhyay, A., Chandel, N. S., Singh, K. P., Chakraborty, S. K., Nandede, B. M., Kumar, M., Subeesh, A., Upendar, K., Salem, A., & Elbeltagi, A. (2025). Deep learning and computer vision in plant disease detection: a

comprehensive review of techniques, models, and trends in precision agriculture. *Artificial Intelligence Review*, *58*(3). https://doi.org/10.1007/s10462-024-11100-x

Yuyun Hana Natbais, A. B. (2023). Aplikasi Deteksi Penyakit pada Daun Tomat Berbasis Android Menggunakan Model Terlatih. *TEKNOTAN*, 84-90.