

**KLASIFIKASI TINGKAT KEMATANGAN BUAH PEPAYA  
MENGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*  
(CNN)**

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Program Strata-1 Pada  
Jurusan Teknik Informatika



Oleh :

Della Susanti

NIM : 09021182126001

**Jurusan Teknik Informatika  
ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2025**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**KLASIFIKASI TINGKAT KEMATANGAN PEPAYA  
MENGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*  
(CNN)**

Oleh :

Della Susanti  
NIM : 09021182126001

Palembang, 3 Januari 2025

Pembimbing I



Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D.  
NIP. 197802232006042002

Pembimbing II



Mastura Diana Marieska, M.T.  
NIP. 198603212018032001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Hadipurnawan Satria, M.Sc., Ph.D.  
NIP. 198004182020121001

## TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF SKRIPSI

Pada hari Senin tanggal 30 Desember 2024 telah dilaksanakan ujian komprehensif skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya

Nama : Della Susanti

Nim : 09021182126001

Judul : Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pepaya Menggunakan  
*Convolutional Neural Network (CNN)*

dan dinyatakan **LULUS**

1. Ketua Penguji

Osvari Arsalan, M.T.

NIP. 198806282018031001



2. Penguji

Alvi Syahrini Utami, S.Si., M.Kom.

NIP. 197812222006042003



3. Pembimbing I

Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D.

NIP. 197802232006042002



4. Pembimbing II

Mastura Diana Marieska, M.T.

NIP. 198603212018032001



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Hadipurnawan Satria, M.Sc., Ph.D.  
NIP. 198004182020121001

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Della Susanti

NIM : 09021182126001

Program Studi : Teknik Informatika

Judul : Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pepaya Menggunakan  
*Convolutional Neural Network (CNN)*

Hasil pengecekan *Software iThencitace/Turnitin* : 12%

Menyatakan bahwa laporan Proyek saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapa pun.



Palembang, 20 Desember 2024



## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

“ Jadilah matahari bagi duniamu, yang terus bersinar meski awan mencoba menghalangi pergerakanmu”

“ Lawan dan hadapi ketakutan dalam dirimu, jangan takut gagal, karena gagal adalah guru yang membentuk dirimu untuk menjadi lebih baik”

“ Hiduplah dengan penuh syukur atas setiap anugerah yang diberikan, cintai dirimu sendiri, dan sebarkan kebaikan ke mana pun kau melangkah”

(Della Susanti)

### **Kupersembahkan karya tulis ini kepada :**

- Orang Tua, Saudara/i, dan keluargaku
- Dosen Pembimbing
- Teman-teman Seperjuangan
- Fakultas Ilmu Komputer
- Universitas Sriwijaya

## ABSTRACT

Image classification is a major challenge in the digital world, especially in the field of deep learning. so this research develops a classification system using Convolutional Neural Network (CNN) with five architectures namely GoogLeNet (InceptionV3), MobileNet, ResNet50, SqueezeNet, and Visual Geometry Group (VGG16) to classify papaya fruit. With the number of data for ripe papaya 267, unripe papaya 290, and rotten papaya 100, a total of 657 papaya fruit images were used. MobileNet test results showed the best performance with 100% training accuracy, 98.48% testing, 98% precision, 96% recall, and 97% F1-score. GoogLeNet achieved 99.44% training accuracy and 92% F1-score, while VGG16 obtained 88% accuracy and 86% F1-score. ResNet50 and SqueezeNet were less optimal with F1-score of 34% and 20% respectively. Based on this evaluation, MobileNet was declared as the best architecture for papaya fruit ripeness classification in this study because it was able to optimize the model with small data.

**Keyword:** Classification, Papaya, Convolutional Neural Network (CNN), GoogLeNet (InceptionV3), ResNet50, SqueezeNet, MobileNet, and VGG16.

## ABSTRAK

Klasifikasi gambar menjadi tantangan utama dalam dunia digital, terutama dalam bidang *deep learning*. sehingga penelitian ini mengembangkan sistem klasifikasi menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan lima arsitektur yaitu *GoogLeNet (InceptionV3)*, *MobileNet*, *ResNet50*, *SqueezeNet*, dan *Visual Geometry Group* (VGG16) untuk mengklasifikasi buah pepaya. Dengan jumlah data pepaya matang 267, pepaya mentah 290, dan pepaya busuk 100, total keseluruhan data yang digunakan 657 gambar buah pepaya. Hasil pengujian *MobileNet* menunjukkan performa terbaik dengan akurasi latih 100%, uji 98,48%, precision 98%, recall 96%, dan F1-score 97%. *GoogLeNet* mencapai akurasi latih 99,44% dan F1-score 92%, sedangkan VGG16 memperoleh akurasi 88% dan F1-score 86%. *ResNet50* dan *SqueezeNet* kurang optimal dengan F1-score masing-masing 34% dan 20%. Berdasarkan evaluasi tersebut, *MobileNet* dinyatakan sebagai arsitektur terbaik untuk klasifikasi tingkat kematangan buah pepaya dalam penelitian ini karena mampu mengoptimalkan model dengan data yang kecil.

**Kata Kunci** : Klasifikasi, Buah Pepaya, *Convolutional Neural Network* (CNN), *GoogLeNet (InceptionV3)*, *ResNet50*, *SqueezeNet*, *MobileNet*, dan *VGG16*.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pepaya Menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN)” ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata-1 di Fakultas Ilmu Komputer Program Studi Teknik Informatika, Universitas Sriwijaya.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa keberhasilan penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan apresiasi, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah Subhanahu Wa Ta’ala yang telah memberikan, kesehatan, kecerdasan, serta kelancaran sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini.
2. Nabi Muhammad Shallallahu ‘Alaihi wa salam yang telah memberikan jalan yang terang dan ilmu yang bermanfaat pada umatnya.
3. Orang tuaku, almarhum Papaku Edi Susanto yang telah mendidikku dengan baik, untuk Mamaku Ida Laila yang sudah menjadi wanita yang kuat dan bekerja keras selama ini untuk aku dan adik-adikku, dan untuk Ayah Muchtar, S.Sos. yang sudah menjadi ayah sambung yang baik untuk aku dan adik-adikku.
4. Dwi Salwa Dzakirah dan Aqila Sahra selaku adik penulis, serta keluarga besar yang telah memberikan dukungan dan doa untuk kelancaran dalam menyelesaikan skripsi ini.



5. Dr. M. Fachrurrozi, S.Si., M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
6. Hadipurnawan Satria, M.Sc., Ph.D. selaku Kepala Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
7. Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D. dan selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, perhatian, bimbingan, motivasi dan masukan yang membangun selama penyusunan skripsi ini.
8. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya yang telah banyak memberikan ilmu serta motivasinya selama masa perkuliahan.
9. Seluruh Staf Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya yang telah membantu dalam kelancaran proses administrasi dan akademik selama masa perkuliahan.
10. Seseorang dengan NIM 06061282126037 yang telah membantu banyak dalam proses penelitian ini, memberikan motivasi untuk terus semangat, mendengarkan keluh kesah, memberikan tawa, ceria dan selalu siap sedia disaat penulis membutuhkan bantuan, semoga rezekinya lancar dan sehat selalu.
11. Teman-teman seperjuangan ku khususnya TI Reg A, anggota grup jogging mania, robby, dzaki, tian, anhar, nisa, putri, dan angel yang telah berbagi keluh kesah, semangat, tawa, ceria, dan bantuan selama perkuliahan.
12. Rekan rekan terdekatku di fakultas Pertanian, FKM, dan Hukum yang tidak dapat kusebutkan satu persatu namanya.

13. Serta berbagai pihak yang penulis tidak bisa sebutkan satu persatu, hanya ucapan terima kasih dari lubuk hati yang paling dalam penulis haturkan dan semoga jasa yang diberikan menjadi amal kebaikan dibalas dengan setimpal oleh Allah SWT.

14. Dan terakhir, untuk diri sendiri. Terimakasih sudah bertahan sampai detik ini. Terimakasih sudah menepikan ego dan memilih untuk kembali bangkit dan menyelesaikan semua yang sudah dimulai, walau sering kali merasa putus asa atas apa yang diusahakan dan belum berhasil, namun terimakasih tetap menjadi manusia yang selalu mau berusaha dan tidak pernah lelah untuk mencoba kembali. Berbahagialah selalu dimanapun kamu berada kamu kuat, kamu hebat Della Susanti. Apapun kurang dan lebihmu mari merayakan diri sendiri.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini dimasa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang memerlukannya.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung penyusunan skripsi ini.

Indralaya, 17 Desember 2024

Della Susanti

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF SKRIPSI .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRACT .....	vi
ABSTRAK .....	viii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	I-1
1.1    Pendahuluan .....	I-1
1.2    Latar Belakang .....	I-1
1.3    Rumusan Masalah .....	I-5
1.4    Tujuan Penelitian.....	I-5
1.5    Manfaat Penelitian .....	I-6
1.6    Batasan Masalah.....	I-6
1.7    Sistematika Penulisan .....	I-7
1.8    Kesimpulan .....	I-8
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	II-1
2.1    Pendahuluan .....	II-1
2.2    Landasan Teori .....	II-1
2.2.1    Pepaya .....	II-1
2.2.2    Klasifikasi .....	II-3
2.2.3    Citra.....	II-4
2.2.4    Citra Digital.....	II-4
2.2.5    Citra Warna .....	II-5
2.2.6    Pengolahan Citra .....	II-5
2.2.7    Deep Learning.....	II-6
2.2.8    Convolutional Neural Network (CNN).....	II-7
2.2.9    GoogLeNet.....	II-8

2.2.10	MobileNet .....	II-10
2.2.11	SqueezeNet.....	II-10
2.2.12	ResNet-50.....	II-11
2.2.13	Visual Geometric Group 16 (VGG-16).....	II-12
2.2.14	Confusion Matrix .....	II-13
2.3	Rational Unified Process (RUP).....	II-14
2.4	Penelitian Lain Yang Relevan .....	II-16
2.5	Kesimpulan.....	II-17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>III-1</b>
3.1	Pendahuluan .....	III-1
3.2	Pengumpulan Data .....	III-1
3.2.1	Jenis dan Sumber Data .....	III-1
3.3	Tahap Penelitian .....	III-2
3.3.1	Mengumpulkan Data.....	III-3
3.3.2	Menentukan Kerangka Kerja Penelitian .....	III-4
3.3.3	Menentukan Alat Bantu Penelitian.....	III-7
3.3.4	Menentukan Kriteria Penelitian .....	III-7
3.3.5	Menentukan Format dan Penelitian .....	III-8
3.3.6	Melakukan Uji Penelitian.....	III-10
3.3.7	Melakukan Analisis Hasil Pengujian dan Kesimpulan Penelitian.....	III-11
3.4	Metode Pengembangan Perangkat Lunak.....	III-11
3.4.1	Inception.....	III-11
3.4.2	Elaboration .....	III-12
3.4.3	Construction .....	III-12
3.4.4	Transition .....	III-12
3.4.5	Manajemen Proyek Penelitian .....	III-13
3.5	Kesimpulan .....	III-15
<b>BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK.....</b>		<b>IV-1</b>
4.1	Pendahuluan .....	IV-1
4.2	Rational Unified Process (RUP).....	IV-1
4.2.1.	Fase insepasi .....	IV-1
4.2.1.1.	Pemodelan Bisnis.....	IV-1

4.2.1.2. Kebutuhan Fungsional dan Non-Fungsional .....	IV-2
4.2.1.3 Analisis dan Desain.....	IV-2
4.2.2.    Fase Elaborasi .....	IV-8
4.2.2.1. Pemodelan Bisnis.....	IV-8
4.2.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak.....	IV-11
4.2.2.3. Analisis dan Desain.....	IV-11
4.2.3.    Fase Kontruksi .....	IV-15
4.2.3.1. Class Diagram.....	IV-16
4.2.3.1. Implementasi Kelas Pada Class Diagram .....	IV-16
4.2.4.    Fase Transisi.....	IV-19
4.2.4.1. Pemodelan Bisnis.....	IV-19
4.2.4.2. Analisis dan Desain.....	IV-19
4.2.4.3. Implementasi.....	IV-20
4.3 Kesimpulan.....	IV-21
BAB V HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN .....	V-1
5.1    Pendahuluan .....	V-1
5.2    Data Hasil Penelitian.....	V-1
5.2.1 Hasil Klasifikasi Model Arsitektur GoogLeNet (InceptionV3).....	V-1
5.2.2 Hasil Klasifikasi Model Arsitektur <i>ResNet-50</i> .....	V-3
5.2.3 Hasil Klasifikasi Model Arsitektur <i>SqueezeNet</i> .....	V-4
5.2.4 Hasil Klasifikasi Model Arsitektur <i>MobileNet</i> .....	V-6
5.2.5 Hasil Klasifikasi Model Arsitektur <i>VGG-16</i> .....	V-8
5.3    Anlisis Hasil Penelitian .....	V-9
5.4    Kesimpulan .....	V-13
BAB VI PENUTUP .....	VI-1
6.1 Pendahuluan .....	VI-1
6.2 Kesimpulan.....	VI-1
6.3 Saran.....	VI-2
DAFTAR PUSTAKA .....	
LAMPIRAN.....	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar II- 1</b> Pepaya Matang (Lia Sisvita Dinarti, 2021) .....	II-2
<b>Gambar II- 2</b> Pepaya Mentah (Alberta, 2022) .....	II-3
<b>Gambar II- 3</b> Pepaya Busuk (Pratama Blog, 2020).....	II-3
<b>Gambar II- 4</b> Deep Learning (Dadang, 2018).....	II-6
<b>Gambar II- 5</b> Simple Neural Network dan Deep Learning Neural Network (Dadang, 2018).....	II-7
<b>Gambar II- 6</b> Kinerja Convolutional Neural Network (Haq et al., 2021) .....	II-8
<b>Gambar II- 7</b> Arsitektur GoogleLeNet Modul Inception (Arjun Sarkar, 2020) .	II-9
<b>Gambar II- 8</b> GoogLeNet Modul InceptionV3 (Brown dan Adam, 2021) .....	II-9
<b>Gambar II- 9</b> Arsitektur MobileNet (Dharmaputra et al., 2021) .....	II-10
<b>Gambar II- 10</b> Arsitektur SqueezeNet (Fernanda A Andalo, 2020) .....	II-11
<b>Gambar II- 11</b> Arsitektur ResNet50 (Budi Hartanto dan Teguh Susyanto, 2023) .....	II-12
<b>Gambar II- 12</b> Arsitektur VGG16 (Ken Ratri Retno Wardanni et al., 2023) ..	II-13
<b>Gambar II- 13</b> Rational Unified Process (Vernanda et al.,2022) .....	II-15
<b>Gambar III- 1</b> Tahap penelitian .....	III-3
<b>Gambar III- 2</b> Kerangka kerja penelitian .....	III-4
<b>Gambar IV- 1</b> Use Case Diagram .....	IV4
<b>Gambar IV- 2</b> Perancangan Antarmuka Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pepaya dengan Berbagai Arsitektur CNN.....	IV-10
<b>Gambar IV- 3</b> Perancangan Antarmuka Prediksi Tingkat Kematangan .....	IV-10
<b>Gambar IV- 4</b> Activity Diagram Klasifikasi Tingkat Kematangan .....	IV-12
<b>Gambar IV- 5</b> Activity Diagram Prediksi Tingkat Kematangan Buah Pepaya .....	IV-13
<b>Gambar IV- 6</b> Squence Diagram Klasifikasi Tingkat Kematangan.....	IV-14
<b>Gambar IV- 7</b> Squence Diagram Prediksi Tingkat Kematangan Buah Pepaya.....	IV-15
<b>Gambar IV- 8</b> Class Diagram .....	IV-16
<b>Gambar IV- 9</b> User Interface Klasifikasi Tingkat Kematangan .....	IV-18
<b>Gambar IV- 10</b> User Interface Prediksi Tingkat Kematangan Buah Pepaya..	IV-18
<b>Gambar V- 1</b> Grafik accuracy dan loss dari data training dan testing arsitektur InceptionV3.....	V-2
<b>Gambar V- 2</b> Grafik accuracy dan loss dari data training dan testing arsitektur ResnNet50 .....	V-4
<b>Gambar V- 3</b> Grafik accuracy dan loss dari data training dan testing arsitektur SqueezeNet.....	V-5
<b>Gambar V- 4</b> Grafik accuracy dan loss dari data training dan testing arsitektur MobileNet .....	V-7
<b>Gambar V- 5</b> Grafik accuracy dan loss dari data training dan testing arsitektur VGG16.....	V-9

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel III- 1</b> Sampel Data Citra Pepaya Matang, Mentah, dan Busuk.....	III-2
<b>Tabel III- 2</b> Lapisan Yang Digunakan Setiap Arsitektur .....	III-6
<b>Tabel III- 3</b> Format Confusion Matrix .....	III-8
<b>Tabel III- 4</b> Format Hasil Kinerja Arsitektur GoogLeNet (InceptionV3).....	III-9
<b>Tabel III- 5</b> Format Hasil Kinerja Arsitektur ResNet-50 .....	III-9
<b>Tabel III- 6</b> Format Hasil Kinerja Arsitektur SqueezeNet .....	III-9
<b>Tabel III- 7</b> Format Hasil Kinerja Arsitektur MobileNet.....	III-9
<b>Tabel III- 8</b> Format Hasil Kinerja Arsitektur VGG16.....	III-10
<b>Tabel III- 9</b> Format Hasil Prediksi .....	III-10
<b>Tabel III- 10</b> Format Evaluasi Kinerja Setiap Arsitektur CNN.....	III-11
<b>Tabel III- 11</b> Work BreakDown Structure (WBS) .....	III-13
<b>Tabel IV- 1</b> Kebutuhan Fungsional .....	IV-2
<b>Tabel IV- 2</b> Kebutuhan Non-Fungsional .....	IV-2
<b>Tabel IV- 3</b> Definisi Aktor.....	IV-4
<b>Tabel IV- 4</b> Definisi Use Case Diagram .....	IV-5
<b>Tabel IV- 5</b> Skenario Use Case Diagram Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pepaya dengan Berbagai Arsitektur CNN.....	IV-5
<b>Tabel IV- 6</b> Skenario Use Case Diagram Prediksi Tingkat .....	IV-7
<b>Tabel IV- 7</b> Implementasi Kelas pada Class Diagram.....	IV-17
<b>Tabel IV- 8</b> Rencana Pengujian Use Case A01-1 .....	IV-19
<b>Tabel IV- 9</b> Rencana Pengujian Use Case A02-1 .....	IV-20
<b>Tabel IV- 10</b> Pengujian Use Case A01-1 .....	IV-20
<b>Tabel IV- 11</b> Pengujian Use Case A02-1 .....	IV-21
<b>Tabel V- 1</b> Hasil Klasifikasi Model Arsitektur GoogleNet (Inception V3) .....	V-1
<b>Tabel V- 2</b> Confusion Matrix Arsitektur GoogLeNet (InceptionV3) .....	V-3
<b>Tabel V- 3</b> Hasil Klasifikasi Model Arsitektur ResNet-50 .....	V-3
<b>Tabel V- 4</b> Confusion Matrix Arsitektur ResNet-50.....	V-4
<b>Tabel V- 5</b> Hasil Klasifikasi Model Arsitektur SqueezeNet .....	V-4
<b>Tabel V- 6</b> Confusion Matrix Arsitektur SqueezeNet.....	V-6
<b>Tabel V- 7</b> Hasil Klasifikasi Model Arsitektur MobileNet.....	V-6
<b>Tabel V- 8</b> Confusion Matrix Arsitektur MobileNet.....	V-7
<b>Tabel V- 9</b> Hasil Klasifikasi Model Arsitektur VGG-16 .....	V-8
<b>Tabel V- 10</b> Confusion Matrix Arsitektur VGG-16 .....	V-9
<b>Tabel V- 11</b> Perbandingan Hasil Klasifikasi Kelima Arsitektur CNN.....	V-10
<b>Tabel V- 12</b> Perbandingan Hasil Confusion Matrix Kelima Model Arsitektur CNN .....	V-11
<b>Tabel V- 13</b> Hasil Prediksi Masing – Masing Arsitektur .....	V-12

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Pendahuluan**

Pada bab ini akan membahas latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah. Bab ini akan berisi penjelasan umum mengenai keseluruhan penelitian.

### **1.2 Latar Belakang**

Klasifikasi data citra merupakan salah satu tantangan utama dalam bidang teknologi, terutama dalam bidang *deep learning*. *Convolutional Neural Network* (CNN) merupakan algoritma *deep learning* yang telah terbukti efektif dalam mendeteksi citra dan dapat digunakan untuk mengenali pola visual. CNN memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi karena arsitektur yang digunakan didalamnya dan telah banyak digunakan dalam pemrosesan data citra. Arsitektur CNN dirancang untuk meningkatkan kemampuan model serta mengenali pola dan fitur dalam data yang kompleks dengan cara yang efektif dan efisien (Sayyidin et al., 2024).

Pada penelitian Sayyidin et al.(2024) Penelitian ini menerapkan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan data yang digunakan adalah data primer sebanyak 315 data dengan akurasi sebesar 96,97%. Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa kinerja model sudah cukup baik. Menurut setyadi et al.(2024) untuk meningkatkan kinerja model yang baik dengan menggunakan metode CNN salah satunya adalah dengan melakukan pemilihan arsitektur yang tepat karena dapat memungkinkan model untuk mengekstrak fitur-fitur penting dari data gambar dengan lebih efektif, sehingga menghasilkan akurasi



yang lebih tinggi dalam melakukan tugas klasifikasi, deteksi objek, dan segmentasi gambar. Maka dari itu penting untuk memilih arsitektur yang tepat untuk mengklasifikasi tingkat kematangan buah pepaya.

Menurut Retno et al.(2023) *GoogLeNet* memiliki kelebihan yaitu mendukung proses ekstraksi fitur dengan memanfaatkan proses konvolusi paralel dan 3 dimensi kernel/ filter sekaligus agar mendapatkan hasil ekstraksi fitur yang beragam. Sehingga arsitektur ini berhasil menganalisis pemilihan *optimizer* dalam pengenalan wajah dengan mendapatkan akurasi sebesar 97%. Berbeda dengan penelitian yang dilakukan Cakra et al.(2022) menerapkan model arsitektur *MobileNet* untuk klasifikasi jenis beras menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) dari hasil penelitian yang sudah dilakukan mendapatkan akurasi sebesar 93%. Kelebihan dari *MobileNet* yaitu cocok digunakan pada jumlah dataset yang sedikit dengan hasil yang cukup baik dan arsitektur ini efisien dalam mengurangi komputasi.

Pada penelitian Nurmalasari et al.(2023) Menerapkan CNN dengan membandingkan tujuh arsitektur yaitu DenseNet201, InceptionV3, MobiLeNet, NasNetMobile, ResNet50, VGG16, VGG19, dan Xception. Setelah itu melakukan pengujian pada data sebanyak 20 epoch dengan dataset sebanyak 1.500 gambar pepaya dengan 3 label yaitu masak, setengah matang dan mentah. Dari hasil membandingkan ke tujuh arsitektur tersebut model yang paling baik bekerja itu menggunakan arsitektur VGG16 dengan hasil pengujian yang didapatkan cukup besar yaitu akurasi sebesar 97,69%. Kelebihan dari VGG16 ini adalah menggunakan 3x3 *kernel* dengan *max pooling* dan *stride* bernilai 1 untuk *feature*

*extraction* dan 3 *fully connected layer* pada akhir arsitektur sehingga dapat menghasilkan akurasi yang lebih akurat daripada arsitektur lainnya.

Menurut Angga Irawan et al.(2021) arsitektur *SqueezeNet* memiliki kelebihan yaitu mempunyai 50 parameter lebih sedikit serta klasifikasi 2 kali lebih cepat dibandingkan dengan arsitektur lainnya sehingga arsitektur ini berhasil mengidentifikasi penyakit tanaman pepaya *california* dengan akurasi sebesar 97% untuk akurasi daun sedangkan 70% untuk akurasi buah. Berbeda dengan penelitian Hartanto & Susyanto (2023) menerapkan arsitektur *ResNet-50* untuk melakukan penerapan *image recognition* dalam pengenalan objek berdasarkan hasil implementasi *ResNet-50* mampu mengenali objek dengan hasil akurasi yang didapatkan 97%. Kelebihan dari arsitektur ini adalah memiliki 48 *convolutional layers*, 1 *layer max pooling* dan 1 *layer average layer*, arsitektur ini menggunakan *residual blocks* dan *skip connections* yang digunakan untuk mengatasi masalah hilangnya gradient pada kasus *extremely deep nural networks*.

Dari penelitian diatas, arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) yaitu *GoogLeNet*, *MobileNet*, *VGG16*, *SqueezeNet*, dan *ResNet-50* masing-masing memiliki kelebihan dan memiliki nilai yang baik dalam pengenalan objek sehingga dalam penelitian ini kelima arsitektur ini akan dianalisis arsitektur manakah yang lebih sesuai untuk klasifikasi tingkat kematangan buah pepaya, dikarenakan tingkat kematangan buah pepaya ditentukan oleh perubahan warna kulit dan pola tertentu yang memerlukan teknik pengenalan pola visual yang canggih, menjadikanny kasus yang menarik untuk pengujian dan testing model deep learning, khususnya CNN.

Oleh karena itu fokus utama dalam penelitian ini adalah memanfaatkan kelebihan dari metode *Convolutional Neural Network* (CNN), karena dianggap mampu untuk melakukan klasifikasi dan memiliki hasil yang signifikan dalam pengenalan objek citra atau gambar sebagai salah satu solusi untuk mengidentifikasi tingkat kematangan buah pepaya. Dalam penelitian ini juga ada beberapa perbedaan dari penelitian sebelumnya yaitu pada penelitian sebelumnya memiliki tiga kategori kelas tingkat kematangan buah pepaya yaitu matang, setengah matang, dan mentah sedangkan pada penelitian ini memiliki tiga kategori kelas tingkat kematangan buah pepaya yaitu, matang, mentah, dan busuk. Mengidentifikasi buah pepaya yang busuk sangat penting terutama dalam konteks industri pertanian dan distribusi. Dengan kemampuan memprediksi kondisi buah, produsen dan pengecer dapat mengurangi kerugian ekonomi akibat buah yang busuk, dan menjaga kualitas produk sampai ketangan konsumen. Selain itu mengidentifikasi pepaya yang busuk dapat menjaga keamanan pangan karena buah pepaya yang busuk dapat menjadi media pertumbuhan mikroba yang berbahaya bagi kesehatan konsumen yang mengonsumsi buah pepaya (Djatkiko et.al, 2023). Perbedaan juga terletak pada model arsitektur yang digunakan pada penelitian sebelumnya menganalisis arsitektur *DenseNet201*, *InceptionV3*, *MobiLeNet*, *NasNetMobile*, *ResNet50*, VGG16, VGG19, dan Xception sedangkan pada penelitian ini menganalisis arsitektur *GoogLeNet (InceptionV3)*, *SqueezeNet*, *ResNet-50*, *MobileNet*, dan *Visual Geometry Group 16 (VGG16)*.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, sebuah perangkat lunak dikembangkan untuk mengoptimalkan klasifikasi data citra tingkat kematangan

buah pepaya dengan mempertimbangkan masalah yang telah disebutkan sebelumnya. Adapun metode yang digunakan adalah *Convolutional Neural Network* (CNN). Kemudian, penulis membuat penelitian dengan judul “Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pepaya Menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN)”. Untuk mengukur kinerja tingkat kesesuaian klasifikasi penelitian ini dibatasi dengan adanya presentasi hasil akurasi.

### **1.3 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah ditulis diatas, hal-hal yang akan menjadi fokus utama dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana penerapan *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan lima arsitektur untuk klasifikasi tingkat kematangan buah pepaya ?
2. Bagaimana kinerja *Convolutioanl Neural Network* (CNN) dengan lima arsitektur untuk klasifikasi tingkat kematangan buah pepaya dilihat dari *accuracy, precision, recall, dan F1-score*.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mampu mengimplementasi *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan lima arsitektur untuk mengklasifikasi tingkat kematangan buah pepaya.
2. Membangun sistem klasifikasi tingkat kematangan buah pepaya menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN).

3. Mengetahui apakah *Covolutional Neural Network* (CNN) dengan lima arsitektur cukup efektif untuk mengklasifikasi tingkat kematangan buah pepaya.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dalam penelitian ini adalah :

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu pengguna untuk mengklasifikasi tingkat kematangan buah pepaya.
2. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi referensi untuk melakukan klasifikasi tingkat kematangan buah pepaya dan sebagai landasan untuk penelitian selanjutnya.

### **1.6 Batasan Masalah**

Adapun Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Data yang digunakan adalah 657 citra buah pepaya, 591 data buah pepaya digunakan untuk proses klasifikasi model dan sisanya digunakan untuk data prediksi.
2. Data yang digunakan adalah data sekunder citra buah pepaya yang diambil dari *website Kaggle*.
3. Kategori klasifikasi dibagi menjadi tiga yaitu : Matang, Mentah, dan Busuk.
4. Menggunakan 5 (lima) arsitektur *Convolutional Neural Network* yaitu : *GoogLeNet (InceptionV3)*, *MobileNet*, *SqueezeNet*, *ResNet-50*, dan *VGG16* untuk menganalisis arsitektur manakah yang sesuai untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah pepaya.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan skripsi adalah sebagai berikut :

### **BAB I. PENDAHULUAN**

Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, manfaat penelitian, Batasan masalah/ ruang lingkup, dan sistematika penulisan.

### **BAB II. KAJIAN LITERATUR**

Pada bab ini akan dibahas dasar-dasar teori yang digunakan dalam penelitian, seperti definisi pepaya, klasifikasi, *Convolutional Neural Network* (CNN), fitur warna, pengolahan citra, *deep learning*, dan model arsitektur *GoogLeNet* (*InceptionV3*), *MobileNet*, *SqueezeNet*, *ResNet-50*, dan *VGG-16* yang digunakan dalam membuat sistem klasifikasi tingkat kematangan buah pepaya.

### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini akan dibahas mengenai tahapan yang akan dilaksanakan pada penelitian ini. Masing-masing rencana tahapan penelitian dideskripsikan dengan rinci dan mengacu pada suatu kerangka kerja. Di akhir bab ini berisi perancangan manajemen proyek pada pelaksanaan penelitian.

### **BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK**

Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan perangkat lunak pada sistem yang akan dibuat dengan menggunakan arsitektur *GoogLeNet* (*InceptionV3*), *ResNet50*, *SqueezeNet*, *MobileNet*, dan *VGG16*. Implementasi tiap fase berdasarkan metode pengembangan perangkat lunak yaitu *Rational Unified Process* (RUP).

## **BAB V. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN**

Pada bab ini, hasil pengujian dilakukan berdasarkan format pengujian yang sudah dirancang dan analisis yang dilakukan sebagai kesimpulan yang diambil dalam penelitian ini.

## **BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisi Kesimpulan dari semua uraian-uraian pada bab-bab sebelumnya dan juga berisi saran-saran yang diharapkan berguna dalam mengembangkan sistem klasifikasi tingkat kematangan pepaya.

### **1.8 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat kita Tarik dari bab ini adalah klasifikasi gambar dalam dunia digital menjadi tantangan utama terutama dalam bidang *deep learning*. maka dari itu diperlukan metode yang efektif dalam analisis data gambar, salah satunya dengan menerapkan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) yang dianggap cukup baik dalam mendeteksi citra dan membandingkan lima arsitektur yaitu *GoogLeNet (InceptionV3)*, *MobileNet*, *SqueezeNet*, *ResNet50*, dan *VGG16* agar dapat menentukan arsitektur mana yang lebih baik untuk klasifikasi tingkat kematangan buah pepaya dikarenakan tingkat kematangan buah pepaya ditentukan oleh perubahan warna kulit dan pola tertentu yang memerlukan teknik pengenalan pola visual yang canggih, menjadikannya kasus yang menarik untuk klasifikasi dan pengujian dalam *deep learning*, khususnya CNN.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aminudin, A. (2019). Classification of Papaya Fruit Ripeness Levels Using the K-Nearest Neighbor Method Based on Fruit Skin Color.
- Ananda, T. P., Widayasari, S. V., Muttaqin, M. I., & Stefanie, A. (2023). *Identification of Papaya Fruit Maturity Level Using Convolutional Neural Network (CNN) Method*.
- Angga Irawan, F., Sudarma, M., & Care Khrisne, D. (2021). *Rancang Bangun Aplikasi Identifikasi Penyakit Tanaman Pepaya California Berbasis Android Menggunakan Metode CNN Model Arsitektur SqueezeNet* (Vol. 8, Issue 2).
- Arkadia, A., Ayu Damayanti, S., Sandya Prasvita, D., Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Jl Fatmawati Raya, U. R., Labu, P., Cilandak, K., Depok, K., & Khusus Ibukota Jakarta, D. (2021). Klasifikasi Buah Mangga Badami Untuk Menentukan Tingkat Kematangan dengan Metode CNN. In *Seminar Nasional Mahasiswa Ilmu Komputer dan Aplikasinya (SENAMIKA) Jakarta-Indonesia*.
- Aryasatya, D. D., Suciati, N., & Shiddiqi, A. M. (2021). Temperature Detection through Facial Thermal Image Using Deep Learning. *ITS Engineering Journal*, 10(2), 1–6.
- Cakra, syarif, S., Gani, H., Patombongi, A., & Islah, A. M. (2022). Analisis Kesegaran Ikan Mujair dan Ikan Nila Dengan Metode Convolutional Neural Network. *Jurnal Sistem Informasi Dan Teknik Komputer*, 7(2), 1–6.
- Dalafranka, M. L., Fadilah, E., & Vernanda. (2022). Sales Information System at Wb-Based Sunnah Ligh Shop Using the Rational Unified Process Method. *Journal of Sotware Engineering Ampera*, 3(1), 1–14.
- Devita, R. N., Herwanto, H. W., & Wibawa, A. P. (2018). Perbandingan Kinerja Metode Naive Bayes dan K-Nearest Neighbor untuk Klasifikasi Artikel Berbahasa indonesia. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(4), 427–434. <https://doi.org/10.25126/jtiik.201854773>
- Dharmaputra, A., Cahyanti, M., Septian, M. R. D., & Swedia, E. R. (2021). Aplikasi Face Mask Detection Application Using Android-Based Neural Network MobileNetV2. *Sebatik*, 25(2), 382–389. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v25i2.1503>
- Ezar, M., Rivian, A., Bina, U., Lubuklinggau, I., Arman, M., & Kennedy, W. (2021). *Determining the Quality of Calicornia Papaya Fruit Using K-NN Method*.
- Hartanto, B., & Susyanto, T. (2023). *Application of Image Recognition in Object Recognition Using ResNet-50 Model*. 2(2). <https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/biner>



- Hawibowo, M. S. (2024). *Aplikasi Pengklasifikasi Kematangan Pepaya Menggunakan CNN Berbasis Android*.
- Helsaputra, A., Luhur Prasasti, A., & Septiawan, R.R. (2021). Implementation of Deep Learning to Predict the Level of Ripeness and Weight of Papaya Fruit. *Engineering E-Proceedings*, 8(6), 11993.
- Jahandad, Sam, S. M., Kamardin, K., Amir Sjarif, N. N., & Mohamed, N. (2019). Offline Signature Verification Using Deep Learning Convolutional Neural Network (CNN) Architectures GoogLeNet Inception-v1 and Inception-v3. *Procedia Computer Science*, 161, 475–483. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.147>
- Jayadi, A., & Meilinda, D. (2020). Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pepaya Berdasarkan Warna Kulit Menggunakan Sensor Warna TCS3200. In *Jurnal ICTEE* (Vol. 3, Issue 2).
- Kurnia, R. (2018). *Fakta Seputar Pepaya : Manfaat Buah Pepaya dan Cara Membudidayakannya*. Bhuana Ilmu Populer.
- Ningsih, D. F. (2021). *Klasifikasi Jenis Penyakit Daun Kentang Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) Model Arsitektur GoogLeNet ARSITEKTUR GOOGLINET*.
- Nisa, Y. A., Sari, C. A., Rachmawanto, E. H., & Mohd Yaacob, N. (2023). Ambon Banana Maturity Classification Based On Convolutional Neural Network (CNN). *Sinkron*, 8(4), 2568–2578. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v8i4.12961>
- Nurmalasari, N., Setiawan, Y. A., Astuti, W., Ramadhan Saelan, M. R., Masturoh, S., & Haryanti, T. (2023a). Classification for Papaya Fruit Maturity Level with Convolutional Neural Network. *Jurnal Riset Informatika*, 5(3), 331–338. <https://doi.org/10.34288/jri.v5i3.541>
- Nurmalasari, N., Setiawan, Y. A., Astuti, W., Ramadhan Saelan, M. R., Masturoh, S., & Haryanti, T. (2023b). Classification for Papaya Fruit Maturity Level with Convolutional Neural Network. *Jurnal Riset Informatika*, 5(3), 331–338. <https://doi.org/10.34288/jri.v5i3.541>
- Retno, K. R., Wardani, Suryalim, H., Lewi, V. J., Engel, & Christian, H. (2023). Analisis Pemilihan Optimizer dalam Arsitektur Convolution Neural Network VGG16 dan Inception untuk Sistem Pengenalan Wajah. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika*, 9(2), 1–9.
- Sayyidin, M., #1, H., & Muhimmah, I. (2024a). *Aplikasi Pendeteksi Tingkat Kematangan Pepaya menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Berbasis Android*.

- Sayyidin, M., #1, H., & Muhimmah, I. (2024b). *Aplikasi Pendeteksi Tingkat Kematangan Pepaya menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Berbasis Android*.
- setyadi, rahmad arief, rahman, sayuti, manurung, dionikxon, kasanah, mardiatul, & indrawati, asmah. (2024). Implementasi Transfer Learning untuk Klasifikasi Penyakit Pada Daun Cabai Menggunakan CNN. *Jurnal Teknologi Informasi*, 5(2), 1–12.
- Tyas. (2008). *Evaluasi Keragaan Pepaya (Carica papaya L.) di Enam Lokasi di Boyolali. Skripsi. Jurusan Pemuliaan Tanaman dan Teknologi Benih, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor*.
- Utami, I. M., Rizal, S., & Pratiwi, N. K. C. (2022). *Klasifikasi Gejala Defisiensi Nutrisi Pada Tanaman Padi Menggunakan CNN Dengan Arsitektur Googlenet*.
- Yulianti, R. (2021). *Cara Mudah Memilih Pepaya yang Matang di Pasar*. Moms Money.Id.