

Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pisang Raja Menggunakan Metode CNN Berbasis Android

Trissa Noor Aulia Febriana¹, Veronica Lusiana²

Prodi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi & Industri Universitas Stikubank
Semarang, Jl. Tri Lomba Juang No.1 Mugas Semarang, Indonesia, 50241
e-mail: ¹ trissanoorauliafebriana.mhs.unisbank.ac.id, ² vero@edu.unisbank.ac.id

Submitted Date: January 10th, 2024
Revised Date: January 24th, 2024

Reviewed Date: January 18th, 2024
Accepted Date: January 26th, 2024

Abstract

Raja banana (*Musa paradisiaca* L.) is a banana cultivar commonly enjoyed in Indonesia. In addition to being consumed as a fresh fruit, Pisang Raja is often processed into various banana-based foods, such as banana chips, fried bananas, banana fritters, and other banana products. For farmers, post-harvest sorting of Pisang Raja requires a significant amount of time and effort. Therefore, a system is needed to assist farmers and the community in general to determine the ripeness level of Pisang Raja fruit more efficiently and clearly. The classification process of Pisang Raja fruit ripeness levels is carried out through precision calculations in a system, using a dataset consisting of 300 images covering 3 types of Pisang Raja ripeness levels. The classification process for the ripeness levels of Pisang Raja fruit utilizes the Convolutional Neural Network (CNN) method with the TensorFlow module for training and testing data. Based on experimental results, the accuracy in classifying the ripeness levels of Pisang Raja fruit reaches a value of 95%."

Keywords: *classification; plantain; Cnn; Android*

Abstrak

Pisang raja (*Musa paradisiaca* L.) adalah varietas pisang yang umumnya dinikmati di Indonesia. Selain dijadikan buah segar, pisang raja sering diolah menjadi berbagai jenis makanan pisang, seperti keripik pisang, pisang goreng, sale pisang, dan berbagai olahan lainnya. Bagi para petani, penyortiran pasca panen pada pisang raja memerlukan banyak waktu dan tenaga. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang dapat membantu petani dan masyarakat secara umum untuk menentukan tingkat kematangan buah pisang raja dengan lebih efisien dan jelas. Proses klasifikasi tingkat kematangan pisang raja dilakukan melalui perhitungan ketepatan pada suatu sistem, menggunakan dataset berupa 300 gambar yang mencakup 3 jenis tingkat kematangan pisang raja. Pada proses klasifikasi tingkat kematangan buah pisang raja, digunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) dengan modul tensorflow untuk melakukan proses training dan testing data. Berdasarkan hasil eksperimen, akurasi pada klasifikasi kematangan buah pisang raja mencapai nilai 95%.

Keywords: *klasifikasi; pisang raja; Cnn; Android*

1 Pendahuluan

Pisang raja telah menjadi varietas pisang yang terkenal di Indonesia untuk dikonsumsi. Selain dijadikan sebagai buah segar, pisang raja juga kerap menjadi bahan utama dalam berbagai hidangan, seperti kripik pisang, pisang goreng, dan sale pisang (Rinayanthi, 2023). Pisang raja

memiliki nilai ekonomi yang signifikan, mencapai Rp 6,5 triliun setiap tahunnya. Data dari BPS menunjukkan bahwa produksi buah-buahan di Indonesia terus meningkat, dengan volume produksi mencapai 25,96 juta ton pada tahun 2021, meningkat 5,4% dibandingkan dengan tahun 2020. Komoditas utama yang berkontribusi pada

peningkatan ini adalah pisang, dengan produksi mencapai 8,74 ton. Selain itu, rata-rata masyarakat Indonesia mengonsumsi buah sebanyak 81,14 gram per orang per hari (Dwiridotjahjono, 2023).

Dalam hal ini, penyortiran pasca panen menjadi bagian penting dalam produksi. Proses penyortiran sebagian besar masih bersifat manual dan memerlukan waktu serta tenaga yang tidak sedikit. Selain hal tersebut, variasi penilaian tingkat kematangan pisang dari produsen pisang yang berbeda dapat mengakibatkan ketidak konsistenan dalam hasil penilaian. Penggunaan teknologi dapat menjadi solusi untuk mengatasi masalah ini. (Hermawan, 2023).

Kemajuan dalam domain deep learning kini lebih mudah dicapai berkat tersedianya berbagai library dan antarmuka pemrograman aplikasi (API). Salah satu pustaka yang digunakan dalam implementasi ini adalah TensorFlow. Sebagai antarmuka, selain dapat membedakan satu objek dengan objek lainnya, TensorFlow dapat merepresentasikan dan memerintahkan algoritme pembelajaran mesin dengan memanfaatkan informasi tersimpan tentang objek atau target yang diinginkan (Putri, 2023).

Penelitian ini memanfaatkan metode Convolutional Neural Network (CNN) sebagai metode deep learning untuk mendukung dalam menangani permasalahan klasifikasi buah pisang raja. Pemakaian Convolutional Neural Network (CNN) merupakan suatu pendekatan pada bidang deep learning yang dirancang untuk mengatasi kelemahan dan kesalahan dari metode sebelumnya dalam konteks digital dan visual, dengan tujuan meningkatkan akurasi hasil klasifikasi.

Perkembangan teknologi dalam kehidupan manusia membawa dampak yang besar terhadap kinerja setiap individu. Teknologi membantu manusia dalam melakukan tugas apa pun dan menjadi lebih efektif dan efisien dari waktu ke waktu. Perkembangan teknologi di bidang pertanian akan membantu produsen buah dalam melakukan kegiatan penyortiran buah, seperti penyortiran buah pisang raja dengan cara mengklasifikasikan tingkat kematangan buah (Suminar, 2019).

Merujuk pada pembahasan diatas, Penelitian ini fokus pada penggunaan metode Convolutional Neural Network (CNN) untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah pisang raja menggunakan framework TensorFlow berbasis Android guna

membantu petani dalam menentukan tingkat kematangan buah pisang raja.

2 Landasan Teori

2.1 Pisang Raja

Pisang raja memiliki kandungan glukosa, fruktosa, sukrosa, protein dan karbohidrat yang tinggi. Pisang raja juga mengandung vitamin B, vitamin C, vitamin E, kalsium, dan zat besi. Mengonsumsi buah pisang raja dapat membantu meningkatkan energi dalam tubuh. Secara fisik, pisang raja memiliki ciri-ciri seperti ukuran buah yang besar, melengkung, dengan diameter sekitar 3,2 cm dan panjang antara 12 hingga 18 cm. Kulit buahnya tebal, berwarna kuning dengan bintik-bintik hitam dan buah pisang raja akan berwarna kuning kemerahan jika buah tersebut sudah matang, dengan rasa dan aroma yang manis. Varietas pisang ini biasanya berbunga pada usia 14 bulan dan matangnya kurang lebih 5,5 bulan setelah berbunga. Biasanya, setiap tandan pisang raja berisi sekitar 9 sisir atau sekitar 129 buah pisang (Dhiya, 2019).

2.2 Image Processing

Image Processing adalah rangkaian proses untuk meningkatkan kualitas citra agar lebih mudah diinterpretasikan baik oleh manusia maupun komputer. Proses ini meliputi peningkatan citra, restorasi, kompresi, segmentasi, analisis, dan rekonstruksi. Image Processing memiliki aplikasi dunia nyata seperti pengenalan pola, penginderaan jauh melalui satelit, dan visi mesin. Pengenalan pola melibatkan pemrosesan gambar untuk memisahkan dan mengklasifikasikan objek seperti manusia, buku, dan tas di perpustakaan (Sinurat, 2022).

2.3 Convolutional Neural Network

Convolutional Neural Network (CNN) dikenal sebagai metode yang efektif untuk memproses data berdimensi tinggi, seperti gambar dan video. Keunikan CNN terletak pada penggunaan kernel dua dimensi atau kernel dengan dimensi yang lebih tinggi yang melakukan konvolusi pada setiap unit di lapisan CNN. Kernel ini menggabungkan fitur spasial dan bentuk spasial yang serupa dengan data masukan. Dengan mengatur parameter yang tepat, CNN dapat mengurangi kompleksitas data dan secara efisien mengidentifikasi pola serta fitur yang signifikan.

Hal ini memungkinkan CNN untuk mengenali objek dan pola dalam gambar dan video dengan tingkat akurasi yang tinggi (Nurima, 2020).

2.4 Convolution Layer

Lapisan konvolusi merupakan operasi linier yang khusus untuk Convolutional Neural Network (CNN) yang melakukan konvolusi pada output lapisan sebelumnya. Ini adalah elemen kunci CNN dan melibatkan penggunaan kernel untuk ekstraksi fitur dari citra input. Konvolusi dilakukan dengan menggerakkan kernel pada citra dan menghasilkan transformasi linier sesuai dengan informasi spasial. Bobot layer konvolusional menentukan kernel yang digunakan dan dapat dilatih berdasarkan masukan ke CNN (Alamsyah, 2020).

2.5 Pooling Layer

Pooling layer merupakan sebuah tahap dalam model yang menggunakan feature maps sebagai input dan melakukan prosesnya dengan menggunakan berbagai operasi statistik berdasarkan nilai piksel terdekat. Dalam CNN, lapisan pooling umumnya dimasukkan secara berkala setelah beberapa lapisan konvolusional. Dengan menyisipkan lapisan pooling di antara lapisan konvolusional yang berurutan dalam arsitektur model CNN, ukuran volume keluaran pada peta fitur dapat dikurangi secara bertahap, sehingga mengurangi jumlah parameter dan komputasi dalam jaringan serta mengurangi overfitting. Saat pembuatan model CNN, salah satu hal yang paling penting adalah memilih dari berbagai jenis lapisan pooling yang tersedia. Pemilihan ini dapat meningkatkan kinerja dan performa model (Hanin, 2021).

2.6 Google Colab

Google Colab merupakan platform yang banyak digunakan dalam pengembangan dan penelitian di domain komputasi awan (cloud computing). Google colab memfasilitasi bagi pengguna dalam menulis dan mengeksekusi kode Python, melakukan analisis data, dan menjalankan model machine learning dan deep learning dengan memanfaatkan sumber daya komputasi yang disediakan oleh Google (Arifianto, 2022).

2.7 TensorFlow

TensorFlow merupakan perangkat lunak yang dikembangkan oleh tim Google Brain untuk mendukung penelitian dalam bidang pembelajaran mesin dan jaringan saraf. Perangkat lunak ini menggabungkan aljabar komputer dan teknik optimasi kompilasi guna mempermudah perhitungan ekspresi matematika. Fitur utamanya meliputi definisi, pengoptimalan, dan komputasi ekspresi matematika, termasuk pengelolaan tensor, dukungan pemrograman untuk jaringan saraf dan teknik machine learning. Selain itu, TensorFlow memanfaatkan Graphics Processing Unit (GPU) secara efisien untuk mengotomatisasi manajemen dan pengoptimalan memori, serta untuk meningkatkan skalabilitas komputasi pada seluruh mesin, terutama dalam penanganan kumpulan data yang besar (Pang, 2020).

2.8 Flutter

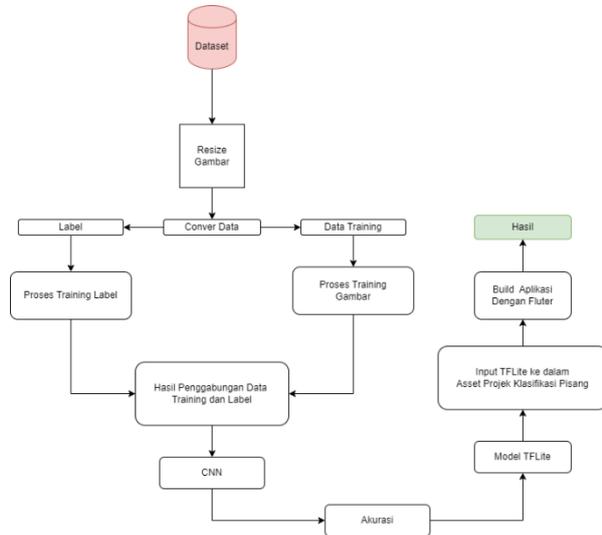
Flutter merupakan suatu framework open source yang dibuat oleh Google dengan tujuan untuk membangun antarmuka aplikasi berkinerja tinggi dan dapat diimplementasikan di platform Android dan iOS melalui satu codebase tunggal. Flutter menggunakan bahasa pemrograman Dart, yang memiliki kesamaan dengan Java. Dart sendiri merupakan bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh Google untuk berbagai keperluan. Selain dapat digunakan untuk membangun aplikasi Android, Dart juga dapat diterapkan pada berbagai platform seperti front-end web, IoT, Command Line Interface (CLI), dan permainan (game). Keunggulan Dart terletak pada kemudahan penggunaannya dalam pengembangan aplikasi modern, implementasinya yang kuat, dan bahkan dapat digunakan sebelum proses kompilasi. (Frendiana, 2023).

3 Metodologi Penelitian

3.1 Langkah penelitian

Peneliti mengumpulkan citra/dataset untuk tujuan penelitian. Setelah citra diresize, akan dibagi menjadi data training dan data testing. Proses training menggunakan metode CNN dengan menggunakan label data berupa data text. Data dikonversi ke list dan array, dan testing dilakukan untuk mengukur akurasi dan loss. Citra yang diuji dikonversi ke model tflite di TensorFlow. Model tflite diintegrasikan ke dalam Android Studio menggunakan coding. Setelah proses penginputan

data selesai, APK akan dikonstruksi (build) untuk kemudian digunakan pada platform Android.



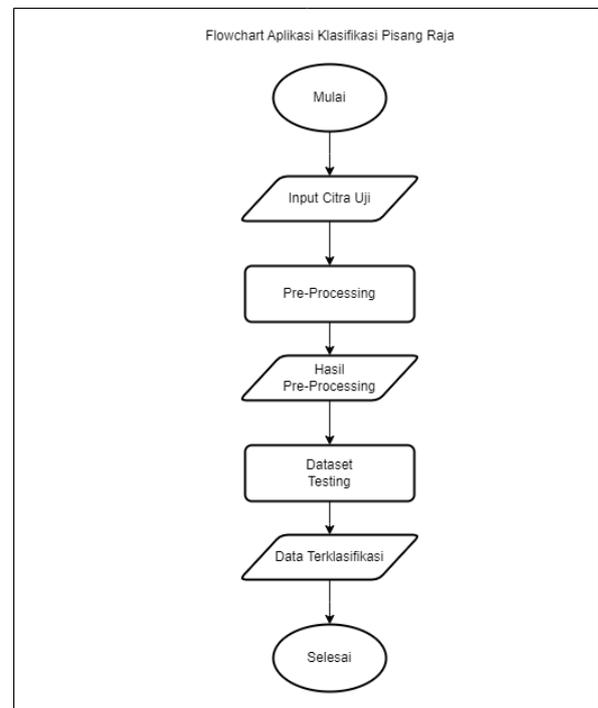
Gambar 1 Diagram alur tahap penelitian

Diagram pembuatan aplikasi klasifikasi Pisang raja menjelaskan bahwa pada tahap awal citra pisang raja diperoleh peneliti melalui foto. Berikan variasi dalam pencahayaan, latar belakang, dan orientasi pisang. Preprocessing Gambar Resize semua gambar menjadi dimensi yang seragam Ubah ukuran semua citra ke dimensi yang seragam seperti 224 x 224 piksel. Normalisasikan piksel ke rentang 0 hingga 1 dengan membagi setiap nilai piksel dengan 255. Bagi dataset menjadi dua bagian data training dan data testing. Tentukan label untuk setiap gambar. Beri label 0 jika bukan pisang, beri label 1 jika pisang.

Rancanglah model Convolutional Neural Network (CNN) yang mencakup lapisan konvolusional, lapisan aktivasi (ReLU), lapisan pooling, dan lapisan fully connected. Sebuah arsitektur yang sederhana dapat terdiri dari beberapa lapisan konvolusi, diikuti oleh lapisan pooling, dan lapisan fully connected sebelum mencapai output. Pilih fungsi aktivasi yang sesuai, seperti ReLU untuk lapisan konvolusi dan Softmax untuk lapisan output dalam klasifikasi multikelas. Tentukan fungsi kerugian (loss function) seperti seperti categorical cross-entropi dan optimizer. Latih model menggunakan data training dengan epoch yang sesuai, dengan pemantauan akurasi dan loss. Opsional, lakukan pelatihan label tambahan untuk meningkatkan pemahaman model tentang variasi label Pisang Raja.

Hasil dari menggabungkan data training dan label serta memverifikasi bahwa strukturnya sesuai dengan input model CNN. Konversikan model CNN ke format TensorFlow Lite menggunakan TensorFlow Lite Converter dengan konfigurasi kuantisasi atau pengoptimalan opsional. Integrasikan TensorFlow Lite sebagai aset ke dalam proyek Android. Bangun proyek Android dan verifikasi bahwa aplikasi dapat berkomunikasi dengan model dan memberikan output klasifikasi. Uji aplikasi pada perangkat yang berbeda untuk memastikan Klasifikasi Gambar Pisang Raja berfungsi dengan baik. Evaluasi akurasi model, identifikasi area yang perlu ditingkatkan, terapkan perubahan, dan uji ulang untuk memastikan aplikasi berperfforma optimal.

3.2 Flowchart Aplikasi Android

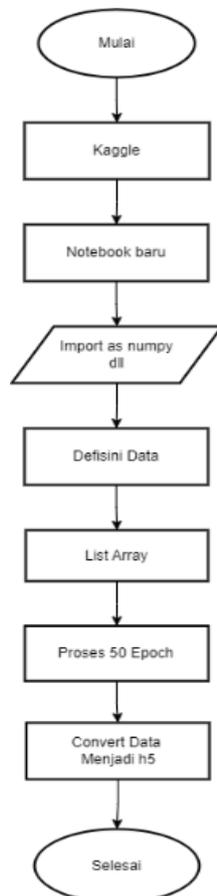


Gambar 2 Flowchart klasifikasi android

Mulai dengan proses klasifikasi citra. Dapatkan gambar pisang raja sebagai masukan dari citra atau dataset. Lakukan pre-processing dengan mereseize gambar agar sesuai dengan dimensi model CNN (224x224 piksel). Hasil dari pra-processing, citra dapat dimasukkan ke dalam model CNN. Kemudian lakukan testing dengan model CNN yang dilatih. Model melakukan operasi konvolusi dan pooling untuk mengekstrak fitur.

Data yang diklasifikasikan mencakup hasil prediksi model, seperti label dan probabilitas prediksi. Tahap akhir menunjukkan akhir dari flowchart dan selesainya proses klasifikasi gambar.

3.3 Pembuatan Model H-5

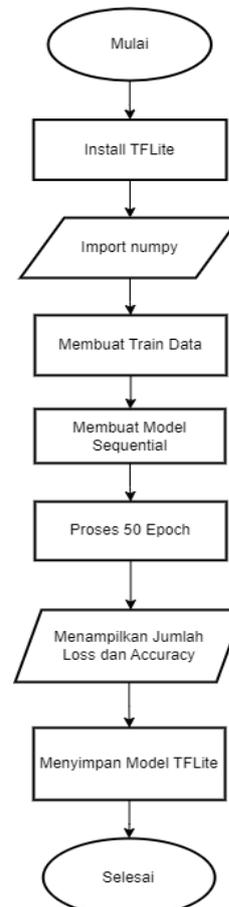


Gambar 3 Flowchart Model h5

Peneliti membuka Kaggle dan membuat notebook baru untuk memasukkan coding. Selanjutnya impor berbagai library seperti Numpy, Matplotlib, Pandas, Seaborn, CV2, TQDM, Zipfile, PIL, Dropout, Flatten, Activation, Conv2D, MaxPooling2D, Batch Normalization, Tensorflow, Random. Definisikan data kemudian dijalankan untuk menyediakan data awal untuk mengklasifikasikan setiap folder. Peneliti membuat list array, resize, menyesuaikan warna, dan memberikan label/nama pada setiap folder. Proses selanjutnya melibatkan eksekusi epoch yang terdiri dari 50 fase dan mencakup informasi tentang loss, accuracy, val_loss, dan val_accuracy. Data dikonversi ke file h5 dan menampilkan ringkasan layer yang melibatkan conv2d, max_pooling2d,

conv2d_1, max_pooling2d_1, conv2d_2, max_pooling2d_2, conv2d_3, max_pooling2d_3, flatten, dense, activation, dense_1. Terakhir, bagian Parameter berisi seluruh total, params Trainable, dan untrainable.

3.4 Pembuatan Model TFLite



Gambar 4 Flowchart Model TFLite

Untuk membuat model TFLite, peneliti terlebih dahulu menginstal Tflite Model Maker dan package yang diperlukan. Setelah instalasi, peneliti mengimpor library yang diperlukan seperti numpy, tensorflow, matplotlib.pyplot, ImageClassifierDataLoader, image_classifier, mobilenet_v2_spec, dan ImageModelSpec. Data awal dihubungkan dan digunakan untuk membuat data train untuk model. Peneliti membuat model sequential yang mencakup informasi layer, total params, trainable params, dan non-trainable params. Proses training terjadi dalam 50 tahap epoch mencakup loss dan accuracy. Setelah menyelesaikan konstruksi model, peneliti

fmenghasilkan loss dan accuracy pada model TFLite. Model yang dikonversi ke format TFLite disimpan sebagai file Model yang dikonversi ke format TFLite disimpan sebagai file.

4 Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan berikut merupakan hasil dari perancangan klasifikasi tingkat kematangan pisang raja:

a. Hasil Pelatihan Model

```
Model: "sequential_1"
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d_4 (Conv2D)	(None, 222, 222, 64)	1792
max_pooling2d_4 (MaxPooling2D)	(None, 111, 111, 64)	0
conv2d_5 (Conv2D)	(None, 109, 109, 128)	73856
max_pooling2d_5 (MaxPooling2D)	(None, 54, 54, 128)	0
conv2d_6 (Conv2D)	(None, 52, 52, 256)	295168
max_pooling2d_6 (MaxPooling2D)	(None, 26, 26, 256)	0
conv2d_7 (Conv2D)	(None, 24, 24, 512)	1180160
max_pooling2d_7 (MaxPooling2D)	(None, 12, 12, 512)	0
flatten_1 (Flatten)	(None, 73728)	0
dense_2 (Dense)	(None, 1024)	75498496
dropout_1 (Dropout)	(None, 1024)	0
dense_3 (Dense)	(None, 3)	3075

```

Total params: 77052547 (293.93 MB)
Trainable params: 77052547 (293.93 MB)
Non-trainable params: 0 (0.00 Byte)
    
```

Gambar 5 Hasil sequential

Selama tahap pelatihan oleh lapisan konvolusi pertama dengan jumlah filter 16 kernel, dengan parameter yang dihasilkan adalah sebesar 1792, dihitung dengan rumus $(17 \times 17 \times 3 + 1) = 1792$. Pada metode Convolutional Neural Network (CNN), pemanfaatan pelatihan pada citra bertujuan untuk mencapai tingkat akurasi yang tinggi.

```

Epoch 1/50
16/16 [=====] - 11s 653ms/step - loss: 0.8949 - accuracy: 0.6037 - val_loss: 0.7546 - val_accuracy: 0.8333
Epoch 2/50
16/16 [=====] - 17s 986ms/step - loss: 1.0366 - accuracy: 0.5444 - val_loss: 0.8330 - val_accuracy: 0.6667

Epoch 48/50
16/16 [=====] - 10s 592ms/step - loss: 0.4286 - accuracy: 0.8630 - val_loss: 0.5672 - val_accuracy: 0.7667
Epoch 49/50
16/16 [=====] - 10s 599ms/step - loss: 0.3470 - accuracy: 0.8593 - val_loss: 0.1427 - val_accuracy: 0.9667
Epoch 50/50
16/16 [=====] - 10s 591ms/step - loss: 0.3656 - accuracy: 0.8556 - val_loss: 0.2099 - val_accuracy: 0.9000
    
```

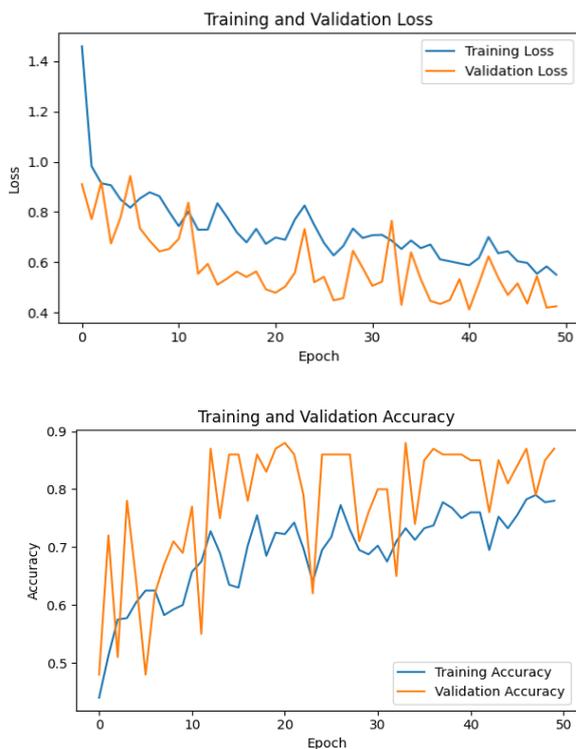
Gambar 6 Running model fit

1. Dalam langkah perhitungan convolution pada lapisan pertama, perhitungan dilakukan dengan menggunakan convolution layer kedua yang menggunakan filter sebanyak 32 kernel dengan ukuran $17 \times 17 \times 32$. Hal ini menghasilkan ukuran yang tetap dan parameter akhir sebanyak 73856.
2. Output akhir dari perhitungan convolution layer kedua akan digunakan dalam perhitungan pada convolution layer ketiga yang menggunakan filter 64 kernel berukuran $37 \times 37 \times 64$. Hasil parameter yang dihasilkan adalah sebesar 295168, dihitung dengan rumus $(17 \times 17 \times 2 - 1) \times 64$, dengan nilai akhir 295168.
3. Hasil output dari perhitungan pada convolution layer ketiga akan digunakan dalam perhitungan pada convolution layer keempat, menggunakan filter 96 kernel berukuran $17 \times 17 \times 96$. Ini menghasilkan ukuran yang sama dan memiliki parameter sebesar 1180160. Perhitungannya adalah $(17 \times 17 \times 3 - 2) \times 96$, dengan nilai akhir 1180160.
4. Dari hasil proses setiap lapisan, diperoleh total jumlah parameter hidden layer dari seluruh dataset sebesar 77,052,577.

Proses pelatihan dilakukan untuk melatih model menggunakan kombinasi parameter yang ditentukan. Proses ini menggunakan 300 data (datan training dan data validasi). Model compile dengan Fungsi loss menggunakan Categorical_Crossentropy, Optimizer adam, Learning Rate sebesar 0,001 dan metrics accuracy kemudian Model fitting menggunakan Epoch 50, ukuran Batch Size 16 dengan fungsi aktivasi ReLU dan Softmax.

Pada gambar 6 proses running model fit dengan Learning Rate sebesar 0,001 kemudian Epoch 50, ukuran Batch Size 16. Dari 50 set pelatihan pada epoch 2/50 mendapatkan pelatihan terburuk dengan loss = 1.0366 accuracy: 0.5444 - val_loss: 0.8330 - val_accuracy: 0.6667 sedangkan pelatihan tertinggi dapat dilihat pada epoch 49/50 dengan loss: 0.3470 - accuracy: 0.8593 - val_loss: 0.1427 - val_accuracy: 0.9667. Dapat dilihat pada gambar bahwa total akurasi yang dimiliki oleh citra / data tersebut > 0.6 yang berarti data dapat digunakan secara maksimal sebagai model akurasi citra.

Peneliti telah membatasi jumlah epoch menjadi 50 pada setiap data training, dan kemudian menyimpan setiap data training tersebut. Hal ini bertujuan untuk dapat melakukan proses pengujian dan mendapatkan grafik hasil ketetapan, sebagaimana terlihat pada Diagram 1 dan Diagram 2.



Gambar 7 hasil akurasi & loss model

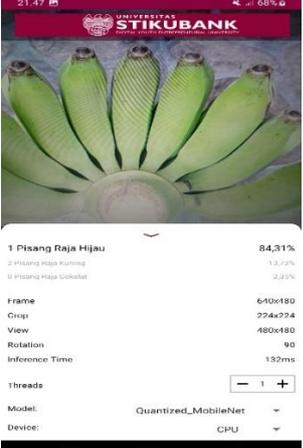
Pada grafik persentase ketepatan yang ditunjukkan pada Gambar 7 digunakan untuk menampilkan hasil accuracy dan loss dari model data yang diuji Untuk memastikan kebenaran perhitungan dan menghindari terjadinya kesalahan selama proses tersebut.

b. Model Aplikasi

Tabel 1 menggambarkan hasil serangkaian uji coba aplikasi yang dilakukan dengan menggunakan dataset yang dipilih secara acak. Uji coba aplikasi tersebut bertujuan untuk mengevaluasi kinerja serta fungsionalitas dari model yang telah diterapkan dalam aplikasi tersebut. Dengan memanfaatkan berbagai input data, aplikasi ini diuji untuk mengamati berbagai aspek fungsional dan kinerja dari model yang telah dirancang dan dikembangkan.

Tabel 1 Hasil Pengujian Aplikasi

Hasil	Keterangan
	Dalam uji coba ini, terdapat tampilan aplikasi yang memperlihatkan hasil sukses dalam mendeteksi pisang raja yang berwarna kuning, dengan tingkat akurasi mencapai 94,90%
	Dalam uji coba ini, terdapat tampilan aplikasi yang memperlihatkan hasil sukses dalam mendeteksi pisang raja yang berwarna kuning, dengan tingkat akurasi mencapai 98,43%

Hasil	Keterangan
	<p>Dalam uji coba ini, terdapat tampilan aplikasi yang memperlihatkan hasil sukses dalam mendeteksi pisang raja yang berwarna coklat, dengan tingkat akurasi mencapai 98%</p>
	<p>Dalam uji coba ini, terdapat tampilan aplikasi yang memperlihatkan hasil sukses dalam mendeteksi pisang raja yang berwarna hijau, dengan tingkat akurasi mencapai 84,31%</p>

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian acak aplikasi klasifikasi tingkat kematangan buah pisang raja yang diuji sebanyak delapan kali untuk memperoleh hasil yang lebih reliabel dan representatif. Hasil pengujian tersebut ditunjukkan pada Tabel 4 yang secara visual menggambarkan tingkat akurasi. Tingkat kematangan pisang raja pada setiap pengujian yang dilakukan menunjukkan tingkat kematangan dan persentase tingkat keakuratan

5 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa simpulan dapat ditarik. Klasifikasi tingkat kematangan buah pisang raja menggunakan teknik Convolutional Neural Network (CNN). Berhasil dikembangkan dengan dataset sebanyak 300 citra. Kematangan buah pisang raja terdiri dari tiga jenis tingkat kematangan yaitu hijau, kuning, dan coklat. Akurasi pemodelan yang dilakukan tergolong tinggi, dan akurasi data training mencapai 96,67%.

Tabel 4 Hasil pengujian pisang raja secara acak

No.	Tingkat Kematangan Pisang Raja	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Uji 4	Uji 5	Uji 6	Uji 7	Uji 8
1	Hijau	82%	95%	93%	89%	98%	98%	84%	94%
2	Kuning	86%	92%	97%	95%	87%	86%	99%	98%
3	Coklat	98%	98%	98%	95%	87%	94%	98%	98%

Daftar Pustaka

- Alwanda, M. R., Ramadhan, R. P. K., & Alamsyah, D. (2020). Implementasi Metode Convolutional Neural Network Menggunakan Arsitektur LeNet-5 untuk Pengenalan Doodle. *Jurnal Algoritme*, 1(1), 45-56.
- Apriliani, P., & Frendiana, V. (2023, August). Perancangan Aplikasi Mobile Change Request Form (CRF) Menggunakan Framework Flutter. In *Seminar Nasional Inovasi Vokasi* (Vol. 2, pp. 444-452).
- Arifianto, J. (2022). Aplikasi Web Pendeteksi Jerawat Pada Wajah Menggunakan Model Deep Learning Dengan Tensorflow.
- Hanifah, A. I., & Hermawan, A. (2023). Klasifikasi Kematangan Pisang Menggunakan Metode Convolutional Neural Network. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, 12(2), 49-56.
- Hanin, M. A., Patmasari, R., & Fuâ, R. Y. N. (2021). Sistem Klasifikasi Penyakit Kulit Menggunakan Convolutional Neural Network (cnn). *eProceedings of Engineering*, 8(1).



- Hindersah, R., & Suminar, E. (2019). Kendala dan Metode Budidaya Pisang di Beberapa Kebun Petani Jawa Barat. *Agrologia*, 8(2), 370887.
- Lestari, A. D., & Dwiridotjahjono, J. (2023). Analisis Strategi Pemasaran dalam Meningkatkan Volume Penjualan pada UMKM Cake Pisang Raja Impian Tuban. *J-MAS (Jurnal Manajemen dan Sains)*, 8(1), 203-211.
- Masruroh, SU, Fiade, A., Tanggok, MI, Putri, RA, & Pratiwi, LA (2023). Jaringan Neural Konvolusional untuk Pewarnaan Foto Hitam Putih. *MATRIK: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer*, 22 (2), 393-404.
- Pang, B., Nijkamp, E., & Wu, YN (2020). Pembelajaran mendalam dengan tensorflow: Sebuah ulasan. *Jurnal Statistik Pendidikan dan Perilaku*, 45 (2), 227-248.
- Putra, I. P. A. P., & Rinyanthi, N. M. (2023). Kualitas keripik berbahan dasar pelepah pohon pisang raja. *Jurnal Ilmiah Pariwisata dan Bisnis*, 2(6), 1375-1385.
- Putri, O. N. (2020). Implementasi Metode Cnn Dalam Klasifikasi Gambar Jamur Pada Analisis Image Processing (Studi Kasus: Gambar Jamur Dengan Genus Agaricus Dan Amanita).
- Sinaga, T. H. W., & Sinurat, S. (2022). Implementasi Metode Viola Jones Untuk Perancangan Sistem Pemantauan Tempat Parkir Berdasarkan Digital Image Processing. *Bulletin of Multi-Disciplinary Science and Applied Technology*, 1(2), 54-59.
- Ulhaq, S. S. D. (2019). Karakterisasi struktur morfologi bunga dari berbagai kultivar pisang kepok (*Musa Paradisiaca L.*).

