

**Protected by PDF Anti-Copy Free**

**(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)**

**DETEKSI DINI PENYAKIT TANAMAN MANGGA  
MENGUNAKAN CIPTA DAUN DENGAN PENDEKATAN  
TRANSFER LEARNING EFFICIENTNET-B0**



**PROPOSAL SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Program Strata Satu  
Pada Program Studi Informatika**

**Di Susun Oleh:**

**MUHAMMAD RAIHAN**

**NIM : 2102020100**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU TEKNIK  
UNIVERSITAS BINA INSAN  
2025**

**Protected by PDF Anti-Copy Free**

**(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)**  
**HALAMAN PENGESAHAN PROPOSAL SKRIPSI**

**DETEKSI DINI PENYAKIT TANAMAN MANGGA  
MENGUNAKAN CITRA SATELIT DENGAN PENDEKATAN  
TRANSFER LEARNING EFFICIENTNET-B0**

Oleh :  
**MUHAMMAD RAIHAN**  
NIM : 2102020100

Lubuklinggau, Januari 2025

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Cindi Wulandari, M.Kom**

**Rusdiyanto, M.Kom**

**Mengetahui,**  
**Dekan Fakultas Ilmu Teknik**  
**Universitas Bina Insan**

**Dr. Rudi Kurniawan, S.T., M.Kom**

**Protected by PDF Anti-Copy Free**

**(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)**

**HALAMAN PERSETUJUAN KOMISI PENGUJI**



Pada hari ... tanggal ... Bulan ... 2025 telah dilaksanakan Ujian Proposal Skripsi oleh program studi Informatika Universitas Bina Insan Lubuklinggau

Nama : Muhammad Raihan

NIM : 2102020100

Jurusan : Informatika

Judul : Deteksi Dini Penyakit Tanaman Mangga Menggunakan Citra Daun Dengan Pendekatan Transfer Learning EfficientNet-B0

**Komisi Penguji**

1. Ketua : Cindi Wulandari, M.Kom (.....)

2. Sekretaris : Rusdiyanto, M.Kom (.....)

3. Anggota : (.....)

**Mengesahkan,**

**Ketua Program Studi Informatika  
Universitas Bina Insan Lubuklinggau**

**Budi Santoso, M.Kom**

# Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

## KATA PENGANTAR



Alhamdulillah puji dan penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan kekuatan dan kesempatan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi ini dengan maksimal dan tepat waktu, untuk diajukan sebagai syarat menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Teknik Universitas Bina Insan Lubuklinggau. Kemudian sholawat beserta salam semoga tetap tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, serta umatnya hingga akhir zaman.

Dalam penulisan Proposal Skripsi ini penulis telah berusaha sebaik mungkin untuk menyajikan Proposal Skripsi ini, baik dari segi isi maupun dari segi desain program. Penulis menyadari dalam penulisan Proposal Skripsi ini tentunya masih jauh dari sempurna, hal ini dikarenakan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu dalam rangka melengkapi kesempurnaan dari penulisan Proposal Skripsi ini diharapkan adanya saran dan kritik yang diberikan bersifat membangun.

Untuk selanjutnya penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Skripsi ini, yaitu:

1. Bapak Dr. H. Sardiyo, MM selaku Rektor Universitas Bina Insan Lubuklinggau.
2. Bapak M. Akbar, S.T, M.IT selaku Pembantu Rektor I Universitas Bina Insan Lubuklinggau.
3. Bapak Mukhlis Nur Wakhid, M.Pd selaku Pembantu Rektor II Universitas Bina Insan Lubuklinggau.

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

4. Bapak Dr. Rudi Kurniawan, S.T., M.Kom selaku Dekan Fakultas Ilmu Teknik Universitas Bina Insan Lubuklinggau
5. Bapak Budi Santoso, M.Kom selaku Ketua Prodi Informatika Universitas Bina Insan Lubuklinggau
6. Ibu Cindi Wulandari, M.Kom selaku Pembimbing I yang telah banyak memberikan ilmu waktu serta bimbingan selama masa perkuliahan dan penulisan Proposal Skripsi ini.
7. Bapak Rusdiyanto, M.Kom selaku Pembimbing II yang telah banyak memberikan perhatian serta bimbingan dalam penyelesaian Proposal Skripsi ini.
8. Seluruh Dosen dan Karyawan Universitas Bina Insan yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan dan bimbingan kepada penulis.

Akhir kata semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi tempat penelitian sertasebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

Lubuklinggau, Januari 2025

Penulis

# Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

## DAFTAR ISI



HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PROPOSAL SKRIPSI .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN KOMISI PENGUJI .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
A. PENDAHULUAN .....	1
1. Latar Belakang Penelitian .....	1
2. Identifikasi Masalah.....	3
3. Rumusan Masalah .....	4
4. Batasan Masalah .....	4
5. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	4
a. Tujuan Penelitian .....	4
b. Manfaat Penelitian .....	5
B. KAJIAN PUSTAKA.....	7
1. Literatur.....	7
a. Deteksi .....	7
b. Penyakit Tanaman Mangga .....	8
c. <i>Machine Learning</i> .....	14
d. <i>Deep Learning</i> .....	16
1) <i>Neural Network (NN)</i> .....	17
2) Fungsi Aktifasi.....	18
e. <i>Transfer Learning</i> .....	22
f. Arsitektur <i>EfficientNet-B0</i> .....	24
g. Klasifikasi .....	26
h. <i>Confusion Matrix</i> .....	26
i. <i>CRISP-DM</i> .....	28
c. Penelitian Relevan .....	32
d. Kerangka Berpikir.....	38
C. METODOLOGI PENELITIAN.....	39
1. Metode Penelitian .....	39
2. Metode Pengumpulan Data.....	39
a. Metode Pengamatan (Observasi) .....	39
b. Metode Pustaka.....	39
3. Metode Pengembangan Sistem.....	40

## Protected by PDF Anti-Copy Free


(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

1) <i>Bussines Understanding</i> .....	40
2) <i>Data Understanding</i> .....	40
3) <i>Data Preparation</i> .....	43
4) <i>Modeling</i> .....	44
5) <i>Evaluation</i> .....	45
6) <i>Deployment</i> .....	45
4. Waktu dan Tempat Penelitian .....	45
a. Waktu Penelitian .....	45
b. Tempat .....	46
5. Alat dan Bahan .....	46
a. Alat .....	46
b. Bahan .....	46
6. Analisis Kebutuhan dan Desain Sistem .....	47
a. Analisis Kebutuhan Sistem .....	47
b. Analisis Desain Sistem .....	47
7. Metode Pengujian Sistem .....	48
8. Rancangan Sistem .....	49
DAFTAR PUSTAKA .....	56

# Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> <i>Confusion Matrix</i> .....		.....27
<b>Tabel 2.</b> Penelitian Relevan.....		.....32
<b>Tabel 3.</b> Sampel Data .....		.....41
<b>Tabel 4.</b> Waktu Penelitian .....		.....45
<b>Tabel 5.</b> Metode Pengujian Sistem.....		.....48



# Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

## DAFTAR GAMBAR


<b>Gambar 1.</b> Penyakit <i>Anthracnose</i> .....	9
<b>Gambar 2.</b> Penyakit <i>Bacterial Blight</i> .....	10
<b>Gambar 3.</b> Penyakit <i>Cutting Wound</i> .....	11
<b>Gambar 4.</b> Penyakit <i>Die Back</i> .....	12
<b>Gambar 5.</b> Penyakit <i>Gall Midge</i> .....	12
<b>Gambar 6.</b> Penyakit <i>Powdery Mildew</i> .....	13
<b>Gambar 7.</b> Penyakit <i>Sooty Mould</i> .....	14
<b>Gambar 8.</b> Perbedaan <i>Machine Learning</i> dan <i>Deep Learning</i> .....	17
<b>Gambar 9.</b> <i>Neural Network</i> .....	18
<b>Gambar 10.</b> Fungsi Aktifasi ReLU .....	20
<b>Gambar 11.</b> Setelah dilakukan <i>DroupOut</i> .....	21
<b>Gambar 12.</b> Arsitektur <i>EfficientNet-B0</i> .....	24
<b>Gambar 13.</b> Tahapan <i>CRISP-DM</i> .....	29
<b>Gambar 14.</b> Kerangka Berfikir .....	38
<b>Gambar 15.</b> Metode Pengembangan Sistem .....	40
<b>Gambar 16.</b> Distribusi Dataset .....	43
<b>Gambar 17.</b> Alur Kerja Sistem .....	50
<b>Gambar 18.</b> Alur Kerja <i>EfficientNet-B0</i> .....	51
<b>Gambar 19.</b> Rancangan Sistem .....	53

# Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

## A. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang Penelitian



Dalam perkembangan era digital saat ini, penerapan kecerdasan buatan telah menjadi bagian integral di berbagai bidang kehidupan. Salah satu cabang penting dari *Artificial Intelligence* yang menunjukkan perkembangan signifikan adalah *Deep Learning*. Metode *Deep Learning* telah banyak dimanfaatkan, khususnya dalam pengolahan citra, karena kemampuannya dalam mengekstraksi fitur-fitur kompleks dari data visual dengan sangat efektif [1].

Mangga (*Mangifera indica L*) merupakan tanaman buah yang tumbuh di wilayah tropis dan subtropis, terutama di kawasan Asia. Popularitas dan perannya yang penting terlihat dari julukannya sebagai "raja buah" di negara-negara tropis. Untuk menjaga produktivitas tanaman mangga, kualitas dan kesehatan komponennya harus dipelihara dengan baik [2]. Namun, penurunan produktivitas tanaman mangga menjadi tantangan serius di sektor pertanian, terutama di daerah yang mengandalkan mangga sebagai komoditas unggulan. Masalah ini tidak hanya mengurangi hasil panen, tetapi juga berdampak pada kualitas buah, yang pada akhirnya menurunkan nilai jual mangga di pasaran. Salah satu faktor utama yang menyebabkan penurunan produktivitas adalah serangan hama dan penyakit, petani kesulitan dalam mengidentifikasi penyakit pada daun mangga sehingga penyakit daun mangga tersebut sulit untuk dideteksi

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

secara dini sehingga berpotensi menimbulkan kerugian yang signifikan baik dari segi kuantitas maupun kualitas hasil panen.

Kurangnya informasi dan literasi yang efektif dan akurat dalam mendeteksi penyakit pada daun mangga menjadi salah satu hambatan utama yang dihadapi oleh petani. Selama ini, identifikasi penyakit masih dilakukan secara manual berdasarkan pengamatan visual oleh petani, yang sering kali kurang akurat dan memakan waktu. Minimnya pengetahuan mengenai gejala awal penyakit serta keterbatasan dalam mengakses teknologi canggih turut memperparah penyebaran penyakit, sehingga produktivitas tanaman mangga semakin menurun.

Sebagai solusi dari permasalahan ini, teknologi berbasis kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dapat diterapkan untuk membantu deteksi penyakit daun mangga secara cepat dan akurat [3]. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Transfer Learning* dengan arsitektur *EfficientNet-B0*. *EfficientNet-B0* dikenal sebagai model *deep learning* yang memiliki keunggulan dalam efisiensi komputasi dan akurasi tinggi pada tugas klasifikasi citra [4]. Dengan memanfaatkan metode ini, gambar daun mangga yang diambil menggunakan kamera dapat diproses dan dianalisis secara otomatis untuk mendeteksi penyakit dengan presisi yang lebih baik. Implementasi teknologi ini diharapkan dapat menjadi solusi praktis bagi petani dalam mengidentifikasi penyakit secara dini, sehingga tindakan penanganan dapat dilakukan lebih cepat dan produktivitas tanaman mangga dapat dipertahankan.

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang telah diuraikan di atas, maka penulis untuk melakukan penelitian dengan judul “Deteksi Dini Penyakit  an Mangga Menggunakan Citra Daun Dengan Pendekatan *Transfer Learning EfficientNet-B0*”.

### 2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi masalah yang ada sebagai berikut:

- a. Kurangnya informasi atau literasi yang efektif dan akurat dalam mendeteksi penyakit pada daun mangga menjadi salah satu hambatan utama yang dihadapi oleh petani.
- b. Identifikasi penyakit manga masih dilakukan secara manual berdasarkan pengamatan visual oleh petani, yang sering kali kurang akurat dan memakan waktu.
- c. Dibutuhkan model untuk klasifikasi penyakit pada tanaman mangga berdasarkan citra daun manga yang akurat dalam mengidentifikasi penyakit tanaman manga secara dini, sehingga tindakan penanganan dapat dilakukan lebih cepat dan produktivitas tanaman mangga dapat dipertahankan.

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

### 3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah diatas maka penulis merumuskan rumusan masalah “Bagaimana membangun model klasifikasi penyakit tanaman mangga berdasarkan citra daun dengan menerapkan metode arsitektur *EfficientNet-B0*”?.

### 4. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak menyimpang dari tujuan yang ingin dicapai, maka peneliti menetapkan batasan masalah sebagai berikut :

- a. Model *transfer learning* yang digunakan adalah *EfficientNet-B0*.
- b. Menggunakan citra digital daun mangga yang terdiri dari 8 kelas yaitu *Anthrachnose, Bacterial Canker, Cutting Weevil, Die Back, Gall Midge, Healthy, Powdery Mildew, dan Sooty Mould*.
- c. Bahasa pemrograman menggunakan *Python*.
- d. Pengujian sistem menggunakan *Confusion Matric*.

### 5. Tujuan dan Manfaat Penelitian

#### a. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Agar informasi atau literasi yang efektif dan akurat dalam mendeteksi penyakit pada daun mangga tidak lagi menjaddi hambatan utama yang dihadapi oleh petani.
- 2) Membangun model yang dapat membantu petani dalam identifikasi penyakit mangga agar lebih efektif dan efisien.

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

- 3) Membangun model klasifikasi untuk mengklasifikasi penyakit tanaman mangga berdasarkan citra daun dengan arsitektur EfficientNet-B0. Model ini dapat mengidentifikasi penyakit tanaman mangga secara akurat, sehingga tindakan penanganan dapat dilakukan lebih cepat dan produktivitas tanaman mangga dapat dipertahankan.

### b. Manfaat Penelitian

#### 1) Manfaat bagi Ilmu Pengetahuan

Manfaat bagi ilmu pengetahuan adalah sebagai berikut:

- a) Sebagai sarana pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang *deep learning* dan pengolahan citra.
- b) Sebagai kontribusi dalam ilmu pengetahuan dibidang klasifikasi penyakit tanaman mangga menggunakan metode *transfer learning* dengan arsitektur *efficientnet-B0*.
- c) Sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan model kecerdasan buatan yang lebih efisien dan akurat untuk deteksi serta klasifikasi penyakit berbasis citra digital.

#### 2) Manfaat bagi Lembaga.

- a) Sebagai bahan pengetahuan untuk peningkatan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa Universitas Bina Insan Lubuklinggau.

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

b) Untuk mengetahui kemampuan mahasiswa Universitas Bina

Insan Lubuklinggau dalam menerapkan teori yang didapat  
dibangun an.



### 3) Manfaat bagi Peneliti

Sebagai bahan pengetahuan bagi peneliti untuk tugas akhir  
serta sebagai persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan  
Sarjan (S-1) di Universitas Bina Insan Lubuklinggau.

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

### B. KAJIAN PUSTAKA

#### 1. Literatur



##### a. Deteksi

Deteksi adalah suatu proses untuk memeriksa atau melakukan pemeriksaan terhadap sesuatu dengan menggunakan cara dan teknik tertentu. Deteksi dapat digunakan untuk berbagai masalah, misalnya dalam sistem pendeteksi suatu serangan digital, dimana sistem mengidentifikasi masalah-masalah yang berhubungan dengan gejala-gejala yang ditimbulkan dari serangan digital tersebut. Tujuan dari deteksi adalah memecahkan suatu masalah dengan berbagai cara tergantung metode yang diterapkan sehingga menghasilkan sebuah solusi [5].

Salah satu deteksi dalam image processing adalah deteksi objek, Cara kerja deteksi objek adalah menerima masukan berupa gambar dan memberikan dengan menunjukkan hasil klasifikasi sesuai gambar yang diterima. Secara umum, teknologi deteksi objek ini digunakan untuk menganalisis objek, misalnya manusia, bangunan, hewan, tanaman, mobil atau benda lainnya. Seiring dengan perkembangan teknologi, deteksi objek memiliki banyak penerapan di bidang komputer vision, termasuk dalam pembelajaran anak usia dini untuk mengenali benda- benda di sekitarnya [5].



## Protected by PDF Anti-Copy Free

### (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark) b. Penyakit Tanaman Mangga

Tanaman mangga masuk ke dalam kelompok tumbuhan biji berpohon yang berkayu keras dan berkayu. Membudidayakan tanaman mangga dengan optimal harus dilakukan pada daerah dengan temperatur, curah hujan, keadaan awan dan angin yang sesuai. Mangga tumbuh berupa pohon berbatang tegak, bercabang banyak, dan bertajuk rindang hijau sepanjang tahun. Tinggi pohon dewasa bisa mencapai 10-40 m. umur pohon bisa mencapai 100 tahun lebih [6].

Buah mangga memiliki gizi yang sangat tinggi karena banyak mengandung vitamin A dan C yang dapat membantu meningkatkan ketahanan tubuh seperti mengurangi gejala kerusakan mata dan flu. Mangga juga merupakan bahan makanan yang dapat diolah menjadi berbagai jenis makanan yang lezat. Oleh karena banyaknya manfaat pada buah ini tak jarang masyarakat ingin menanam pohon mangga untuk dibudidayakan dengan tujuan komersil maupun pribadi [7].

Penyakit – penyakit pada tanaman mangga adalah sebagai berikut [8]:

#### 1) Penyakit *Anthraco*

*Anthraco* adalah penyakit yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum gloeosporioides*, yang menyerang berbagai bagian tanaman mangga, termasuk daun, bunga, dan buah. Pada daun, penyakit ini ditandai dengan munculnya bercak-bercak kecil berwarna coklat gelap yang lama-kelamaan meluas dan dapat

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

menyebabkan nekrosis. Lingkungan dengan kelembapan tinggi dan suhu hangat mempercepat perkembangan penyakit ini. Dampaknya sangat signifikan karena dapat mengganggu proses fotosintesis dan memperburuk kesehatan tanaman secara keseluruhan. Pengendalian penyakit ini meliputi penggunaan fungisida, pengelolaan kelembapan lingkungan, dan pemangkasan bagian tanaman yang terinfeksi. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Penyakit *Anthracnose*

### 2) Penyakit *Bacterial Canker*

Penyakit *Bacterial Canker* disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas campestris pv. mangiferaeindicae*. Penyakit ini menyerang daun dengan gejala awal berupa lesi kecil berwarna cokelat atau hitam yang dikelilingi oleh halo kuning. Lesi ini dapat bergabung menjadi bercak besar yang akhirnya menyebabkan daun mengering dan gugur. Penyakit ini menyebar melalui luka pada tanaman, baik akibat serangga maupun aktivitas manusia, dan diperburuk oleh

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

kondisi cuaca lembap. Pengendalian dilakukan dengan penggunaan varietas tahan penyakit, sanitasi kebun, dan aplikasi bakterisida. Untuk lebih jelas pada dilihat pada gambar 2.

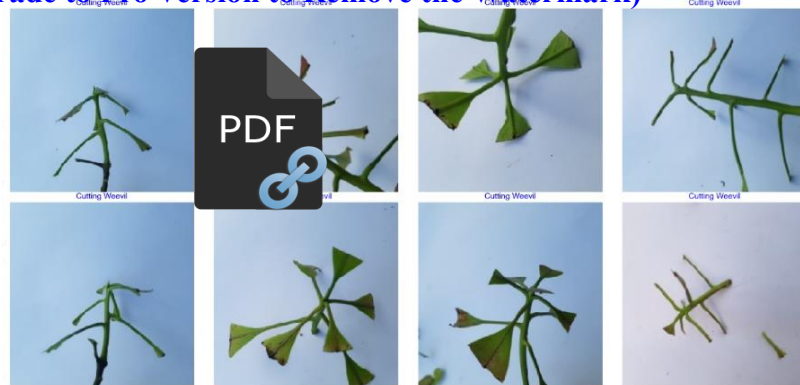


**Gambar 2.** Penyakit *Bacterial Canker*

### 3) Penyakit *Cutting Weevil*

*Cutting Weevil* adalah penyakit yang disebabkan oleh serangan kumbang kecil *Deporaus marginatus*, yang merusak daun muda dengan memotongnya di bagian tangkai. Serangan ini menyebabkan daun berguguran sebelum mencapai kematangan, sehingga mengurangi kemampuan tanaman untuk berfotosintesis. Kumbang ini aktif pada pagi hari dan berkembang biak dengan cepat pada musim hujan. Pengendalian melibatkan pemantauan populasi hama, aplikasi insektisida, dan pengelolaan kebun untuk meminimalkan tempat berkembang biak kumbang. Penyakit Die Back. Untuk lebih jelas pada dilihat pada gambar 3.

**Protected by PDF Anti-Copy Free**  
 (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



**Gambar 3.** Penyakit *Cutting Weevil*

4) Penyakit *Die Back*

*Die Back* adalah penyakit serius pada mangga yang disebabkan oleh jamur *Lasiodiplodia theobromae*. Penyakit ini menyebabkan daun menguning, mengering, dan gugur dari ujung ke arah pangkal cabang. Jika tidak diatasi, infeksi dapat menyebar ke batang utama, mengakibatkan kematian cabang atau bahkan seluruh tanaman. Penyakit ini sering dipicu oleh stres tanaman, seperti kekeringan atau luka mekanis. Pengendalian melibatkan pemangkasan cabang yang terinfeksi, aplikasi fungisida, dan peningkatan kesehatan tanaman melalui pemupukan yang tepat. Untuk lebih jelas pada dilihat pada gambar 4.

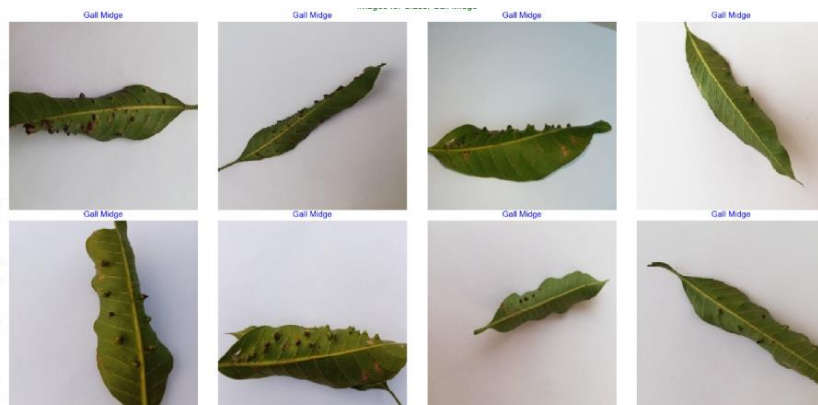
**Protected by PDF Anti-Copy Free**  
 (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



**Gambar 4.** Penyakit *Die Back*

5) Penyakit *Gall Midge*

*Gall Midge* adalah penyakit yang disebabkan oleh serangga kecil *Procontarinia matteiana*. Larva serangga ini menyerang daun muda, menyebabkan pembengkakan kecil atau gall pada permukaan daun. Daun yang terinfeksi kehilangan kemampuan untuk berfotosintesis secara optimal, sehingga mengurangi pertumbuhan tanaman. Penyakit ini sering ditemukan di daerah dengan kelembapan tinggi. Pengendalian dilakukan dengan aplikasi insektisida yang tepat waktu dan pemangkasan daun yang terinfeksi. Untuk lebih jelas pada dilihat pada gambar 5.



**Gambar 5.** Penyakit *Gall Midge*

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

### 6) Penyakit *Powdery Mildew*

*Powdery Mildew* disebabkan oleh jamur *Oidium mangiferae*. Penyakit ini ditandai dengan lapisan putih seperti bedak yang muncul di permukaan daun, terutama pada daun muda. Jamur ini menghambat pertumbuhan tanaman dengan mengganggu fotosintesis. Penyakit ini sering terjadi pada musim kemarau dengan tingkat kelembapan tinggi. Pengendalian meliputi aplikasi fungisida berbasis sulfur dan pengelolaan lingkungan yang baik untuk mengurangi kelembapan. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 6.



**Gambar 6.** Penyakit *Powdery Mildew*

### 7) Penyakit *Sooty Mould*

*Sooty Mould* adalah penyakit yang disebabkan oleh pertumbuhan jamur saprofit pada eksudat manis yang dihasilkan oleh serangga seperti kutu daun atau lalat putih. Penyakit ini menghasilkan lapisan hitam pada permukaan daun, yang menghalangi cahaya matahari dan mengurangi kemampuan fotosintesis tanaman. Meskipun tidak langsung merusak jaringan tanaman, *Sooty Mould*

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

secara signifikan menurunkan kesehatan dan produktivitas tanaman. Pencegahan melibatkan pengendalian serangga penghasil eksudat yang membersihkan daun yang terkena. Untuk lebih jelas pada dilihat pada gambar 7.



**Gambar 7.** Penyakit *Sooty Mould*

### c. *Machine Learning*

*Machine Learning* merupakan sekumpulan teknik yang berfungsi untuk menangani dan memprediksi sekumpulan data dengan cara merepresentasikan data - data tersebut dengan algoritma untuk pembelajaran. Dengan adanya *machine learning*, komputer dapat melakukan pembelajaran secara mandiri dari data-data yang telah diberikan [9].

Sedangkan menurut *machine learning* atau pembelajaran mesin ditandai dengan perangkat lunak yang belajar dari pengalaman sebelumnya. Program komputer seperti itu dapat meningkatkan kinerjanya karena semakin banyaknya data yang tersedia maka kinerjanya semakin baik. Harapannya adalah jika data yang ada cukup,

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

ia akan mempelajari pola dan menghasilkan kecerdasan buatan untuk data yang baru dim. Nama lain dari *machine learning* adalah pembelajaran induktif. Kode dari mesin mencoba menyimpulkan struktur dari data saja [10].



*Machine learning* terbagi menjadi 3 tipe berdasarkan cara pembelajarannya:

### 1. *Supervised learning*

*Supervised learning* secara keseluruhan adalah tentang proses pembelajaran dari contoh-contoh data yang diberikan label sebelumnya. *Supervised learning* membutuhkan data berlabel untuk dapat melakukan pelatihan data, yang disebut modelnya. Sebagai contoh, memberikan banyak data berupa foto dan rekaman yang sesuai, kita dapat melatih model untuk mengklasifikasikan etnis dari individu yang ada dalam foto.

### 2. *Unsupervised learning*

*Unsupervised learning* adalah tentang memodelkan data yang diinput tanpa label. Dengan data yang cukup, dimungkinkan untuk menemukan pola dan struktur dari data. Dua alat paling yang banyak digunakan praktisi *machine learning* untuk belajar dari data saja adalah pengelompokan (*clustering*) dan pengurangan dimensi.



## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

### 3. *Reinforcement learning*

*Reinforcement learning* melatih informasi yang dikumpulkan dengan mengalaminya bagaimana lingkungan bereaksi terhadap tindakan. *Reinforcement learning* adalah jenis dari *machine learning* yang berinteraksi dengan lingkungan untuk belajar kombinasi tindakan yang paling menghasilkan hasil yang menguntungkan.

#### d. *Deep Learning*

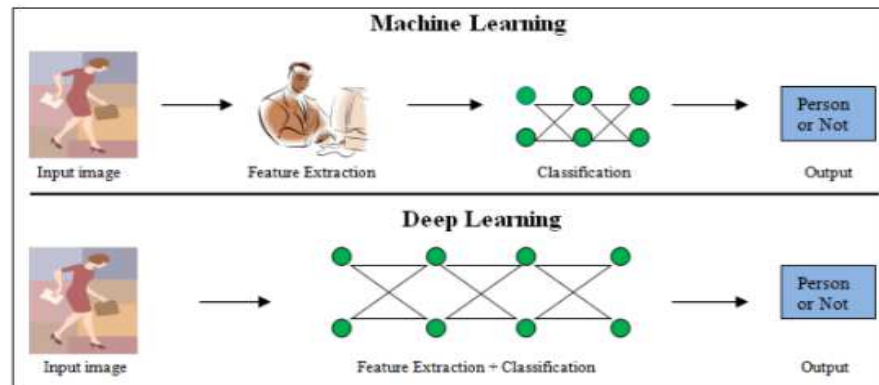
*Deep learning* memungkinkan model komputasi yang terdiri atas beberapa lapisan pemrosesan untuk mempelajari representasi data dengan berbagai tingkat abstraksi. *Deep learning* menemukan struktur rumit dalam kumpulan data besar dengan menggunakan algoritma *backpropagation* untuk menunjukkan bagaimana mesin harus mengubah parameter internal yang digunakan untuk menghitung representasi di setiap lapisan dari representasi di lapisan sebelumnya [11].

Salah satu potensi dari *deep learning* adalah mengganti fitur buatan tangan dengan algoritma yang efisien untuk pembelajaran hirarkis *unsupervised* (tanpa pengawasan) atau semi-supervised feature learning (semi-diawasi) dan *hierarchical feature extraction* (ekstraksi fitur). Penerapan *deep learning* telah digunakan dalam beberapa bidang seperti klasifikasi gambar, klasifikasi video, deteksi objek, pengenalan

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

pola, *text-to-speech*, *natural language processing*, robotik, dan klasifikasi teks. Gambar 8 adalah ilustrasi perbedaan *Machine Learning* dan *Deep Learning*.



**Gambar 8.** Perbedaan *Machine Learning* dan *Deep Learning*

*Deep learning* terdiri atas:

### 1) *Neural Network* (NN)

Istilah *neural networks* pertama kali digunakan oleh McCulloch & Pitts (1990) dalam percobaan untuk menemukan representasi matematis dari pemrosesan informasi dalam sistem biologis. Jaringan saraf (*neural networks*) merupakan jaringan dari node (simpul), yang meniru struktur neuron otak dari makhluk hidup. Node menghitung jumlah nilai bobot dari masukan dan memprosesnya pada lapisan tersembunyi, lalu mengeluarkan hasil dari fungsi pengaktifan dengan nilai bobot. *Neural networks* telah dikembangkan dari arsitektur sederhana menjadi struktur yang semakin kompleks. Awalnya, pelopor *neural networks* memiliki arsitektur yang sangat sederhana dengan hanya lapisan input dan

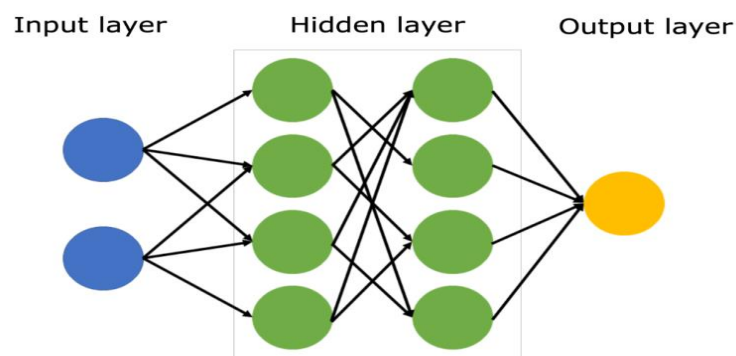
## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

output, yang disebut jaringan saraf *single-layer*. Ketika lapisan tersembunyi (*hidden layer*) ditambahkan ke jaringan saraf *single-layer*, maka akan dihasilkan jaringan saraf multi-layer. Oleh karena itu, jaringan saraf *multi-layer* terdiri atas lapisan input, lapisan tersembunyi, dan lapisan *output*.

Untuk mendapatkan *neuron* tujuan ( $y$ ) maka nilai yang ada pada *neuron* ( $x$ ) dikalkulasi dengan bobot ( $w$ ) dan ditambahkan dengan bias ( $b$ ) lalu diaktivasi dengan fungsi ( $g$ ), yang akan menentukan *neuron* selanjutnya ( $y$ ). Rumusnya terdapat pada persamaan dibawah ini.

$$y = g \left( \sum_{i=1}^n x_i w_i + b \right)$$



Gambar 9. Neural Network

### 2) Fungsi Aktifasi

Fungsi aktivasi adalah sebuah fungsi yang berguna untuk menentukan aktif tidaknya *neuron* di dalam *neural networks*, berikut ini adalah fungsi aktifasi:

#### a. Softmax

Fungsi *Softmax* adalah fungsi eksponensial yang

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

dinormalisasi untuk mengubah vektor asli  $D$ -dimensi dengan nilai yang berubah-ubah menjadi vektor probabilitas yang memiliki nilai riil dalam kisaran  $[0,1]$ . Fungsi *Softmax* biasanya diterapkan ke bidang pembelajaran mesin, seperti regresi logistik, jaringan saraf tiruan, pembelajaran penguatan. Fungsi *Softmax* dapat digunakan untuk menghitung nilai dari probabilitas untuk semua label. Rumus dari *softmax* dapat dilihat pada persamaan (2.2) dimana nilai probabilitas ( $S$ ) pada kelas ke ( $y$ ) diambil dari neuron pada layer klasifikasi terakhir yang berupa angka eksponensial ( $e$ ) yang dibagi jumlah nilai eksponensial itu sendiri. Hasil dari label yang ada mengubahnya, akan diambil sebuah vektor nilai yang memiliki nilai riil dan mengubahnya menjadi vektor dengan nilai dengan kisaran angka nol dan satu. Jika semua hasil dijumlah maka akan bernilai satu

### b. *Rectified Linear Unit* (ReLU)

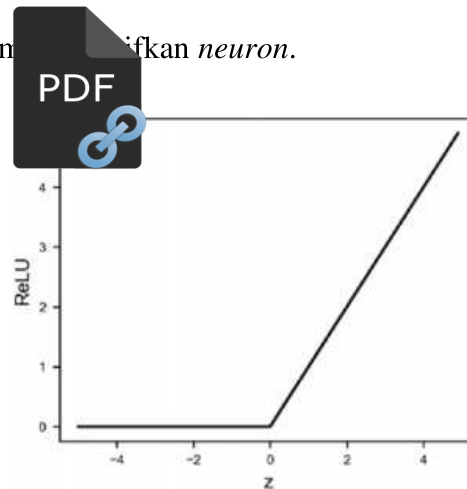
ReLU menggunakan fungsi  $f(z) = \max(0, z)$ , yang artinya jika output positif maka akan menghasilkan nilai yang sama, jika tidak maka akan menghasilkan nilai 0. ReLU tidak hanya meningkatkan kinerja secara signifikan tetapi juga membantu mengurangi jumlah perhitungan selama fase pelatihan. Hal ini

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

terjadi akibat dari nilai 0 dalam output ketika nilai  $z$  negatif,

sehingga membuat neuron tidak aktif.



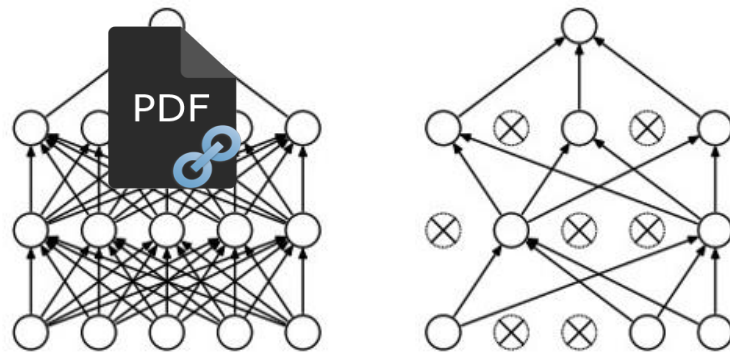
**Gambar 10.** Fungsi Aktifasi ReLU

### 3) *DropOut*

*DropOut* adalah salah satu teknik yang digunakan untuk menghindari terjadinya *overfitting* dalam model. Dalam metode ini, aktivasi beberapa neuron yang dipilih secara acak dalam jaringan diambil sebagai nol selama pelatihan. *Neuron* yang dipilih diubah dalam setiap iterasi pelatihan. Proses pembelajaran menjadi lebih andal dan *overfitting* dikurangi dengan metode ini.

Istilah “*DropOut*” mengacu pada pemutusan neuron (tersembunyi dan terlihat) dalam neural network. Dengan mengeluarkan unit (neural) untuk sementara menghapusnya dari jaringan (*network*), bersama dengan semua koneksi masuk dan keluarnya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Pemilihan unit yang dijatuhkan secara acak.

**Protected by PDF Anti-Copy Free**  
 (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



**Gambar 11.** Setelah dilakukan *DroupOut*

4) *Loss Function*

*Loss function* atau *cost function* adalah metode untuk mengevaluasi seberapa baik algoritma dalam memodelkan data yang diberikan. Jika hasil prediksi menyimpang terlalu banyak dari hasil aktual, *loss function* akan memiliki nilai dalam jumlah yang sangat besar. Secara bertahap, dengan bantuan beberapa fungsi pengoptimalan, *loss function* belajar untuk mengurangi kesalahan dalam prediksi

5) *Backpropagation*

*Backpropagation* merupakan algoritma untuk mencari nilai minimum dari *loss function* dalam bobot (*weight*) menggunakan teknik yang disebut aturan delta atau *gradient descent*. Bobot yang meminimalkan *loss function* kemudian dianggap sebagai solusi untuk masalah pembelajaran.

Algoritma dapat dibagi kedalam empat langkah berikut:

- a) Perhitungan *feed-forward*
- b) *Backpropagation* ke lapisan *output*

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

c) *Backpropagation* ke lapisan tersembunyi (*hidden*)

d) Pembaruan *weight*



### e. *Transfer Learning*

*Transfer learning* adalah metode menggunakan jaringan saraf yang sudah dilatih sebelumnya lalu mengurangi jumlah parameter dengan cara mengambil beberapa bagian dari model yang sudah dilatih untuk digunakan dalam mengenali model baru [12]. Didasari oleh fakta bahwa manusia dapat menerapkan pengetahuan yang dipelajari sebelumnya untuk memecahkan masalah baru dengan lebih cepat dan dengan solusi yang lebih baik.

Jaringan saraf sangat bergantung pada jumlah data untuk mencapai kinerja yang tinggi. Berikut adalah alasan mengapa transfer learning digunakan:

- 1) Masalah data, *deep learning* membutuhkan banyak data untuk bisa mendapatkan hasil yang baik. Membutuhkan banyak waktu untuk mendapatkan data berlabel jika dilakukan oleh manusia dalam mengambil gambar dan memberi label satu-per-satu.
- 2) Masalah komputasi, bahkan jika sudah mempunyai puluhan ribu data gambar untuk menyelesaikan masalah yang dimiliki, secara komputasi untuk melatih jaringan saraf yang dalam pada puluhan ribu gambar tersebut akan sangat mahal membutuhkan waktu

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

berhari-hari menggunakan GPU dan perlu dilakukan proses berulang untuk mendapatkan hasil yang memuaskan.

Terdapat tiga pendekatan utama *transfer learning* sebagai

berikut:

- 1) *Pretrained as a classifier*, pada pendekatan ini domain sumber dengan domain target sangat mirip. *pre-trained* model digunakan langsung untuk mengklasifikasi target. Pada pendekatan ini, *pretrained model* hanya digunakan untuk memprediksi gambar tanpa ada pelatihan tambahan.
- 2) *Pretrained as a feature extractor*, pada pendekatan ini data domain sumber dengan domain target mirip. Model yang dilatih sebelumnya menggunakan dataset besar *ImageNet* digunakan bobot dan arsitekturnya lalu dilatih ulang dengan cara membekukan bagian ekstraksi fitur, menghapus bagian *classifier*, dan menambahkan *layer classifier* baru untuk gambar target.
- 3) *Fine-tuning*, pada pendekatan data domain sumber dan domain target sangat berbeda. Diperlukan ekstraksi feature map yang tepat dari domain sumber lalu menyempurnakannya agar sesuai dengan domain target.



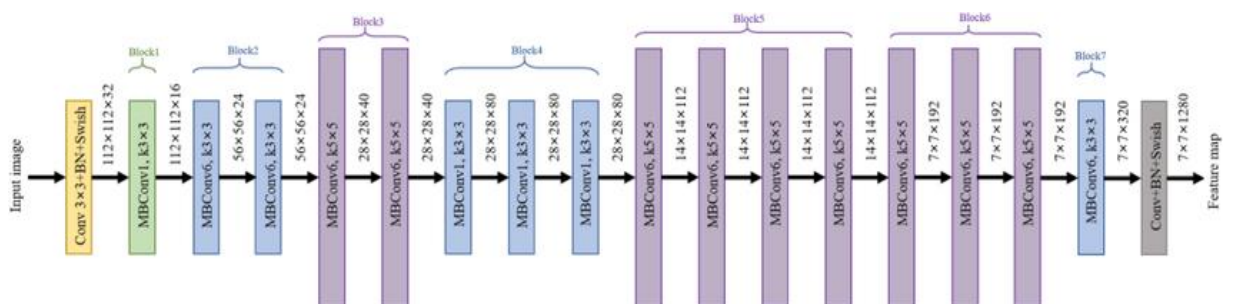
## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

### f. Arsitektur *EfficientNet-B0*

Arsitektur *EfficientNet-B0* merupakan arsitektur *deep learning* dengan metode CNN (*Convolutional neural network*). Metode CNN mengungguli banyak metode machine learning dalam hal pengklasifikasian sebuah objek pada data gambar. Hal ini dikarenakan penghitungan komputer yang lebih kuat, kumpulan data yang banyak dan juga cara melatih jaringan yang mendalam [13].

Penelitian ini menggunakan *EfficientNet-B0* sebagai arsitektur. Pada tes *ImageNet*, arsitektur *EfficientNet-B0* itu sendiri mengungguli banyak arsitektur lain seperti DenseNet, Inception, dan ResNet, maka dari itu EfficientNet sangat cocok dan disarankan untuk pengklasifikasian. Selain itu, *EfficientNet* juga menggunakan parameter yang sedikit sehingga dapat menghemat dalam penggunaan memori. Walaupun model *EfficientNet-B0* termasuk kecil, proses task klasifikasi nya tidak melibatkan akurasi sehingga *EfficientNet* menghasilkan performa yang sangat baik [13]. Gambar 6 di bawah ini merupakan ilustrasi dari Arsitektur EfficientNet-B0.



Gambar 12. Arsitektur *EfficientNet-B0*

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Gambar 12 mengilustrasikan arsitektur EfficientNet-B0, sebuah model *deep learning* yang terkenal karena efisiensinya dalam menangkap fitur kompleks dari gambar. Arsitektur ini menggunakan teknik *Compound Scaling* untuk mengoptimalkan dimensi kedalaman (*depth*), lebar (*width*), dan resolusi gambar (*resolution*) secara bersamaan. Model dimulai dengan lapisan konvolusi awal (Conv2D) dengan kernel  $3 \times 3$ , *batch normalization* (BN), dan fungsi aktivasi Swish untuk menangkap fitur dasar dari gambar masukan berukuran  $224 \times 224$  piksel.

Struktur utama arsitektur terdiri dari beberapa *blok Mobile Inverted Bottleneck Convolution* (MBConv) yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi komputasi.

- a) *Block1* dimulai dengan *MBConv1* (kernel  $3 \times 3$ ), mengurangi dimensi menjadi  $112 \times 112 \times 32$ .
- b) *Block2* hingga *Block6* menggunakan MBConv dengan kernel  $3 \times 3$  atau  $5 \times 5$ , dan jumlah filter bertambah secara progresif, misalnya 16, 24, 40, hingga 192. Setiap blok memiliki lapisan residual untuk mendukung pembelajaran fitur kompleks sambil menjaga efisiensi.
- c) Pada *Block7*, dilakukan konvolusi terakhir dengan kernel  $1 \times 1$  untuk menyusun peta fitur berukuran  $7 \times 7 \times 320$ .

Setelah itu, lapisan *global average pooling* (GAP) digunakan untuk merangkum informasi dari peta fitur sebelum diteruskan ke lapisan dense (*fully connected layer*) dengan 1280 unit. Lapisan

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

keluaran (*output layer*) memanfaatkan fungsi aktivasi *softmax* atau *sigmoid* tergantung jumlah kelas. Arsitektur ini dirancang untuk menjaga keseimbangan antara efisiensi dan performa, sehingga cocok untuk berbagai aplikasi klasifikasi citra.



### g. Klasifikasi

Klasifikasi adalah suatu bentuk dari analisis data yang mengekstraksi model untuk menggambarkan mengategorikan atau kelas dari data. Dalam klasifikasi, pengklasifikasian atau model yang dibangun untuk memprediksi label kelas (kategorial), misalnya sebuah cuaca hujan atau terik. Kategori-kategori ini dapat diwakilkan oleh nilai diskrit, pengurutan antar nilai tidak mempunyai arti. Klasifikasi sendiri terdiri atas dua langkah atau dua proses, proses yang pertama adalah proses pembelajaran (proses pengklasifikasian dibangun), sedangkan proses kedua adalah proses klasifikasi (model yang dibangun digunakan untuk memprediksi label dari data yang telah diberikan) [14].

### h. *Confusion Matrix*

*Confusion matrix* adalah salah satu metode pengukuran keputusan yang paling banyak digunakan dalam *supervised machine learning*. *Confusion matrix* memvisualisasikan nilai tingkat kebingungan dari algoritma pada setiap kelas yang berbeda dan tidak

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

tergantung pada algoritma klasifikasi [15]. Tujuan dari confusion matrix adalah untuk melakukan perhitungan akurasi pada konsep data mining. Evaluasi dari *confusion matrix* menghasilkan nilai akurasi, presisi dan *recall*. Nilai akurasi adalah persentase ketepatan *record* data yang diklasifikasikan secara benar setelah dilakukan pengujian pada hasil klasifikasi. Presisi atau *confidence* merupakan proporsi kasus yang diprediksi positif yang juga hasilnya positif benar pada data yang sebenarnya. *Recall* atau *sensitivity* adalah proporsi kasus positif yang sebenarnya yang diprediksi positif secara benar [16].

**Tabel 1.** *Confusion Matrix*

Aktual	Prediksi	
	+	-
+	<i>True positives (A)</i>	<i>False negatives (B)</i>
-	<i>False positives (C)</i>	<i>True negatives (D)</i>

Untuk dapat menghitung akurasi pada tabel *confusion matrix* dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{(A + D)}{(A + B + C + D)}$$

Presisi (*Precision*) merupakan rasio item relevan yang dipilih terhadap semua item yang terpilih. Sehingga presisi dapat diartikan sebagai kecocokan antara permintaan informasi dengan jawaban terhadap permintaan tersebut. Untuk dapat menghitung presisi dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Precision} = \frac{A}{(C + A)}$$

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

*Recall* merupakan rasio dari item relevan yang dipilih terhadap total jumlah item relevan yang tersedia. *Recall* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$Recall = \frac{A}{(A + D)}$$

Presisi dan *Recall* dapat diberi nilai dengan menggunakan perhitungan persentase (1-100%) atau dengan menggunakan bilangan antara 0-1.

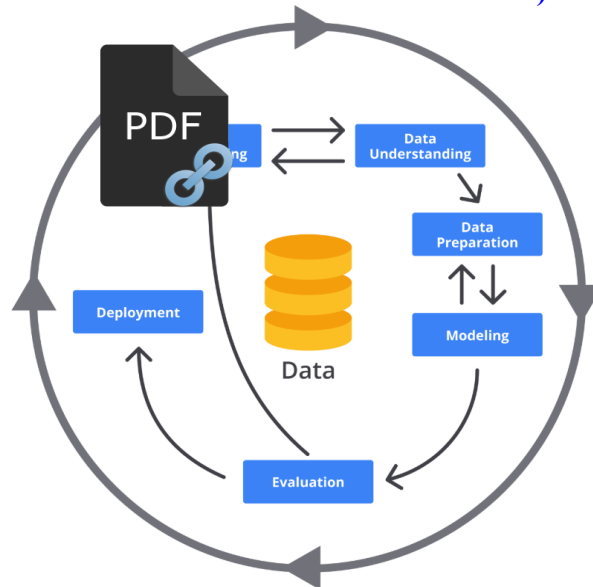
*F1 Score* merupakan perbandingan rata-rata presisi dan *recall*

$$F_1 \text{ Score} = 2 \times \frac{precision \times recall}{precision + recall}$$

### i. CRISP-DM

*Cross-Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM) merupakan suatu standar yang telah dikembangkan pada tahun 1996 yang ditujukan untuk melakukan proses analisis dari suatu industri sebagai strategi pemecahan masalah dari bisnis atau unit penelitian. Untuk data yang dapat diproses dengan CRISP-DM ini, tidak ada ketentuan atau karakteristik tertentu, karena data tersebut akan diproses kembali pada fase-fase di dalamnya [17].

**Protected by PDF Anti-Copy Free**  
 (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



**Gambar 13.** Tahapan *CRISP-DM*

Berikut tahapan-tahapan dalam framework ini antara lain:

1. Fase Pemahaman Bisnis (*Bisnis Understanding Phase*)

Dapatkan pemahaman yang jelas tentang masalah yang ingin kita selesaikan, bagaimana dampaknya terhadap organisasi kita, dan tujuan kita untuk mengatasinya.

2. Fase Pemahaman Data (*Data Understanding Phase*)

Tinjau data yang kita miliki, dokumentasikan, dan identifikasi masalah pengelolaan data dan kualitas data.

- a) Mengumpulkan data, jika data berasal dari lebih dari satu database maka dilakukan proses integrasi data atau Data Integration.
- b) Mengembangkan analisis penyelidikan data untuk mengenali lebih lanjut data dan pencarian pengetahuan awal.

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

- c) Mengevaluasi kualitas data, memeriksa data dan membersihkan data yang tidak valid atau proses Data Cleaning
- d) Jika diinginkan, pilih sebagian kecil grup data yang mungkin mengandung pola dari permasalahan.



### 3. Fase Pengolahan Data (*Data Preparation Phase*)

Siapkan data kita untuk digunakan untuk pemodelan. Beberapa metode yang digunakan dalam pengolahan data, yaitu:

- Siapkan data awal, kumpulan data yang akan digunakan untuk keseluruhan fase berikutnya atau proses
- Pilih kasus dan variabel yang akan dianalisis, sesuai dengan analisis yang akan dilakukan.
- Lakukan perubahan pada variabel jika diperlukan.
- Siapkan data awal sehingga siap untuk perangkat pemodelan atau Data Transformation.

### 4. Fase Pemodelan (*Modelling Phase*)

- Pilih dan aplikasikan teknik pemodelan yang sesuai.
- Kalibrasi aturan model untuk mengoptimalkan hasil.
- Dapat menggunakan beberapa teknik yang sama untuk permasalahan yang sama
- Dapat kembali ke fase pengolahan data jika diperlukan untuk menjadikan data ke dalam bentuk kebutuhan tertentu.

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

### 5. Fase Evaluasi (*Evaluation Phase*)

- a) Mengevaluasi satu atau lebih model yang digunakan dalam fase permulaan atau proses Evaluation Pattern.
- b) Menetapkan apakah model tadi sudah sesuai dengan tujuan pada fase awal.
- c) Menentukan apakah terdapat permasalahan penting dari bisnis atau penelitian yang tidak tertangani dengan baik.
- d) Mengambil keputusan berkaitan dengan penggunaan hasil dari data mining.

### 6. *Deployment*

Proses implementasi AI pada sebuah aplikasi atau sistem sesuai dengan tujuan pembuatan produk sehingga diharapkan dapat memudahkan pekerjaan manusia.



## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

### c. Penelitian Relevan

Pada subbab penelitian, penulis menyajikan penelitian-penelitian yang berhubungan dengan sistem klasifikasi jenis buah yang telah dilakukan. Beserta Teknik-teknik yang digunakan. Tabel 2 menyajikan secara detail penelitian relevan dalam bidang klasifikasi gambar.

**Tabel 2.** Penelitian Relevan

No	Peneliti / tahun	Judul	Metode	Hasil
1	Alfitra Salam, Dkk, 2023 [18]	Perbandingan Klasifikasi Citra CT-Scan Kanker Paru-Paru Menggunakan Contrast Stretching Pada CNN dengan EfficientNet-B0	EfficientNet-B0	Dalam penelitian ini, digunakan algoritma CNN dengan arsitektur EfficientNet-B0 untuk mengklasifikasikan kanker paru-paru. Proses preprocessing yaitu contrast stretching, dan berbagai teknik optimasi hyperparameter seperti Adam, Adagrad, dan SGD digunakan untuk meningkatkan kinerja CNN dan menggunakan Average pooling dengan out dense 64, 32, 16, 1. Analisis kinerja dilakukan dengan menggunakan matriks klasifikasi (confusion matrix). Hasil klasifikasi tertinggi dicapai menggunakan optimizer ADAM dan learning rate

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



			0.01, di mana mencapai 72.48%, presisi 71.52%, recall 64.2%, dan skor F1 64.76%. Sementara itu, hasil yang diperoleh dari dataset asli menunjukkan perbedaan. Hasil klasifikasi tertinggi diperoleh optimizer ADAM dan learning rate 0.01, dengan akurasi mencapai 64.22%, presisi 52.69%, recall 50.52%, dan skor F1 43.51%.
2	Nadila Handayani Putri dkk, 2023 [13]	Klasifikasi Citra Stroke Menggunakan Augmentasi dan Convolutional Neural Network EfficientNet-B0	EfficientNet-B0 Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbandingan tingkat akurasi menggunakan augmentasi dan tanpa augmentasi serta hyperparameter menggunakan Convolutional Neural Network dalam arsitektur EfficientNet-B0 untuk melakukan klasifikasi citra stroke iskemik, hemoragik, dan otak normal. Augmentasi data yang digunakan adalah dengan melakukan rotation, horizontal flip, dan pengaturan contrast pada data asli. Data uji disediakan sebanyak 20% dari

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



porsi data asli dan augmentasi, dan 80% lainnya digunakan untuk proses training pencarian model optimal. Pencarian model berdasarkan komposisi data latih dan validasi dengan perbandingan 70:30, 80:20, dan 90:10. Hasil eksperimen menunjukkan performa yang terbaik diperoleh pada gabungan citra asli dan augmentasi, dengan akurasi dan F1- score berturut-turut sebesar 97%, 93%, dan 94% untuk data uji citra asli, citra augmentasi, dan citra gabungan. Penggabungan citra asli dan augmentasi untuk data training telah menunjukkan bahwa model cukup robust untuk dapat menghasilkan akurasi yang tinggi.

- |   |                                       |  |                 |   |
|---|---------------------------------------|--|-----------------|---|
| 3 | Alfataniah Nur Fajrina dkk, 2024 [19] | Penerapan Arsitektur EfficientNet-B0 Pada Klasifikasi Leukimia Tipe Acute Lymphoblastik Leukimia | EfficientNet-B0 | Penelitian ini sistem dirancang agar mampu mengklasifikasikan penyakit leukimia tipe Acute Lymphoblastic Leukemia (ALL) ke dalam 4 kelas, yaitu: Benign, Early, (Pre) Precursor, dan Pro (Progenitor) dengan memanfaatkan salah |
|---|---------------------------------------|--|-----------------|---|

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



- satu arsitektur dari Convolutional Neural Network (CNN) yaitu EfficientNet-B0. Skenario pengujian dilakukan terhadap hyper parameter pada arsitektur EfficientNet-B0 melalui epoch (20, 30 dan 50) dengan learning rate (0.0001, 0.0003, 0.001, 0.003) dan optimizer jenis Adam dan RMSProp. Hasilnya adalah nilai performa akurasi pada data train mencapai 97,84% dan pada data test sebesar 98,48%.
- 4 Ahmad Hanif Nurfauzi, dkk, 2024 [20] Penerapan Model EfficientNetV2-B0 pada Benchmark IP102 Dataset untuk Menyelesaikan Masalah Klasifikasi Hama Serangga EfficientNetV2-B0 Hama serangga merupakan masalah yang sering di hadapi oleh petani. Karena ukurannya yang kecil dan jenis spesiesnya banyak. tak jarang petanipun kesulitan untuk menjaga tanaman mereka dari ancaman hama serangga karena penanganannya tidak memakai satu obat, melainkan dengan mencocokkan spesies serangga. Sehingga karena banyaknya obat pembasmi, petanipun bingung

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



- obat mana yang tepat. Di dalam penelitian ini, telah di coba penggunaan metode deep learning arsitektur model EfficientNetV2 B0 pada dataset IP102 yang berkarakteristik imbalance dan ada jenis serangga yang identik antara satu dengan yang lain. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi kemungkinan model kecil yang dapat di implementasikan di smartphone atau IOT yang mudah di bawa ke ladang pertanian tanpa tergantung pada internet. Model terbaik yang berhasil dibuat memperoleh akurasi 51% dengan F1-Score 50.14%.
- 5 Wisnu Gilang Pamungkas,dkk, 2024 [4] *Leaf Image Identification: CNN with EfficientNet-B0 and ResNet-50 Used to Classified Corn Disease* *EfficientNet-B0 ResNet-50* Pada penelitian ini, dataset yang digunakan diambil dari website kaggle yang berjudul Corn or Maize Leaf Disease Dataset. Dataset ini memiliki 4 klasifikasi: Hawar, Karat biasa, Bercak daun abu-abu, dan Sehat. Penelitian ini menggunakan metode Convolutional Neural Network
-

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



dengan 2 model yang berbeda, yaitu model EfficientNet-B0 dan ResNet-50.

Arsitektur yang digunakan adalah dense layer, dropout layer, dan GlobalAveragePooling layer dengan perbandingan

pembagian dataset sebesar 70% merupakan data training dan 30% merupakan data validasi. Setelah dilakukan pengujian

terhadap kedua skenario yang

diusulkan, hasil akurasi yang

didapatkan pada skenario model uji 1

yaitu EfficientNet-B0 adalah 94% dan

untuk skenario model uji kedua

yaitu ResNet-50 didapatkan hasil

akurasi sebesar 93%.

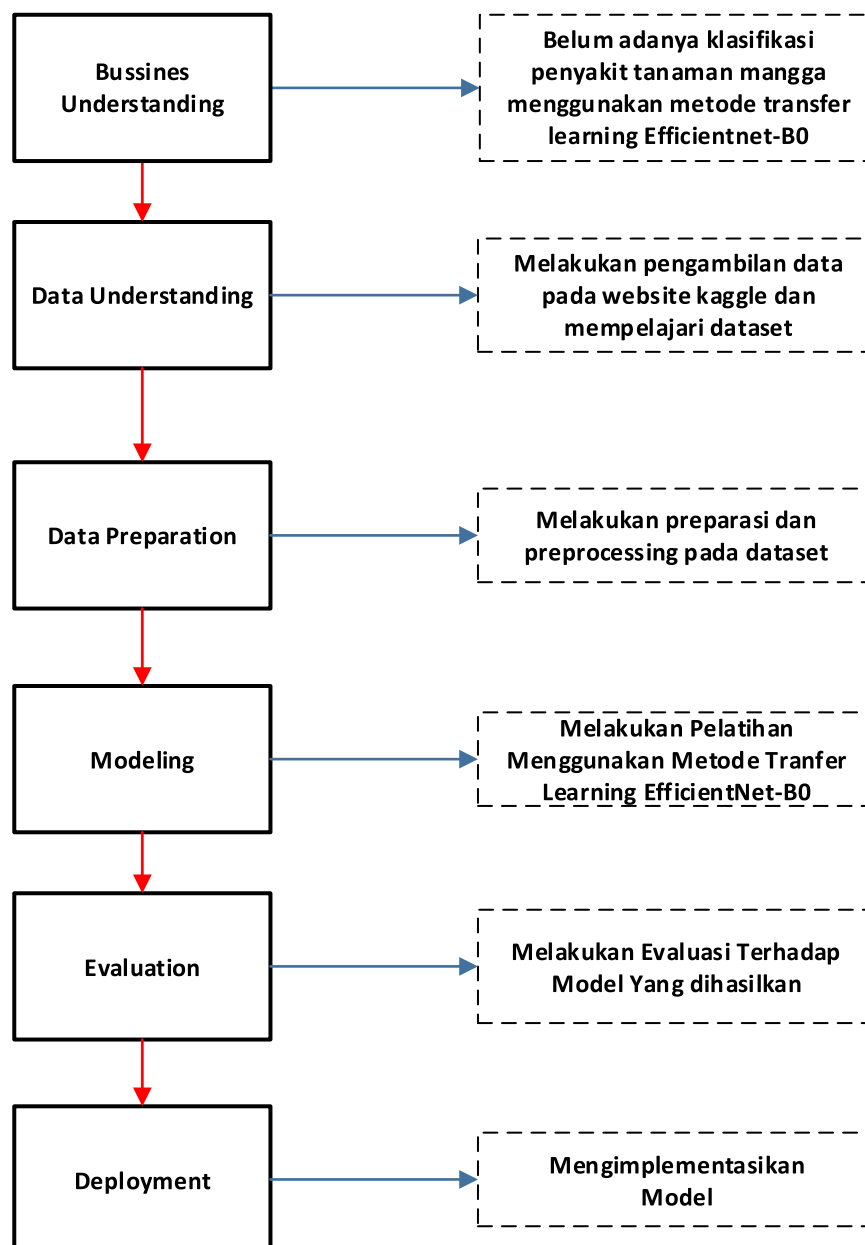
---

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

### d. Kerangka Berpikir

Kerangka pemikiran penelitian ini mengacu pada metode perancangan sistem yang yaitu *CRIPS-DM*. Gambar 13 berikut menyajikan kerangka berfikir yang menjadi acuan dalam metodologi penelitian.



Gambar 14. Kerangka Berfikir

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

### C. METODOLOGI PENELITIAN

#### 1. Metode Penelitian



Metodologi penelitian digunakan penulis dalam menganalisa, merancang dan memahami permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif yang bersifat deskriptif, serta menganalisis permasalahan pada tempat penelitian dalam memperoleh data dan informasi yang dibutuhkan.

#### 2. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dalam berbagai metode. Adapun beberapa metode tersebut adalah sebagai berikut :

##### a. Metode Pengamatan (Observasi)

Merupakan teknik atau pendekatan untuk mendapatkan data primer dengan mengamati langsung objek datanya sehingga data dapat diperoleh secara orisinal pada saat terjadinya dan mencatatkan hasil observasi tersebut. Dengan melakukan observasi langsung untuk mencari informasi data baik alat dan bahan serta segala sesuatu yang digunakan dalam penelitian ini.

##### b. Metode Pustaka

Pada metode ini penulis membaca dan mencatat data yang ada pada suatu buku, jurnal dan literatur yang berhubungan dengan permasalahan yang diangkat.

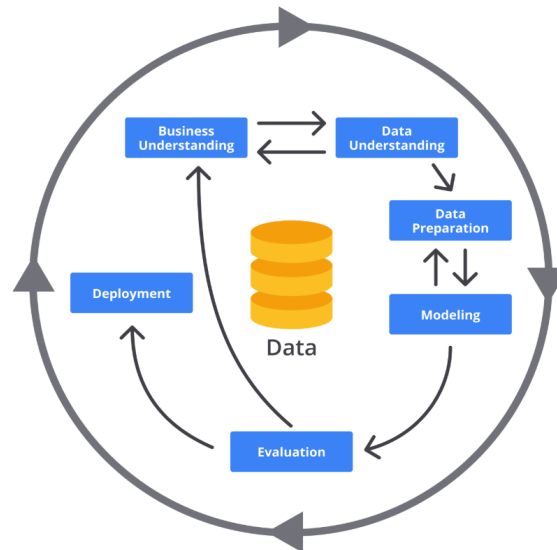


## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

### 3. Metode Pengembangan Sistem

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah *framework CRISP-DM*.



**Gambar 15.** Metode Pengembangan Sistem

Berikut penjelasan tahap-tahap yang dilakukan dalam pengembangan sistem dalam penelitian ini:

#### 1) *Business Understanding*

Melakukan pemahaman tentang apa saja yang ingin dikembangkan pada penelitian ini, dari pengumpulan data, proses preprocessing, modeling, evaluasi sampai deployment model.

#### 2) *Data Understanding*

*Data understanding* adalah proses pengumpulan, pengukuran dan validitas data, dengan cara mencari data apa saja yang dibutuhkan dan bagaimana cara mendapatkannya. *Dataset* diambil pada *website*

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)




penyedia dataset *public* yaitu *kaggle*, dataset berjumlah 4000 data.

Jumlah kelas sebanyak (Japan) antara lain: *Anthracnose*, *Bacterial*

*Canker*, *Cutting Weevil*, *Black*, *Gall Midge*, *Healthy*, *Powdery*

*Mildew*, dan *Sooty Mould*.

**Tabel 3.** Sampel Data

No	Nama Class	Sampel Data	Jumlah Data
1	<i>Anthracnose</i>		500
2	<i>Bacterial Canker</i>		500
3	<i>Cutting Weevil</i>		500

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

4

*Die Back*

500



5

*Gall Midge*

500



6

*Healthy*

500



7

*Powdery  
Mildew*

500



## Protected by PDF Anti-Copy Free

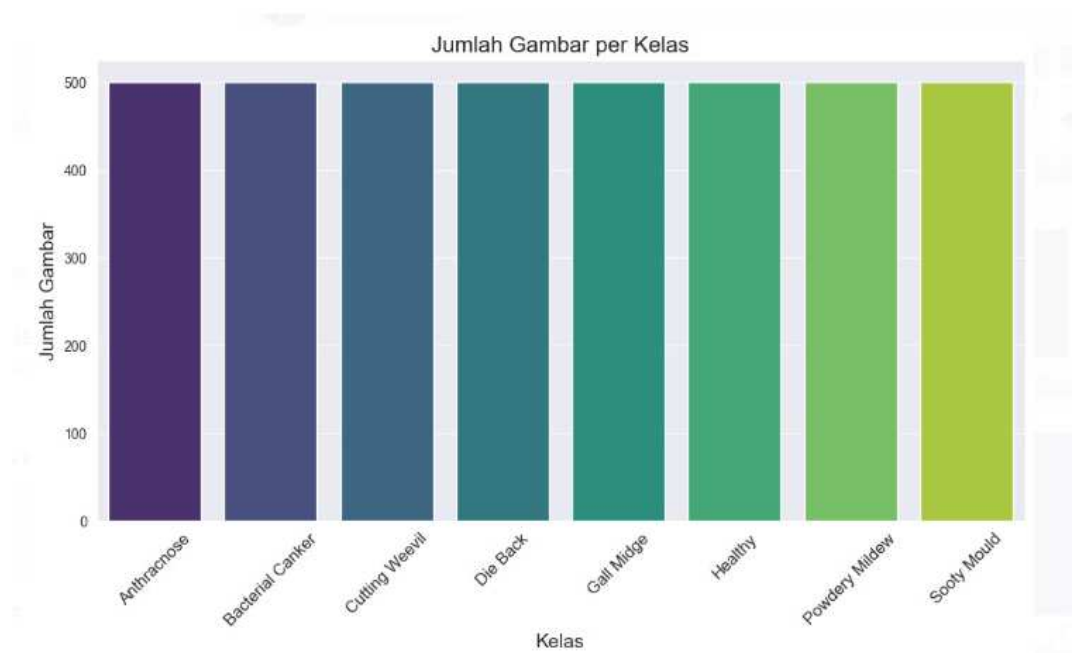
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



### 3) Data Preparation

*Data Preparation* adalah tahapan setelah *Data Understanding* dimana tahapan ini bertujuan untuk memahami karakteristik data yang telah dikumpulkan.

Distribusi *class* pada dataset dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 16.** Distribusi Dataset

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Gambar 16 tersebut menyajikan distribusi jumlah data untuk setiap kelas dalam dataset yang digunakan dalam penelitian. Diagram batang menunjukkan delapan kelas, yaitu *Anthraco**se*, *Bacterial Canker*, *Cutting Weevil*, *Die Back*, *Gall Midge*, *Healthy*, *Powdery Mildew*, dan *Sooty Mould*. Setiap kelas memiliki distribusi jumlah gambar yang sama yaitu 500 gambar untuk setiap kelas.

Keseimbangan jumlah gambar ini memberikan keuntungan signifikan dalam pengembangan model pembelajaran mesin, khususnya untuk tugas klasifikasi gambar. Dengan distribusi yang merata, risiko bias terhadap kelas tertentu dapat diminimalkan, sehingga model dapat belajar secara adil dan efektif. Hal ini juga memastikan kemampuan model untuk mengenali pola dari setiap kelas dengan lebih baik, serta meningkatkan kinerjanya dalam menggeneralisasi data yang belum terlihat sebelumnya. Secara keseluruhan, distribusi yang seimbang ini mencerminkan kualitas dataset yang ideal untuk penelitian dan implementasi lebih lanjut.

#### 4) *Modeling*

*Modelling* adalah tahap pengembangan model meliputi pemilihan algoritma dan *training* data dan menerapkan CNN (*Convolution Neural Network*) dengan metode *transfer learning* arsitektur *EfficientNet-B0*.

## Protected by PDF Anti-Copy Free

### 5) **Evaluation** (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Merupakan tahap dimana dilakukan pengujian performansi terhadap model yang telah dibangun. Metode pengujian yang dilakukan meliputi: *confusion matrix* dan *classification report*.

### 6) **Deployment**

Setelah didapatkan model baik atau yang siap digunakan, tahap *deployment* ini mengimplementasikan penerapan dari model yang sudah dibuat. Model disimpan dalam format *.h5* sehingga bisa dijalankan dan tidak diperlukan proses *training* kembali.

## 4. Waktu dan Tempat Penelitian

### a. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan sejak bulan Oktober 2024 sampai dengan bulan Februari 2025.

**Tabel 4.** Waktu Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Waktu Kegiatan																			
		Okt 2024				Nov 2024				Des 2024				Jan 2025				Feb 2025			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Pengajuan Judul	■	■																		
2.	Analisa			■																	
3.	Penulisan Proposal				■	■	■														
4.	Bimbingan Proposal							■													
5.	Seminar Proposal								■												
6.	Revisi Seminar Proposal											■									
7.	Pembuatan Skripsi												■	■	■						
8.	Bimbingan Skripsi																■	■			
9.	Ujian Skripsi																				■

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

### b. Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Unit laboratorium terpadu dan pusat komputer Universitas Pangsani yang beralamatkan Jl. HM Soeharto Kelurahan Lubuk Kupang, Kecamatan Lubuk Linggau Selatan I, Kota Lubuklinggau, Sumatera Selatan kode pos 31626.

## 5. Alat dan Bahan

### a. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa *software* dan *hardware* yaitu:

- 1) *Software* :
  - a) Sistem Operasi Windows 10
  - b) *Chrome*
  - c) *Jupiter Notebook*
- 2) *Hardware*

Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa perangkat keras (*Hardware*) yaitu sebagai berikut :

1. Laptop Asus
2. *Printer* Canon IP 2770
3. *Flashdisk* Toshiba 32 GB

### b. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan bahan pendukung lainnya yaitu sebagai berikut :

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

1. Kertas A4 80 Gram

2. Tinta Canon



### 6. Analisis Kebutuhan dan Sistem

#### a. Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan meliputi pengumpulan data citra diambil pada *website* penyedia dataset *public* yaitu *kaggle*, Dataset diambil pada *website* penyedia dataset *public* yaitu *kaggle*, dataset berjumlah 3.159 data. Jumlah kelas sebanyak 8 (delapan) antara lain: *Anthracnose*, *Bacterial Canker*, *Cutting Weevil*, *Die Back*, *Gall Midge*, *Healthy*, *Powdery Mildew*, dan *Sooty Mould*.

#### b. Analisis Desain Sistem

Dengan menelaah terhadap beberapa aspek, agar sistem ini dapat berjalan dengan baik maka harus memperhatikan hal-hal seperti berikut:

- 1) Model yang dibuat merupakan model *transfer learning* dengan arsitektur *EfficientNet-B0* yang sudah *goodfitting*, jadi apabila terjadi *overfitting* maka harus memperbaiki model seperti menambahkan *dropout* pada tahapannya. Dan apabila terjadi *underfitting* maka harus memperbaiki datasetnya.
- 2) Agar dapat menjalankan sistem dengan baik, *library* yang dibutuhkan antara lain: *tensorflow*, *numpy*, *pandas*, *seaborn*, *cv2*, *matplotlib*, *tensorflow*, dan *keras*.



## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

### 7. Metode Pengujian Sistem

Pengujian Adapun metode pengujian sistem dalam penelitian ini adalah *Confusion Matrix*. *Confusion Matrix* bertujuan menggambarkan performa dari sebuah model atau algoritma secara spesifik. Seperti yang terlihat pada tabel berikut:

**Tabel 5.** Metode Pengujian Sistem

	<i>Predicted Negative</i>	<i>Predicted Positive</i>
<i>Actual Negative</i>	<i>True Negative (TN)</i>	<i>False positive (FP)</i>
<i>Actual Positive</i>	<i>False Negative (FN)</i>	<i>True positive (TP)</i>

Penjelasan *Confusion Matrix* diatas:

- 1) *True Positive*, data-data yang memiliki kelas positif, dan model juga memprediksi benar positif.
- 2) *True Negative*, data-data yang memiliki kelas positif, dan model memprediksi juga benar negatif.
- 3) *False Positive*, data-data yang memiliki kelas positif, namun model memprediksi positif.
- 4) *False Negative*, data-data yang memiliki kelas positif, namun model memprediksi negatif.

Melalui data tersebut, dapat diperoleh data data lain untuk mengukur perfoma sebuah model, antara lain:

- 1) *Accuracy*, total keseluruhan seberapa sering model benar dalam klasifikasi penyakit mangga. Formula *accuracy* dapat ditulis menggunakan persamaan berikut:

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

$$\frac{TP + TN}{Total}$$

- 2) *Precision*, ketika model memprediksi positif, seberapa sering prediksi itu benar. Formula *precision* dapat ditulis menggunakan persamaan berikut:

$$\frac{TP}{FP + TP}$$

- 3) *Recall (Sensitivity / True Positive Rate)*, ketika kelas aktualnya positif, seberapa sering model memprediksi positif. Formula *recall* dapat ditulis menggunakan persamaan berikut:

$$\frac{TP}{FN + TP}$$

- 4) *F1-Score*, merupakan rata-rata harmonik dari *Precision* dan *Recall*.

Formula *f1-score* dapat ditulis menggunakan persamaan berikut:

$$2 * \frac{precision * recall}{precision + recall}$$

## 8. Rancangan Sistem

Berikut ini rancangan dari deteksi penyakit tanaman mangga dengan arsitektur *EfficientNet-B0*.

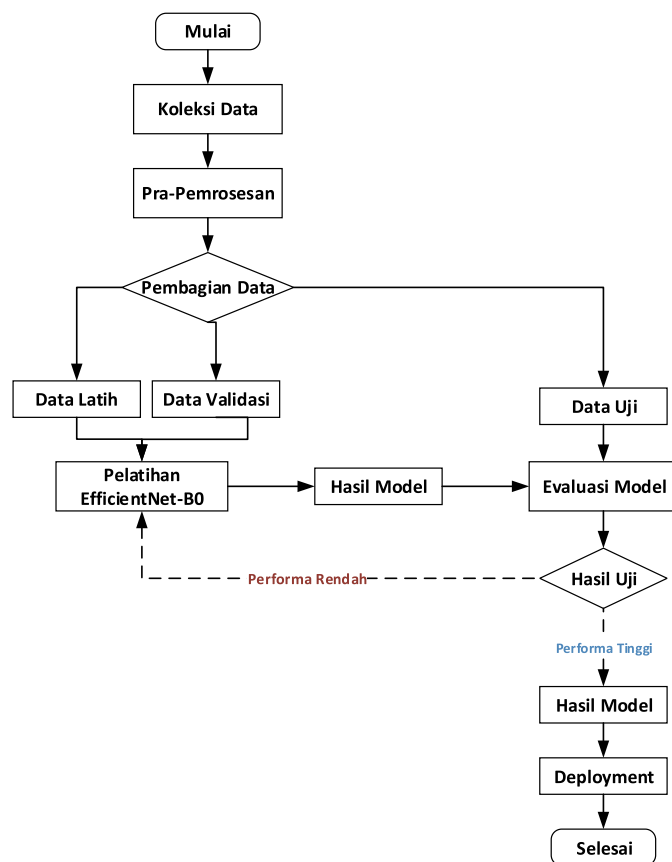
### a. Alur kerja sistem

Alur kerja sistem berawal dari proses pengumpulan data atau data *collection* yaitu pengambilan *dataset*, kemudian dilakukan *pre-processing* data, kemudian dilakukan *split* data (permbagian data) dari keseluruhan data set menjadi data train, data *test* dan data validasi. Kemudian dilakukan proses pelatihan dengan *EfficientNet-B0*. Setelah model mencapai *goodfitting*, maka dilakukan pengujian dengan

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

menggunakan data *testing* yang dilanjutkan dengan melakukan evaluasi model dengan meninjau hasil uji performansi, jika hasil performa dari model buruk (akurasi rendah) maka akan dikembalikan untuk dilakukan *training* ulang, dan jika nilai hasil model setelah dilakukan uji performa bernilai bagus (akurasi tinggi) maka model tersebut akan dilakukan proses *deployment*. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 17.



**Gambar 17.** Alur Kerja Sistem

Berikut ini penjelasan dari Alur kerja Sistem yang dikembangkan:

### 1) *Data Collection*

Melakukan pengambilan dataset penyakit tanaman mangga pada *website kaggle*.

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

### 2) *Pre-processing*

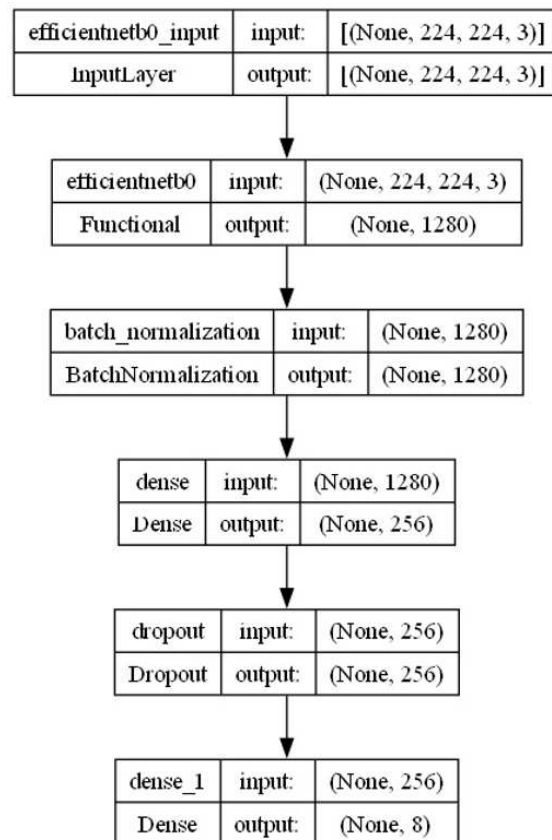
Sebelum melakukan pelatihan, kami melakukan pra-pemrosesan data untuk memastikan keakuratan dan kualitas dataset. Adapun tahapan-tahapan *pre-processing* yang dilakukan *resize* dan *rescale* gambar.

### 3) *Split Data*

Langkah selanjutnya melakukan pembagian data pada dataset yaitu data latih, data uji dan data validasi.

### 4) Arsitektur *EfficientNet-B0*

Arsitektur *EfficientNet-B0* digunakan untuk pengelompokan jenis penyakit pada tanaman mangga.



**Gambar 18.** Alur Kerja *EfficientNet-B0*

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Gambar 18 di atas menunjukkan model yang digunakan dalam penelitian ini adalah *EfficientNet-B0* yang dimodifikasi untuk tugas klasifikasi penyakit pada daun mangga. *EfficientNet-B0* merupakan salah satu model *deep learning* berbasis *Convolutional Neural Network (CNN)* yang dirancang dengan koneksi langsung antara layer-layer tertentu, memungkinkan transfer informasi yang lebih efisien. Berikut ini adalah deskripsi dari setiap komponen arsitektur yang digunakan.

### 5) Pelatihan Model

Proses pelatihan model dilakukan menggunakan arsitektur *EfficientNet-B0*, yang dimulai dari gambar daun mangga, kemudian dilakukan *preprocessing*, kemudian dilakukan pelatihan.

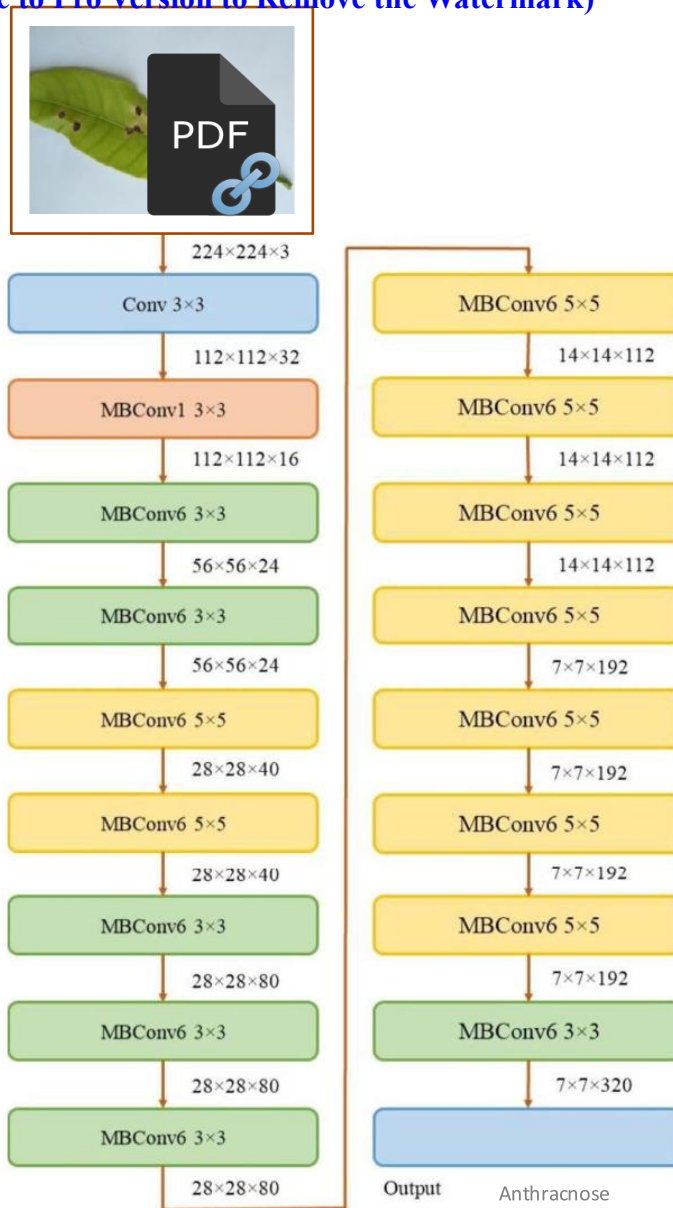
### 6) Evaluasi Model

Melakukan evaluasi terhadap model yang dihasilkan dengan menghitung berapa besar akurasi, evaluasi model tersebut menggunakan *confusion matrix*.

## b. Rancangan Sistem

Untuk rancangan keseluruhan sistem pada penelitian klasifikasi penyakit pada tanaman mangga menggunakan citra daun dengan menggunakan metode *transfer learning* *EfficientNet-B0* dapat dilihat pada Gambar 19.

**Protected by PDF Anti-Copy Free**  
 (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



**Gambar 19.** Rancangan Sistem

Keterangan dari rancangan sistem diatas adalah:

1) *InputLayer*

Model menerima input gambar daun mangga berwarna dengan resolusi (224, 224, 3). Resolusi ini dipilih untuk menyeimbangkan kualitas informasi visual dan efisiensi komputasi.

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

### 2) *EfficientNetB0 Functional*

*Model EfficientNetB0* digunakan sebagai fitur ekstraktor, yang telah dilatih sebelumnya (*pre-trained*) pada *dataset* besar seperti *ImageNet*. Lapisan ini mengekstrak fitur penting dari gambar daun mangga, seperti pola bercak, perubahan warna, atau tekstur yang menjadi indikator penyakit. *Output* fitur berdimensi (1280) mencakup representasi mendalam dari karakteristik daun.

### 3) *BatchNormalization*

Lapisan normalisasi memastikan distribusi data fitur yang stabil, membantu model mempelajari pola penyakit seperti *Anthracoze*, *Bacterial Canker*, *Powdery Mildew*, dan lainnya dengan lebih efektif.

### 4) *Dense Layer (256 neurons)*

Lapisan padat pertama mereduksi dimensi fitur dan memungkinkan model mempelajari kombinasi fitur yang lebih spesifik untuk membedakan antara jenis penyakit pada daun mangga.

### 5) *Dropout*

Teknik dropout diterapkan untuk mencegah overfitting, terutama karena variasi gambar daun bisa signifikan, seperti perbedaan pencahayaan, posisi, atau ukuran daun.

### 6) *Dense Layer (8 neurons)*

Lapisan terakhir memiliki 8 neuron, yang sesuai dengan jumlah kelas penyakit daun mangga, termasuk *Healthy* (sehat). *Output* ini

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

merepresentasikan probabilitas bahwa gambar daun termasuk dalam salah satu dari beberapa kelas, seperti *Anthracnose*, *Bacterial Canker*, *Cutting Weevil*, *Leaf Miner*, *Gall Midge*, *Powdery Mildew*, *Sooty Mould*, atau daun sehat.


Dengan memanfaatkan arsitektur ini, diharapkan model mampu mengklasifikasikan penyakit daun mangga secara akurat berdasarkan pola visual yang ditangkap oleh *EfficientNetB0*. Proses ini sangat bermanfaat dalam mendeteksi penyakit sejak dini, membantu petani mengambil tindakan pencegahan atau perawatan yang tepat untuk meningkatkan produktivitas tanaman mangga.



## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

### DAFTAR PUSTAKA

- 
- [1] K. Citra, P. Daun, and T. ... "Klasifikasi Citra Penyakit Daun Tanaman Padi Menggunakan CNN dan Arsitektur VGG-19," *J. Sains dan Inform.*, vol. 9, no. 1, pp. 37–45, 2023, doi: 10.22216/jsi.v9i1.2175.
- [2] Fitrianiingsih and Rodiah, "Klasifikasi Jenis Citra Daun Mangga Menggunakan Convolutional Neural Network," *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 25, no. 3, pp. 223–238, 2020, doi: 10.35760/tr.2020.v25i3.3519.
- [3] A. Agustina, F. Yanto, E. Budianita, I. Iskandar, and F. Syafria, "Klasifikasi Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Metode Cnn Arsitektur Densenet-121 Dan Augmentasi Data," *J. Inf. Syst. Informatics Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 124–134, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.35145/joisie.v8i1.4256>.
- [4] W. G. Pamungkas, M. I. P. Wardhana, Z. Sari, and Y. Azhar, "Leaf Image Identification: CNN with EfficientNet-B0 and ResNet-50 Used to Classified Corn Disease," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 7, no. 2, pp. 326–333, 2023, doi: 10.29207/resti.v7i2.4736.
- [5] I. Yuni Wulandari, N. Indroasyoko, R. Mudia Alti, Y. N. Asri, and R. Hidayat, "Pengenalan Sistem Deteksi Objek untuk Anak Usia Dini Menggunakan Pemrograman Python," *Remik*, vol. 6, no. 4, pp. 664–673, 2022, doi: 10.33395/remik.v6i4.11772.
- [6] J. N. S. Sulaiman, Nurhayati, "SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA PENYAKIT TANAMAN MANGGA ARUMANIS DENGAN METODE CERTAINTY FACTOR," *J. Tek.*, vol. 35, no. 3, 2021.
- [7] T. Ayu, V. Dwi, and A. E. Minarno, "Pendiagnosa Daun Mangga Dengan Model Convolutional Neural Network," *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 6, no. 2, p. 230, 2021, doi: 10.24114/cess.v6i2.22857.
- [8] S. Solikin, "Deteksi Penyakit Pada Tanaman Mangga Dengan Citra Digital : Tinjauan Literatur Sistematis (SLR)," *Bina Insa. Ict J.*, vol. 7, no. 1, p. 63, 2020, doi: 10.51211/biict.v7i1.1336.

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

- [9] N. Yudistira, "Peran Big Data dan Deep Learning untuk Menyelesaikan Permasalahan Secara Komprehensif," *Expert J. Manaj. Sist. Inf. dan Teknol.*, vol. 11, no. 2, pp. 1-6, 2023, doi: 10.36448/expert.v11i2.2063.
- [10] A. Mustikarini, *Agenda Bisnis dan Ekonomi Topik Terkini Teknologi Terbarukan*, vol. 01. 2016.
- [11] A. Ahmad Hania, "Mengenal Artificial Intelligence, Machine Learning, & Deep Learning," *J. Teknol. Indones.*, vol. 1, no. June, pp. 1-6, 2017, [Online]. Available: <https://amt-it.com/mengenal-perbedaan-artificial-intelligence-machine-learning-deep-learning/>.
- [12] V. Salim, A. Abdullah, and P. Y. Utami, "Klasifikasi Citra Penyakit Tanaman pada Daun Paprika dengan Metode Transfer Learning Menggunakan DenseNet-201," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 13, no. 2, pp. 3001-3014, 2024, doi: 10.33022/ijcs.v13i2.3746.
- [13] N. H. Putri, J. Jasril, M. Irsyad, S. Agustian, and F. Yanto, "Klasifikasi Citra Stroke Menggunakan Augmentasi dan Convolutional Neural Network EfficientNet-B0," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 7, no. 2, p. 650, 2023, doi: 10.30865/mib.v7i2.5981.
- [14] S. Ahmad, P. Singh, and A. K. Sagar, "A Survey on Big Data Analytics," *Proc. - IEEE 2018 Int. Conf. Adv. Comput. Commun. Control Networking, ICACCCN 2018*, vol. 4, pp. 256-260, 2018, doi: 10.1109/ICACCCN.2018.8748774.
- [15] F. Marpaung, F. Aulia, and R. C. Nabila, *Computer Vision Dan Pengolahan Citra Digital*. Pustaka Aksara, 2022.
- [16] Y. Amrozi, D. Yuliati, A. Susilo, N. Novianto, and R. Ramadhan, "Klasifikasi Jenis Buah Pisang Berdasarkan Citra Warna dengan Metode SVM," *J. Sisfokom (Sistem Inf. dan Komputer)*, vol. 11, no. 3, pp. 394-399, 2022, doi: 10.32736/sisfokom.v11i3.1502.
- [17] J. A. Bunge and D. H. Judson, "Implementasi Data Mining Menggunakan CRISP-DM Pada Sistem Informasi Eksekutif Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Tengah," *Encycl. Soc. Meas. Three-Volume Set*, vol. 1, pp. V1-617-V1-624, 2004, doi: 10.1016/B0-12-369398-5/00159-6.

## Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

- [18] A. Salam, F. Yanto, S. Agustian, and S. Ramadhani, "KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Perbandingan Klasifikasi Citra CT-Scan Kanker Paru-Paru Menggunakan PDF Stretching Pada CNN dengan EfficientNet-B0," *Media*, vol. 4, no. 3, pp. 1341–1351, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i3.1448.
- [19] A. N. Fajrina, Z. H. Pradana, S. I. Purnama, and S. Romadhona, "Penerapan Arsitektur EfficientNet-B0 Pada Klasifikasi Leukimia Tipe Acute Lymphoblastik Leukimia," *J. Ris. Rekayasa Elektro*, vol. 6, no. 1, p. 59, 2024, doi: 10.30595/jrre.v6i1.22090.
- [20] A. H. Nurfauzi, Y. Azhar, and D. R. Chandranegara, "Penerapan Model EfficientNetV2-B0 pada Benchmark IP102 Dataset untuk Menyelesaikan Masalah Klasifikasi Hama Serangga," *Repositor*, vol. 5, no. 3, pp. 805–814, 2023.