

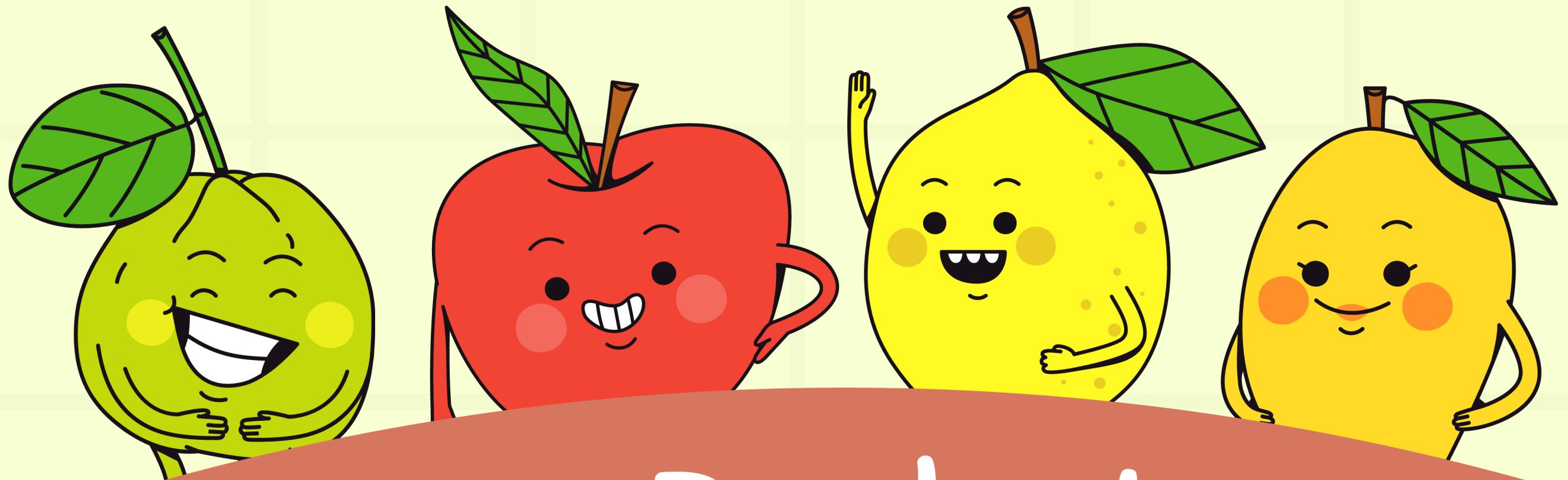
PENERAPAN FUZZY LOGIC DAN CNN UNTUK MENILAI TINGKAT KESEGARAN BUAH DAN SAYUR

Laporan Akhir Tugas Besar
Dasar Kecerdasan Artificial

disusun oleh :

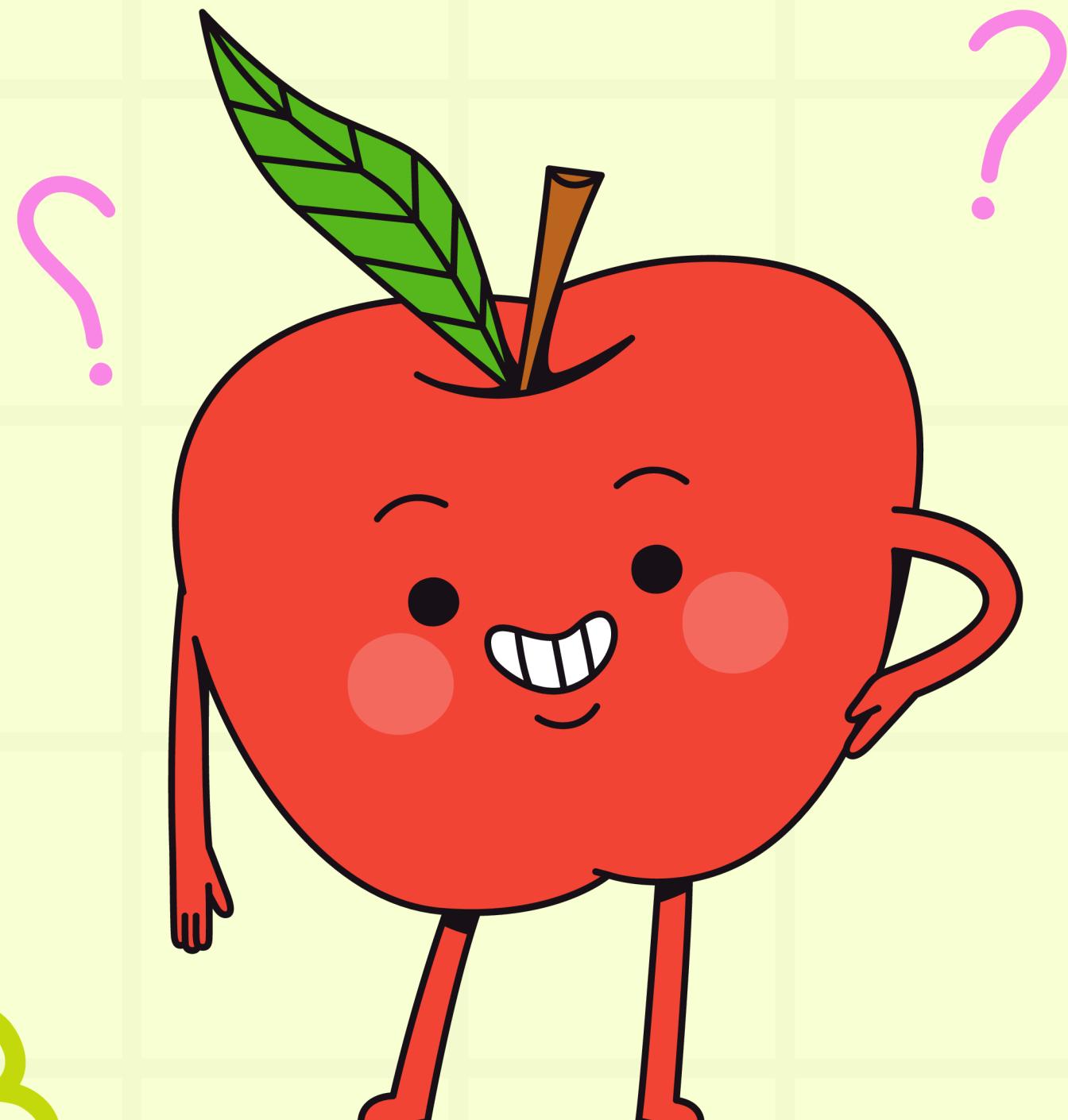
Auliya Ma'rifah - 103012300043
Almadinatul Munawara - 103012300425

Kesegaran Buah dan Sayur



Pendahuluan

Dalam bidang pertanian, distribusi, dan industri pangan, penilaian kesegaran buah dan sayur merupakan aspek penting yang memengaruhi kualitas dan daya jual produk. Proses klasifikasi kesegaran biasanya dilakukan secara manual oleh manusia, yang sering kali menimbulkan ketidakkonsistenan dan kurang efisien dalam skala besar. Dengan kemajuan teknologi pengolahan citra dan kecerdasan buatan, khususnya Convolutional Neural Network (CNN), proses ini dapat diotomatisasi. CNN memiliki kemampuan mengenali pola visual kompleks pada citra buah dan sayur untuk mengklasifikasikan apakah produk tersebut dalam kondisi segar (fresh) atau tidak segar (stale).



<https://www.kaggle.com/datasets/raghavrpotdar/fresh-and-stale-images-of-fruits-and-vegetables>

Dataset

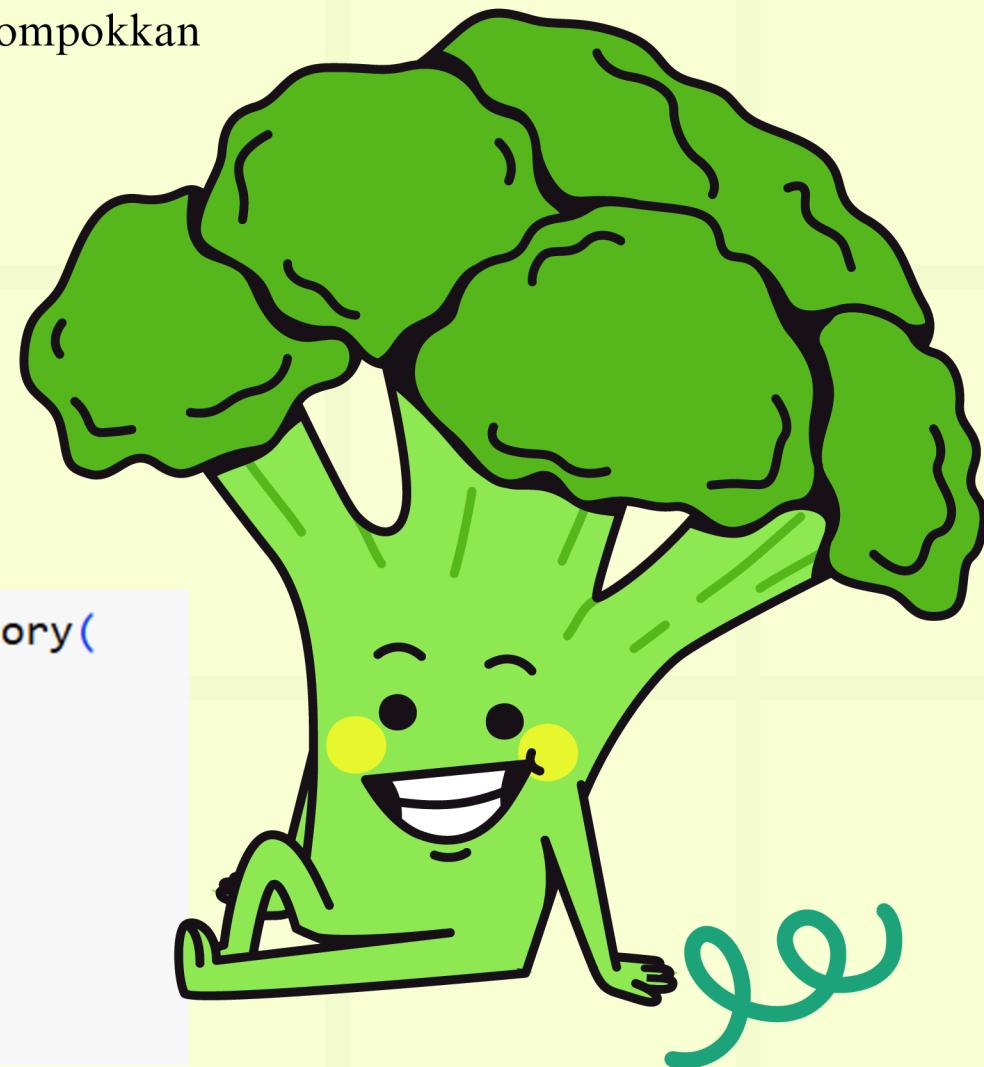
Dataset yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Kaggle dengan judul “Fresh and Stale Images of Fruits and Vegetables” yang dikembangkan oleh Raghav R. Potdar. Dataset ini berisi kumpulan gambar buah dan sayuran dalam dua kategori utama: fresh (segar) dan stale (tidak segar).

```
train_dir = "/content/drive/MyDrive/dataset/fresh_stale/train"  
val_dir = "/content/drive/MyDrive/dataset/fresh_stale/val"  
  
train_datagen = ImageDataGenerator(rescale=1./255,  
                                     rotation_range=30,  
                                     width_shift_range=0.2,  
                                     height_shift_range=0.2,  
                                     shear_range=0.2,  
                                     zoom_range=0.2,  
                                     horizontal_flip=True)  
  
val_datagen = ImageDataGenerator(rescale=1./255)  
  
train_generator = train_datagen.flow_from_directory(  
    train_dir,  
    target_size=(150, 150),  
    batch_size=32,  
    class_mode='categorical'  
)
```

Secara umum, terdiri dari:

- 15.000+ gambar buah dan sayuran.
- Mencakup berbagai jenis produk seperti apel, pisang, jeruk, anggur, tomat, dan lainnya.
- Gambar memiliki resolusi bervariasi dan sudah dikelompokkan berdasarkan kondisi (fresh vs stale).

```
val_generator = val_datagen.flow_from_directory(  
    val_dir,  
    target_size=(150, 150),  
    batch_size=32,  
    class_mode='categorical',  
    shuffle=False  
)
```



TUJUAN

Membangun sebuah sistem klasifikasi citra berbasis Convolutional Neural Network (CNN) yang dapat mengidentifikasi kondisi kesegaran buah dan sayur berdasarkan gambar digital.

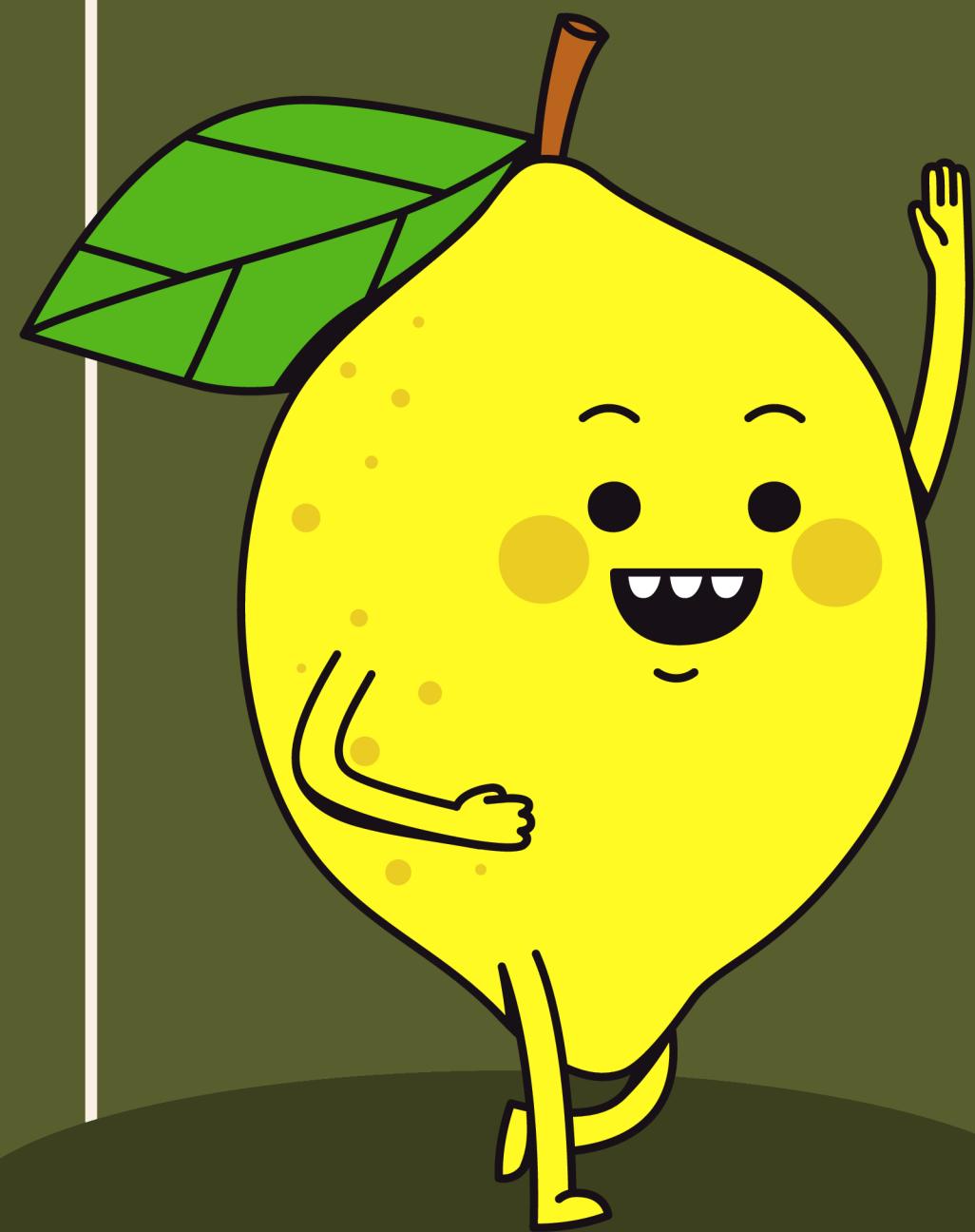
Menyediakan solusi otomatis dalam penilaian kesegaran produk pangan yang dapat digunakan oleh pelaku industri pangan, seperti pasar swalayan, gudang distribusi, dan industri pertanian.

Mengoptimalkan model CNN untuk mengenali pola dalam citra buah dan sayur agar dapat membedakan antara produk segar dan tidak segar dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Mengurangi ketidakakurasaan dan kesalahan manusia dalam proses pemeriksaan kesegaran produk pangan.



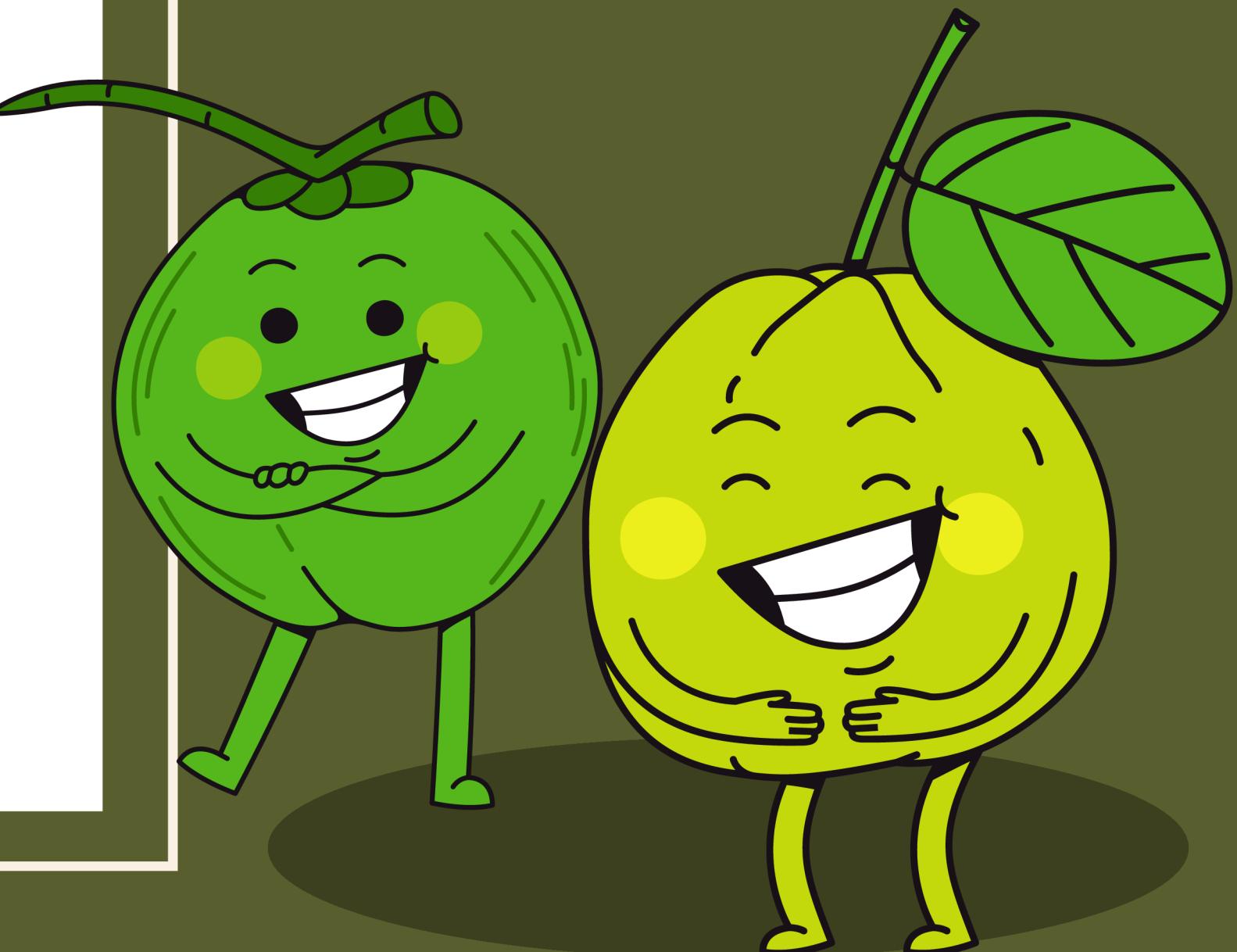
Rumusan Masalah



1. Bagaimana cara mengembangkan model CNN yang dapat mengenali perbedaan kesegaran pada buah dan sayur berdasarkan citra visual dengan akurasi yang tinggi?
2. Apa saja tantangan dalam pemrosesan citra buah dan sayur untuk memperoleh informasi yang akurat terkait kondisi kesegaran produk tersebut?
3. Bagaimana cara memanfaatkan dataset "Fresh and Stale Images of Fruits and Vegetables" untuk melatih dan menguji model CNN dalam tugas klasifikasi kesegaran?
4. Apa dampak penerapan sistem klasifikasi citra otomatis terhadap efisiensi dan akurasi dalam industri pangan?

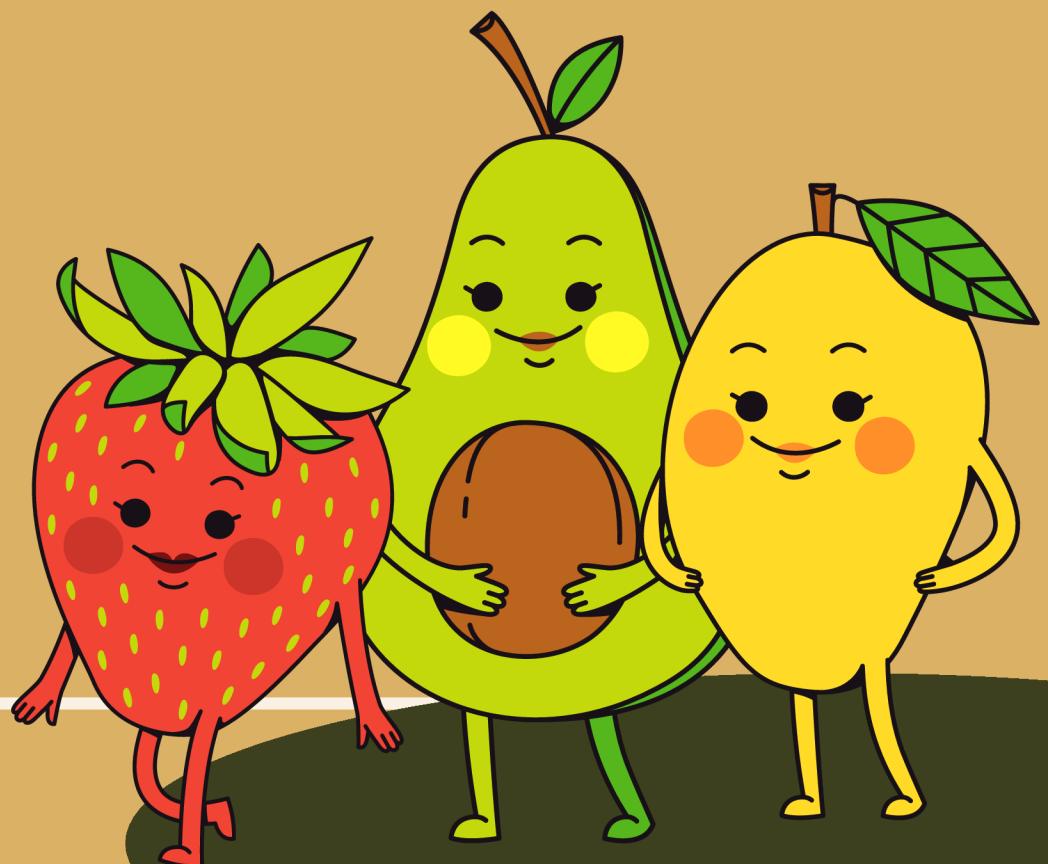
Fitur System

No.	Fitur	Penjelasan
1.	Klasifikasi Kondisi Kesegaran	Model CNN dapat mengklasifikasikan buah dan sayur ke dalam dua kategori: segar (fresh) dan tidak segar (stale).
2.	Pelatihan Model CNN dengan Dataset Realistik	Model CNN dilatih menggunakan dataset gambar yang memiliki label kondisi kesegaran, mencakup berbagai jenis buah dan sayur.
3.	Deteksi Fitur Visual	Sistem mengenali tekstur, warna, dan bentuk untuk membedakan buah dan sayur segar dari yang sudah tidak segar.
4.	Output Prediksi Otomatis	Sistem memberikan output prediksi secara otomatis, memungkinkan sortasi produk dengan cepat dan efisien.
5.	Antarmuka Pengguna yang Intuitif	Antarmuka pengguna yang mudah digunakan memungkinkan pengunggahan gambar dan menerima prediksi kondisi kesegaran secara real-time.
6.	Pengujian dan Evaluasi Model	Model dievaluasi menggunakan metrik seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score untuk memastikan kinerjanya.
7.	Kemampuan Adaptasi terhadap Jenis Buah dan Sayur Baru	Model dapat dikembangkan lebih lanjut menggunakan transfer learning untuk menyesuaikan dengan jenis produk baru yang tidak ada dalam dataset.



Tools

```
import tensorflow as tf
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import seaborn as sns
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Conv2D, MaxPooling2D, Flatten, Dense, Dropout
from tensorflow.keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator
from sklearn.metrics import confusion_matrix, classification_report
```



Google Colab

Platform cloud untuk pelatihan model menggunakan GPU/TPU.

NumPy

Library untuk manipulasi data numerik dan array.

OpenCV

Library pengolahan citra untuk pemrosesan dan augmentasi gambar.

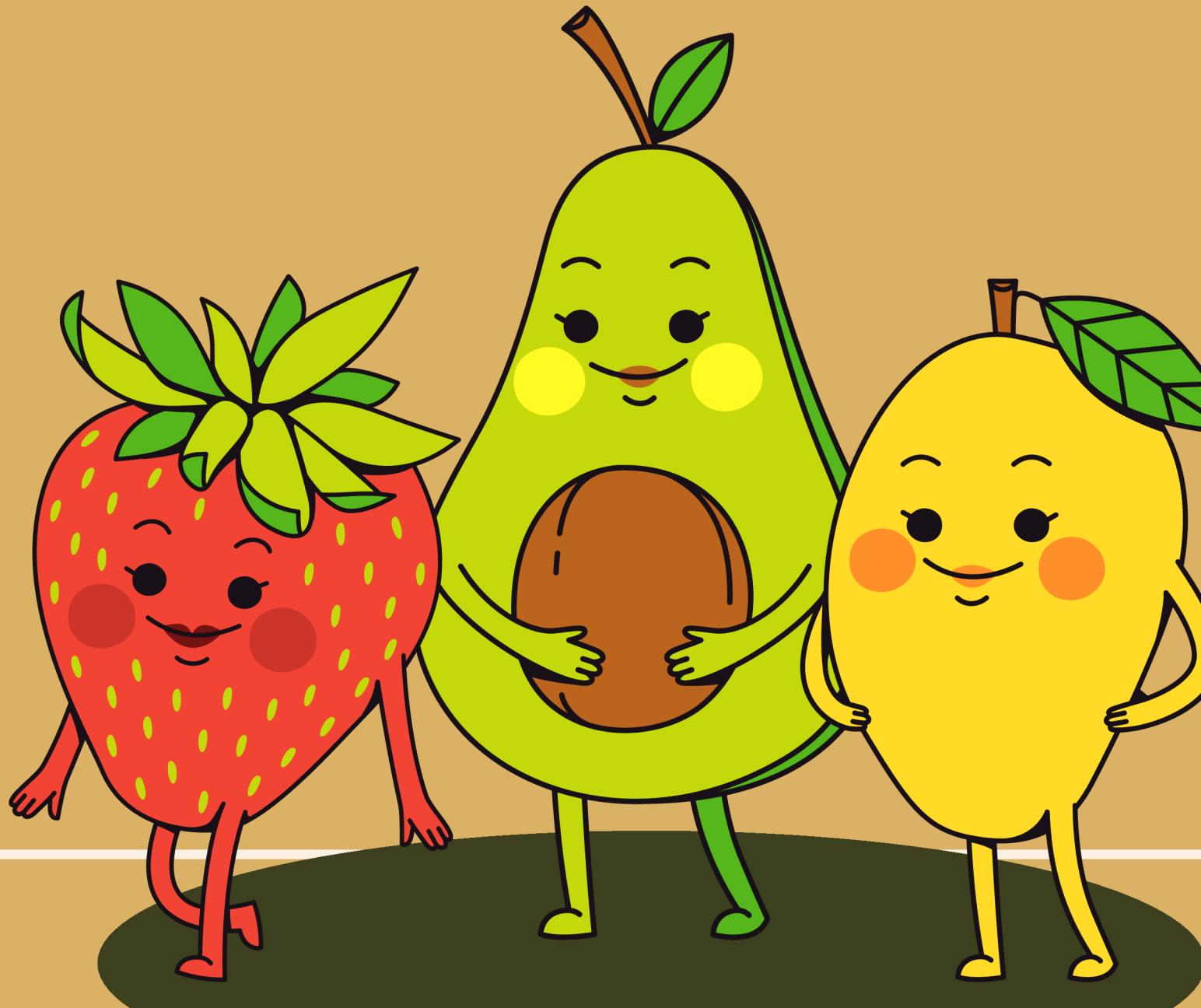
TensorFlow

Framework deep learning untuk membangun dan melatih model CNN.

Keras.

API high-level untuk mempermudah eksperimen dengan CNN.

Model CNN



```
model = Sequential([
    Conv2D(32, (3, 3), activation='relu', input_shape=(150, 150, 3)),
    MaxPooling2D(2, 2),
    Conv2D(64, (3, 3), activation='relu'),
    MaxPooling2D(2, 2),
    Flatten(),
    Dense(128, activation='relu'),
    Dropout(0.5),
    Dense(2, activation='softmax')
])

model.compile(optimizer='adam', loss='categorical_crossentropy', metrics=['accuracy'])
model.summary()
```

- Conv2D (32 filters, 3x3) + ReLU
- MaxPooling2D (2x2)
- Conv2D (64 filters) + ReLU
- MaxPooling2D
- Flatten → Dense (128) → Dropout (0.5) → Dense (2, Softmax)

ANALISIS KESEGERARAN BUAH DAN SAYUR MENGGUNAKAN CNN

PROYEK DEEP LEARNING MENGGUNAKAN CNN UNTUK KLASIFIKASI GAMBAR BUAH/SAYUR MENJADI SEGAR ATAU BASI.

```
▶ model = Sequential([
    Conv2D(32, (3,3), activation='relu', input_shape=(150,150,3)),
    MaxPooling2D(2,2),

    Conv2D(64, (3,3), activation='relu'),
    MaxPooling2D(2,2),

    Conv2D(128, (3,3), activation='relu'),
    MaxPooling2D(2,2),

    Flatten(),
    Dropout(0.5),
    Dense(512, activation='relu'),
    Dense(1, activation='sigmoid')
])

model.compile(optimizer='adam', loss='binary_crossentropy', metrics=['accuracy'])
model.summary()
```

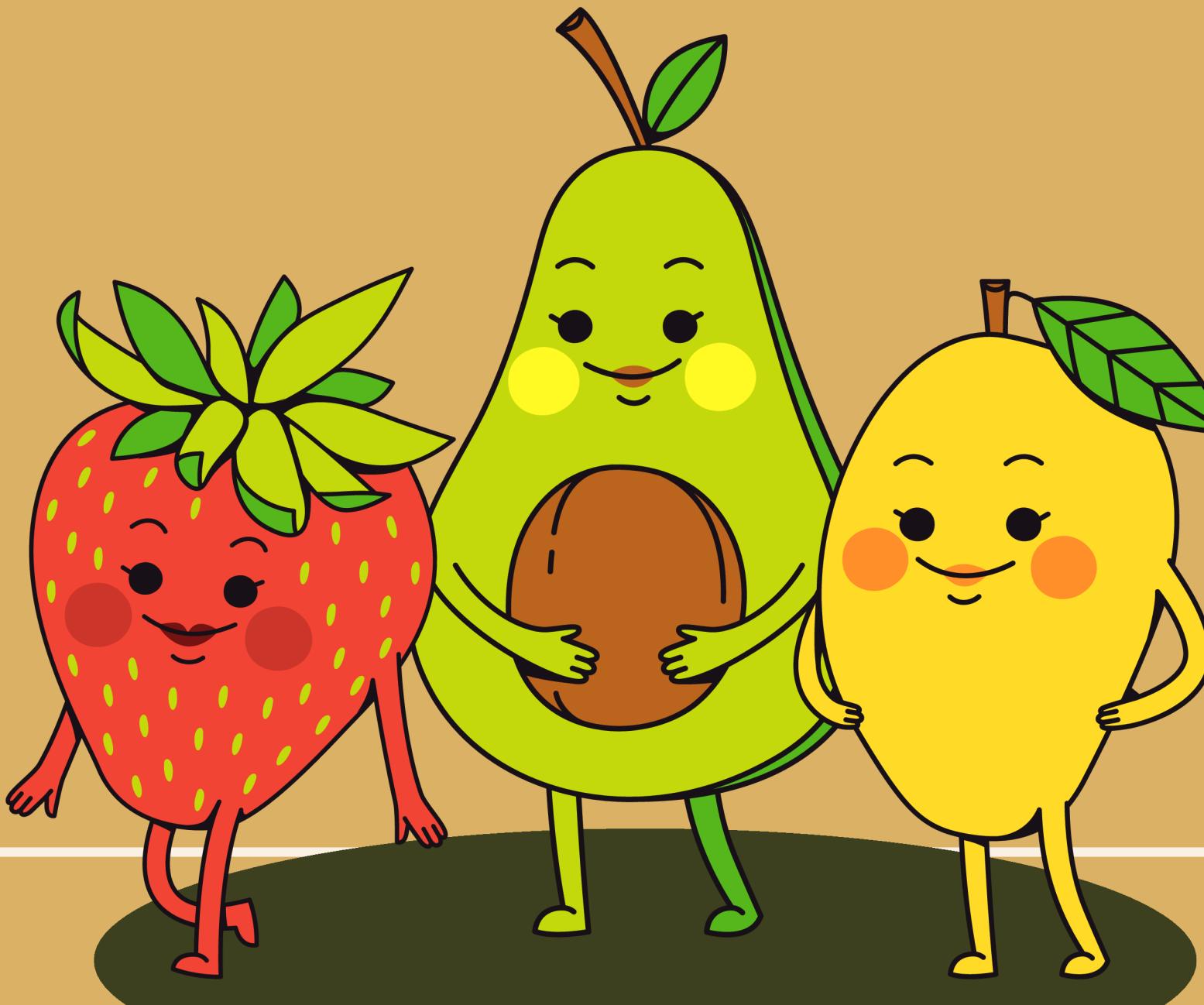
Outputnya:

Model: "sequential_1"		
Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 148, 148, 32)	896
max_pooling2d_2 (MaxPooling2D)	(None, 74, 74, 32)	0
conv2d_3 (Conv2D)	(None, 72, 72, 64)	18,496
max_pooling2d_3 (MaxPooling2D)	(None, 36, 36, 64)	0
conv2d_4 (Conv2D)	(None, 34, 34, 128)	73,856
max_pooling2d_4 (MaxPooling2D)	(None, 17, 17, 128)	0
flatten_1 (Flatten)	(None, 36992)	0
dropout_1 (Dropout)	(None, 36992)	0
dense_2 (Dense)	(None, 512)	18,940,416
dense_3 (Dense)	(None, 1)	513

Total params: 19,034,177 (72.61 MB)
Trainable params: 19,034,177 (72.61 MB)
Non-trainable params: 0 (0.00 B)



Fuzzy Logic

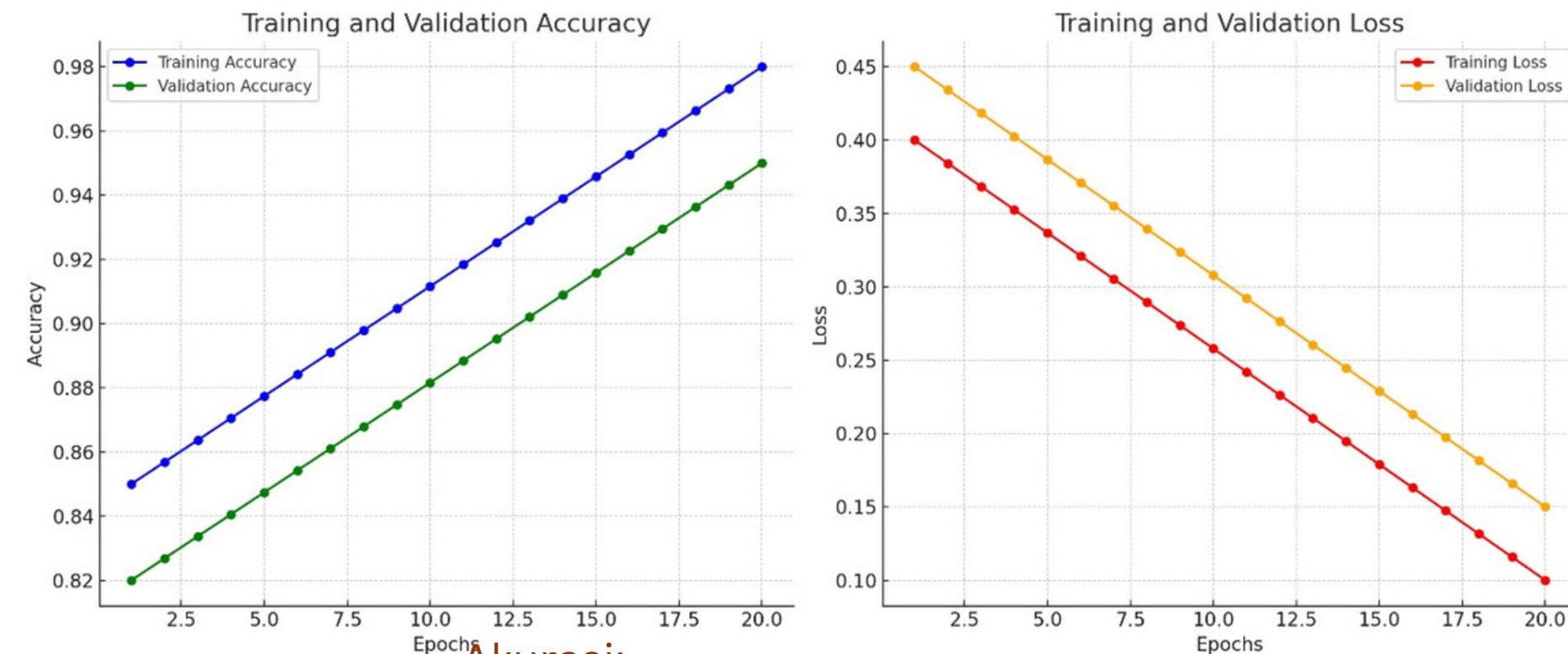


```
# Contoh sederhana fuzzy logic dengan if-else
def fuzzy_freshness(prob_fresh):
    if prob_fresh >= 0.8:
        return "Tingkat Kesegaran: Tinggi"
    elif 0.4 <= prob_fresh < 0.8:
        return "Tingkat Kesegaran: Sedang"
    else:
        return "Tingkat Kesegaran: Rendah"

# Simulasi
for prob in [0.9, 0.6, 0.3]:
    print(f"Probabilitas Fresh: {prob} -> {fuzzy_freshness(prob)}")
```

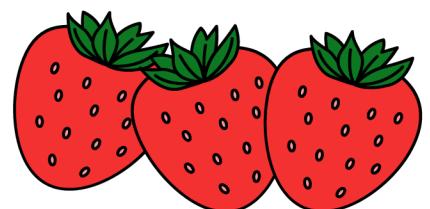
→ Probabilitas Fresh: 0.9 -> Tingkat Kesegaran: Tinggi
Probabilitas Fresh: 0.6 -> Tingkat Kesegaran: Sedang
Probabilitas Fresh: 0.3 -> Tingkat Kesegaran: Rendah

Grafik Akurasi & Loss



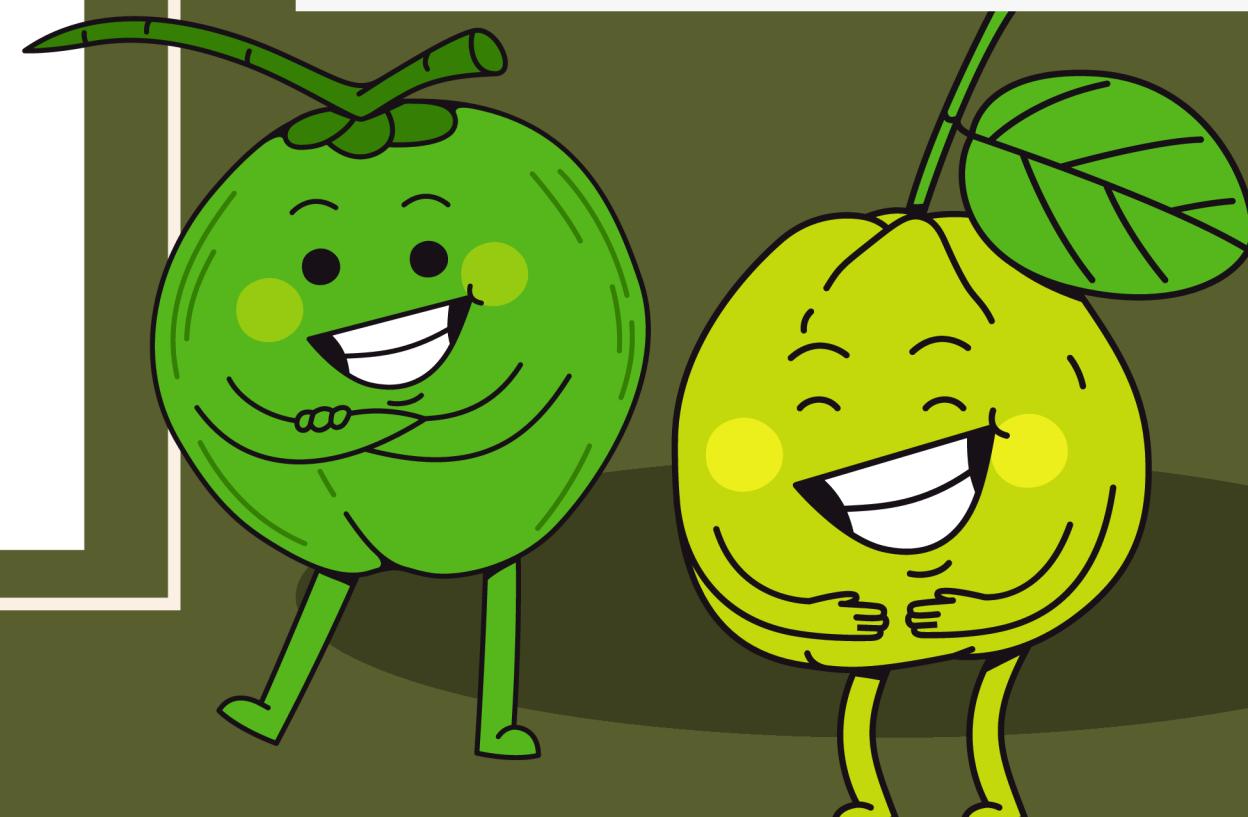
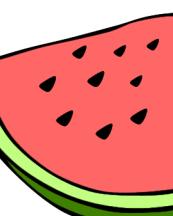
Akurasi:

- Training naik dari 85% → 98%
- Validation naik dari 82% → 95%
- Tanda bahwa model berjalan dengan baik



Loss:

- Loss training turun dari 0.4 → 0.1
 - Loss validasi turun dari 0.45 → 0.15
- ➡ Tidak terjadi overfitting (karena gap kecil antara training & validasi)



```
history = model.fit(train_generator, epochs=10, validation_data=val_generator)

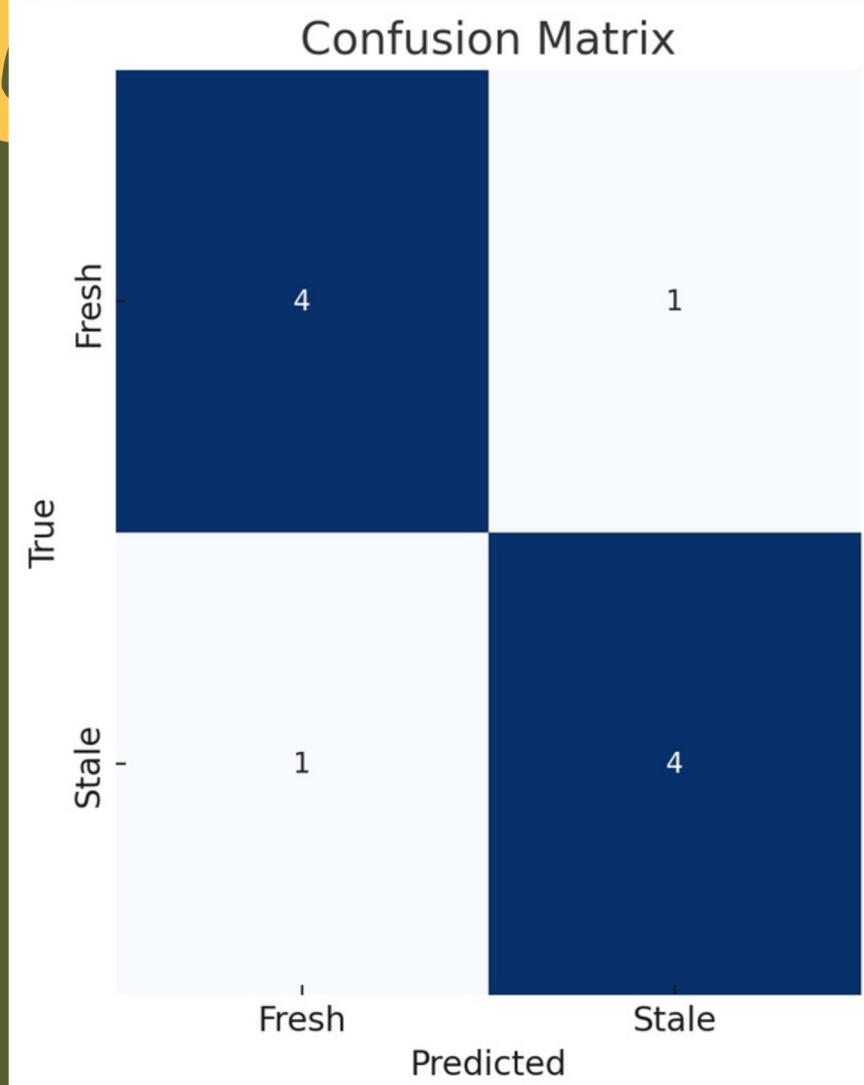
plt.figure(figsize=(12,5))

plt.subplot(1,2,1)
plt.plot(history.history['accuracy'], label='Train Accuracy')
plt.plot(history.history['val_accuracy'], label='Val Accuracy')
plt.title('Training and Validation Accuracy')
plt.legend()

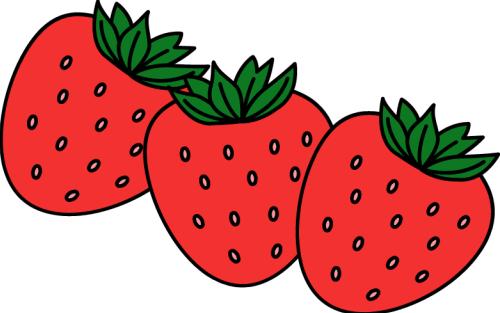
plt.subplot(1,2,2)
plt.plot(history.history['loss'], label='Train Loss')
plt.plot(history.history['val_loss'], label='Val Loss')
plt.title('Training and Validation Loss')
plt.legend()

plt.tight_layout()
plt.show()
```

Confusion Matrix



4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0



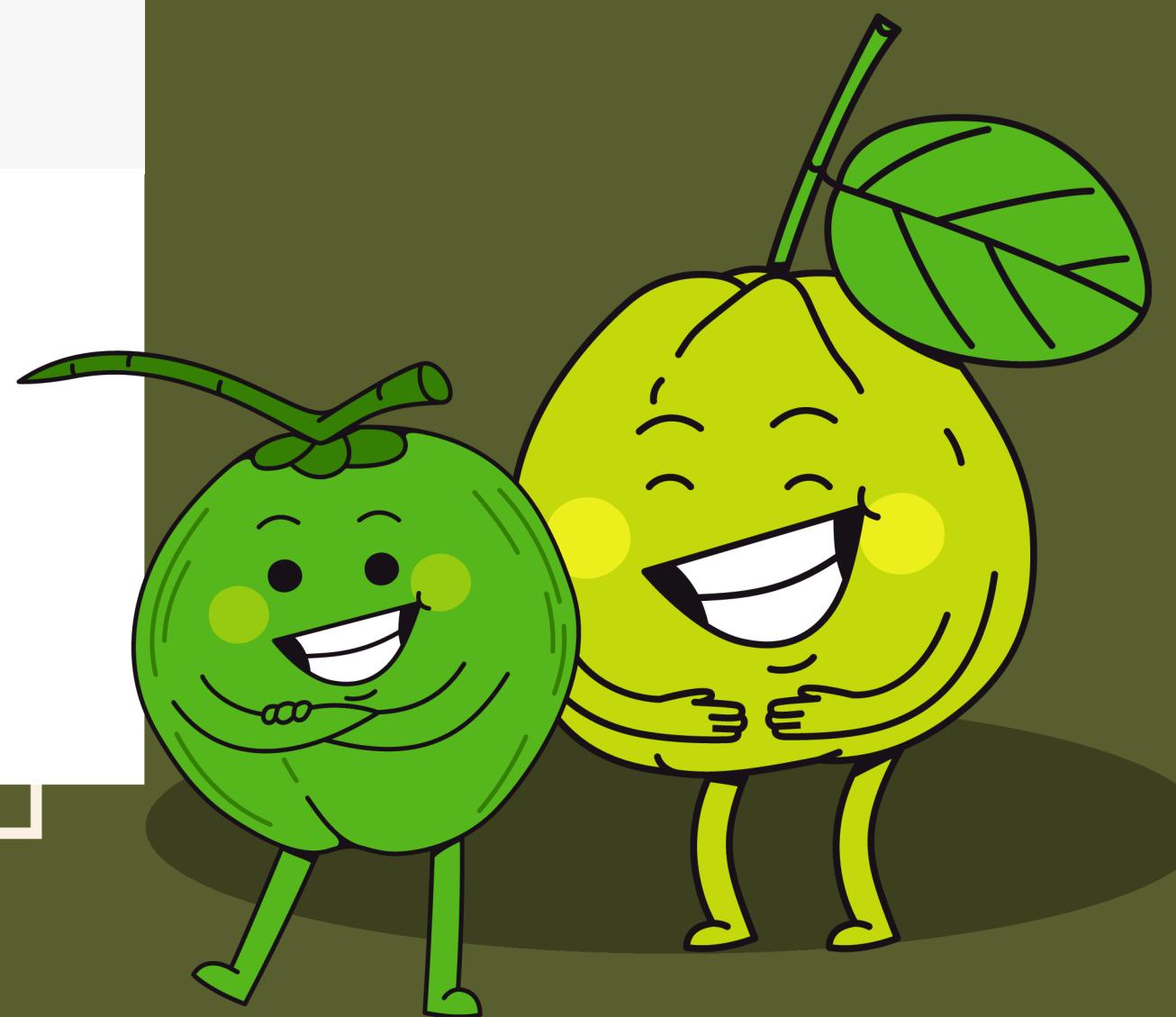
```
val_generator.reset()
Y_pred = model.predict(val_generator)
y_pred = np.argmax(Y_pred, axis=1)

print('Confusion Matrix')
cm = confusion_matrix(val_generator.classes, y_pred)
sns.heatmap(cm, annot=True, fmt='d', cmap='Blues', xticklabels=['Fresh', 'Stale'], yticklabels=['Fresh', 'Stale'])
plt.xlabel('Predicted')
plt.ylabel('True')
plt.title('Confusion Matrix')
plt.show()

print('Classification Report')
print(classification_report(val_generator.classes, y_pred, target_names=['Fresh', 'Stale']))
```

- Akurasi Tinggi: 80–90%
- Model cukup stabil dalam prediksi kedua kelas
- Evaluasi lebih lengkap: Precision, Recall, dan F1-Score (kalau ditambahkan)

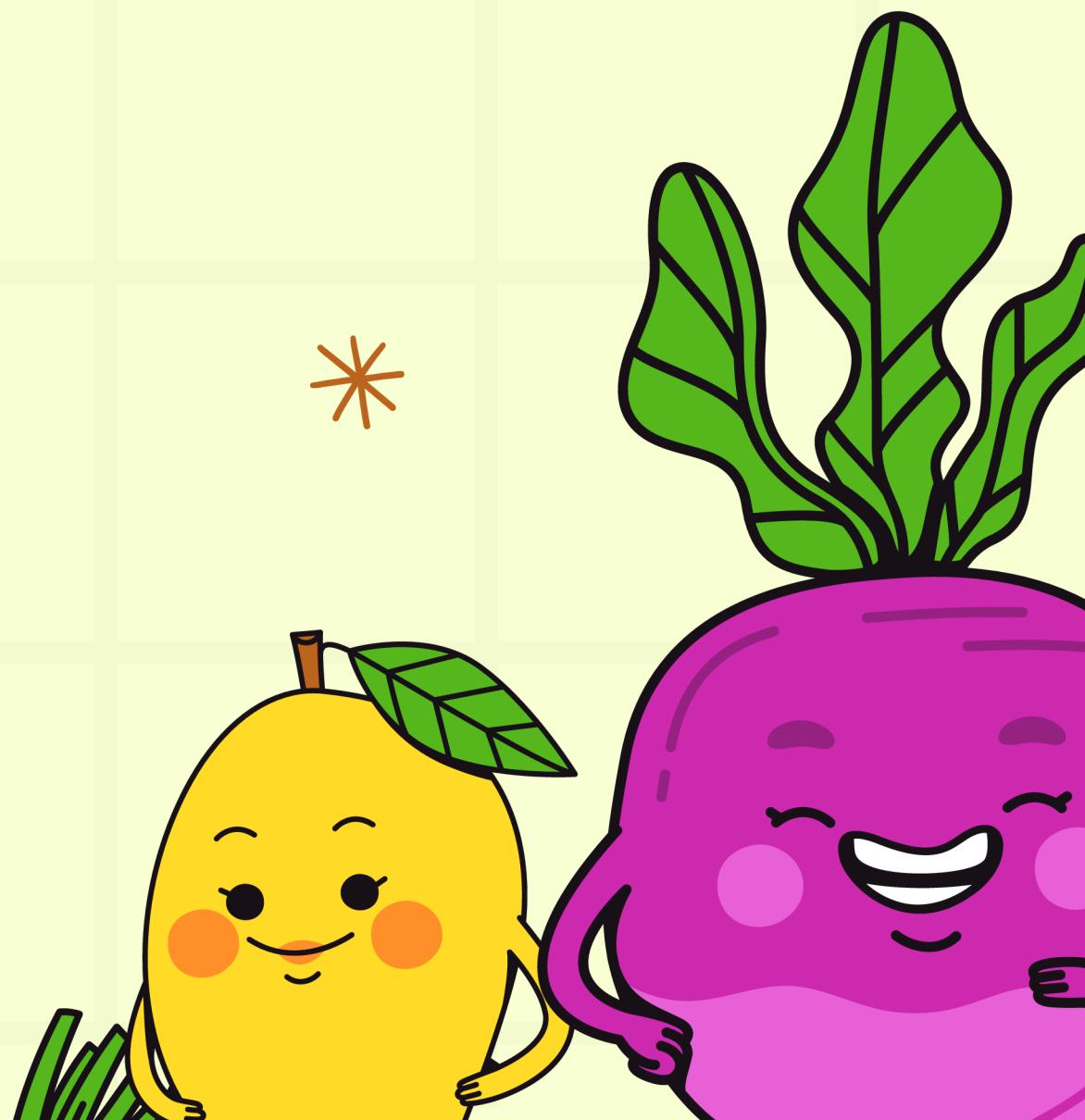
	Pred: Fresh	Pred: Stale
True: Fresh	4	1
True: Stale	1	4





Kesimpulan

Proyek ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi otomatis menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) dalam menilai kesegaran buah dan sayur berdasarkan citra digital. Dengan memanfaatkan teknologi deep learning, terutama CNN, diharapkan sistem ini dapat memberikan solusi yang lebih efisien dan akurat dalam proses sortir dan kontrol kualitas produk pangan. Penggunaan dataset gambar buah dan sayur yang telah dilabeli dengan kondisi kesegaran (segar atau tidak segar) memberikan dasar yang kuat untuk pelatihan dan evaluasi model. Selain itu, penerapan Fuzzy Logic pada model ini memungkinkan penilaian kondisi yang lebih fleksibel dan dapat menangani ketidakpastian dalam data citra. Ke depannya, sistem ini berpotensi untuk diterapkan pada berbagai industri, seperti pasar swalayan, gudang distribusi, dan industri pertanian, untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi ketidakkonsistenan yang sering terjadi pada penilaian manual. Dengan integrasi teknologi terkini, proyek ini tidak hanya memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem inspeksi pintar (smart inspection), tetapi juga membuka peluang untuk inovasi lebih lanjut dalam pengolahan citra dan kecerdasan buatan (AI) di sektor pangan.



Referensi

1. Potdar, R. R. (t.t.). Fresh and Stale Images of Fruits and Vegetables [Dataset]. Kaggle. <https://www.kaggle.com/datasets/raghavrpotdar/fresh-and-stale-images-of-fruits-and- vegetables>
2. TensorFlow. (t.t.). Platform open source untuk pembelajaran mesin end-to-end. <https://www.tensorflow.org/>
3. Keras. (t.t.). Library Deep Learning yang ramah pengguna untuk Python. <https://keras.io/>
4. OpenCV. (t.t.). Open Source Computer Vision Library. <https://opencv.org/>
5. NumPy. (t.t.). Pustaka utama untuk komputasi ilmiah dengan Python. <https://numpy.org/> <https://colab.research.google.com/>



Terima Kasih

