

# Klasifikasi Warna pada Kematangan Buah Kopi Kuning menggunakan Metode CNN *Inception V3*

UUNG UNGKAWA, GALIH AL HAKIM

Program Studi Informatika, Institut Teknologi Nasional Bandung  
Email: [uung@itenas.ac.id](mailto:uung@itenas.ac.id)

*Received* 24 Mei 2023 | *Revised* 15 Juni 2023 | *Accepted* 23 Juni 2023

## ABSTRAK

*Kopi kuning adalah varietas kopi yang berciri khas berwarna kuning saat matang. Permasalahan muncul saat petani tidak sengaja memanen kopi yang masih belum matang sempurna karena warna kopi kuning yang matang berbeda dari kopi lainnya. Penelitian ini menggunakan metode CNN Inception V3 yang merupakan metode deep learning untuk menentukan kematangan buah kopi kuning. Ada permasalahan yakni kurangnya dataset. Dengan teknik augmentasi dan transfer learning permasalahan tersebut dapat diatasi dengan memperoleh model yang baik. Dengan menggunakan label yaitu mentah, setengah matang, matang, dan total 1380 dataset citra buah kopi yang dipecah menjadi 984 citra untuk training, 246 citra untuk validasi dan 150 citra buah kopi untuk testing, didapatkan nilai akurasi metode CNN Inception V3 sebesar 92.00%.*

**Kata kunci:** *Kopi Kuning, CNN Inception V3*

## ABSTRACT

*Yellow coffee is a variety of coffee that is distinctive, which has a yellow color when ripe. Problems arise when farmers accidentally harvest coffee that is not fully ripe yet because the color of ripe yellow coffee is different from other coffees. This study used the CNN Inception V3 method, which is a deep learning method for determining the ripeness of yellow coffee cherries. There is a problem, namely the lack of datasets. With augmentation techniques and transfer learning these problems can be overcome by obtaining a good model. By using three labels, namely raw, half-ripe, and ripe, and a total of 1380 coffee bean image datasets broken down into 984 images for training, 246 images for validation and 150 coffee bean images for testing, the accuracy value of the CNN Inception V3 method is 92.00%.*

**Keywords:** *Yellow Coffee, CNN Inception V3*

## 1. PENDAHULUAN

Buah kopi kuning merupakan varietas kopi dengan ukuran ceri yang lebih kecil dan memiliki aroma yang lebih tajam. Buah kopi kuning mempunyai ciri khas warna kuningnya yang menarik dan mengindikasikan tingkat kematangan yang tepat **(Rismayanti & Nafi'ah, 2021)**. Varietas buah kopi kuning banyak ditanam dan dibudidayakan petani kopi di Kabupaten Garut untuk menghasilkan kopi Arabika berkualitas tinggi seperti buah kopi kuning **(Ningtyas, dkk, 2022)**. Para petani pada umumnya melakukan panen buah kopi dengan cara identifikasi manual, yang membuat kualitas kematangan buah kopi belum bisa dikatakan maksimal. Pada saat ini sudah banyak sistem yang dapat mengidentifikasi kematangan buah kopi dengan berbagai metode, salah satunya yaitu metode CNN *Inception V3* melakukan klasifikasi warna.

Metode CNN *Inception V3* merupakan metode *deep learning* yang dapat melakukan proses klasifikasi. CNN *Inception V3* disebut *deep learning* karena mempunyai jaringan yang dalam. CNN *Inception V3* mempunyai struktur kerja yang terdiri dari *input*, *output*, dan proses klasifikasi. CNN *Inception V3* melakukan proses ekstraksi dan mempunyai lapisan-lapisan tersembunyi yakni lapisan konvolusi, *pooling*, aktivasi (*ReLU*), *softmax* dan *fully connected layer*. CNN *Inception V3* bekerja secara terstruktur yang mengorganisasi objek, maka dari itu keluaran dari konvolusi digunakan untuk konvolusi berikutnya **(Arrofiqoh & Harintaka, 2018)**.

Terdapat permasalahan pada klasifikasi buah kopi kuning ini yaitu kurangnya *dataset* yang digunakan pada penelitian ini karena kelangkaan *dataset* citra buah kopi kuning, sedangkan metode *deep learning* mengharuskan memiliki *dataset* yang besar. Apabila *dataset* kurang maka kemampuan model untuk mengenali pola-pola kurang baik dan terjadinya *underfitting*. Namun menurut **(Shu, 2019)** model seperti VGG-16, VGG-19, *Inception V3*, *InceptionResNet V2* dapat digunakan pada *dataset* yang sedikit karena dengan pemilihan fungsi dan modifikasi yang tepat seperti augmentasi data, *transfer learning*, *dropout* dan *fine-tuning*, akan menghasilkan model yang sangat baik dan meminimalisir terjadinya *underfitting*.

Penelitian oleh **(Michael, 2022)** mengenai komparasi kombinasi *pre-trained* model dengan SVM pada klasifikasi kematangan kopi berbasis citra memperoleh hasil akhir yang baik dengan tujuan penelitian membandingkan *pre-trained* model yaitu VGG16, MobilnetV2 dan *Inception V3* yang dikombinasikan dengan SVM pada lapisan *classifier* untuk melakukan klasifikasi kematangan buah kopi dengan proses pelatihan menggunakan *tuning hyperparameter GridsearchCV* dengan 10 *fold cross validation* memperoleh hasil akurasi sebesar 0.96 atau 96%. Pada penelitian oleh **(Tamayo-Monsalve, dkk, 2022)** mengenai klasifikasi kematangan kopi menggunakan CNN dan *transfer learning* menjelaskan penggunaan lima arsitektur CNN pada klasifikasi buah kopi untuk mengetahui tingkat kematangan. Model yang berbeda dilatih pada *dataset* pelatihan yang sama, penelitian ini menghasilkan akurasi pada model *Inception* sebesar 98.00%. Penelitian selanjutnya oleh **(Supriyanto, dkk, 2022)** mengenai klasifikasi kanker tumor payudara menggunakan arsitektur *Inception V3* dan algoritma *machine learning* dengan tujuan untuk membandingkan empat model untuk mendapatkan hasil model terbaik dengan hasil penelitian memperoleh hasil akurasi pada metode *Inception V3* sebesar 93.00%.

Namun pada penelitian ini hanya sedikit yang menggunakan CNN *Inception V3* untuk klasifikasi buah kopi. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya dengan metode yang serupa yaitu akan dilakukan modifikasi seperti penggunaan parameter jumlah *epoch*, fungsi *optimizer*, *learning rate* dan fungsi aktivasi untuk menentukan tingkat keberhasilan dan akurasi yang tinggi pada klasifikasi kematangan buah kopi kuning menggunakan model CNN *Inception V3*. Penelitian ini dilakukan untuk mengukur tingkat akurasi metode CNN dengan arsitektur

*Inception* dalam melakukan klasifikasi warna pada sistem identifikasi kematangan buah kopi. Penelitian ini menggunakan *dataset* buah kopi kuning yang diambil secara manual dengan kamera, *dataset* ini memiliki 1380 citra yang sudah dipisah menjadi folder *training*, validasi, dan *test*.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Kopi Kuning

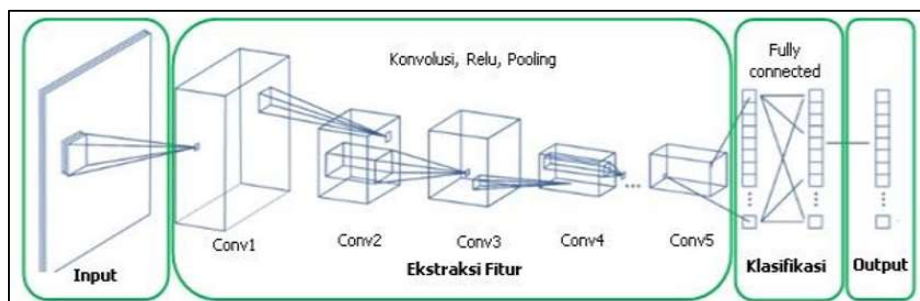
Kopi *yellow caturra* atau kopi kuning merupakan kopi jenis Arabika yang dibudidayakan petani dengan karakteristik yang berbeda, yaitu ketika matang buah kopi ini tidak berwarna merah melainkan berwarna kuning pekat. Varietas kopi dengan ukuran ceri yang lebih kecil dan memiliki aroma yang lebih tajam. Buah Kopi kuning ini merupakan kopi yang dikembangkan oleh petani di Kabupaten Garut (**Dani, dkk, 2016**). Buah kopi kuning ini termasuk varietas buah kopi yang langka karena dalam penanamannya harus pada tanah yang memiliki iklim dingin. Kopi kuning ini bisa dipanen dalam kurun waktu kurang lebih antara satu tahun (**Anugrah, 2022**). Berikut Gambar 1 merupakan contoh buah kopi kuning.



Gambar 1. Buah Kopi Kuning

### 2.2 CNN (*Convolutional Neural Network*)

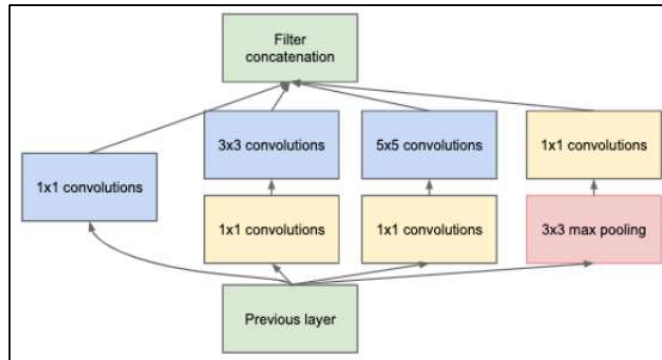
CNN (*Convolutional Neural Network*) adalah metode (*deep learning*) yang dapat memproses, mendeteksi, dan mengekstrak fitur dari data *image* atau objek. CNN merupakan jenis *Artificial Neural Network* (ANN) yang membutuhkan *convolutional layer* tetapi CNN juga dapat memiliki jenis lapisan lain seperti *pooling*, dan *fully connected layers*, untuk membuat *deep CNN* (**Albawi, dkk, 2018**). Tahapan-tahapan proses kerja CNN terdapat banyak struktur yaitu seperti konvolusi, fungsi aktivasi, *pooling*, dilakukan konvolusi dan *pooling* ulang, dilakukan *fully connected*, dan dilakukannya proses pelatihan. CNN dapat memproses dan mengekstraksi fitur dari data-data gambar yang akan diklasifikasikan (**Putri, 2020**). Gambar 2 berikut merupakan tahapan pada *Convolutional Neural Network*.



Gambar 2. Tahapan CNN (Arrofiqoh & Harintaka, 2018)

### 2.3 Inception V3

*Inception V3* adalah arsitektur CNN yang dapat melakukan proses pengenalan citra termasuk proses klasifikasi citra. *Inception V3* menggabungkan berbagai konvolusi dengan ukuran kernel yang berbeda-beda, karena dapat mengekstraksi fitur secara efisien. *Inception V3* juga menggunakan teknik regulasi dan reduksi untuk mencegah terjadinya *overfitting*. Arsitektur *Inception V3* ini memiliki struktur yang dalam dan kompleks (Kapa, 2022). *Inception V3* ini merupakan model *pre-trained* untuk melakukan proses klasifikasi, *Inception V3* juga merupakan perpaduan dari peningkatan *Inception V2* yang mempunyai beberapa keunggulan yaitu proses konvolusi yang lebih kecil dan pengurangan ukuran grid yang dapat meminimalisir perhitungan (Arti & Arymurthy, 2023). Gambar 3 berikut merupakan model *Inception V3*.








Gambar 3. Model *Inception V3* (Andrew & Santoso, 2022)

### 2.4 Augmentasi Data

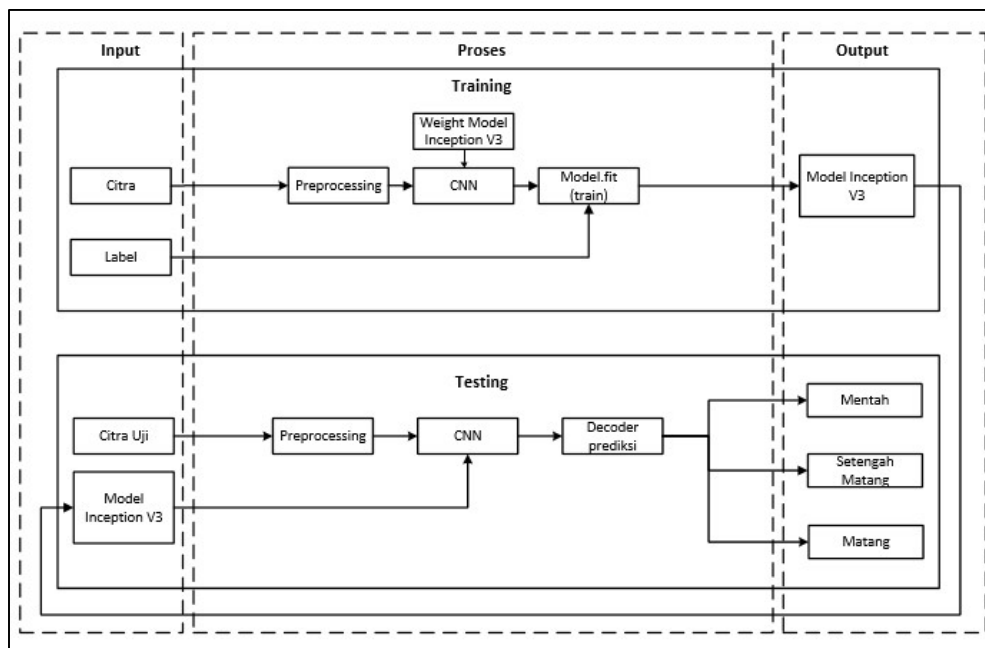
Augmentasi merupakan teknik pengolahan dan pembuatan citra secara efisien yang bertujuan memperbanyak suatu data atau citra untuk melakukan *training* model tanpa harus membuat atau mengumpulkan citra baru (Sanjaya & Ayub, 2020). Augmentasi data dilakukan untuk memproses dalam pengolahan data citra buah kopi kuning. *Dataset* buah kopi kuning diaugmentasi untuk melakukan proses pengubahan atau memodifikasi citra yang masih bisa dikenali manusia. Augmentasi pada sistem klasifikasi warna pada kematangan buah kopi kuning dilakukan untuk memperbanyak *dataset* agar meningkatkan hasil akurasi pada model CNN *Inception V3*. Augmentasi yang digunakan pada klasifikasi warna pada sistem kematangan buah kopi kuning yaitu *rotate*, *horizontal flip*, *vertical flip*, dan *affine*. Tabel 1 merupakan hasil augmentasi sistem kematangan buah kopi kuning.

Tabel 1. Augmentasi Buah Kopi Kuning

<i>Dataset</i> Asli	Horizontal Flip	Vertikal Flip	Rotasi	Affine
				

## 2.5 Blok Diagram Metode CNN *Inception V3*

Gambar 4 berikut merupakan blok diagram sistem metode CNN *Inception V3*.



**Gambar 4. Blok Diagram Sistem Metode CNN *Inception V3***

Pada Gambar 4 terdapat dua tahapan yaitu *training* dan *testing*. Berikut penjelasan dan tahapan-tahapan *training* pada blok diagram sistem metode CNN *Inception V3*.

1. *Input*, tahap pertama terdapat *dataset*, pada *dataset* terdapat citra beserta label untuk masing-masing citra, citra yang digunakan yaitu citra buah kopi dan label yang digunakan yaitu matang, setengah matang, dan mentah.
2. *Proses*, tahap kedua terdapat proses, citra yang sudah diterima oleh laptop atau *computer* dilakukan proses *preprocessing* untuk mengubah ukuran citra kemudian diubah menjadi sebuah tensor dan tensor tersebut dinormalisasi. Tensor tersebut kemudian diproses oleh CNN *Inception V3* untuk dilakukan klasifikasi buah kopi. Arsitektur CNN yang digunakan yaitu *Inception V3*. Selanjutnya proses *model.fit* dilakukan untuk melatih model *Inception V3* dengan memasukkan citra yang telah di *preprocessing* beserta label berdasarkan gambarnya.
3. *Output*, pada tahap *output*, terdapat keluaran hasil dari CNN *Inception V3* yaitu buah kopi kuning matang, buah kopi kuning setengah matang, dan buah kopi kuning mentah serta model baru dari metode CNN *Inception V3* yang sudah di *training*.

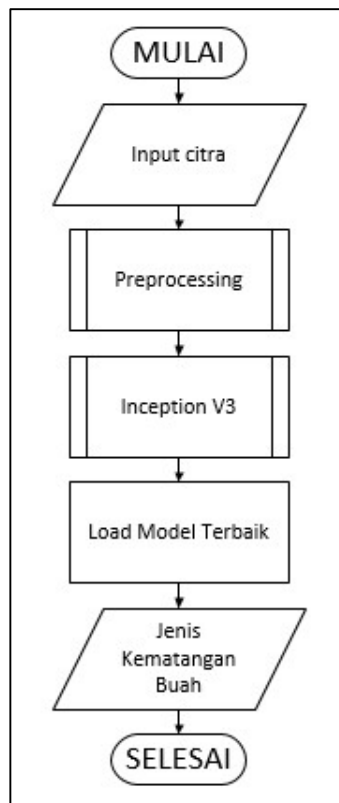
Berikut penjelasan dan tahapan-tahapan *testing* pada blok diagram sistem metode CNN *Inception V3*.

1. *Input*, tahap pertama terdapat citra uji dan bobot dari model CNN *Inception V3* yang telah di-*training*, citra uji yang digunakan merupakan citra yang berbeda dari citra *training*.
2. *Proses*, tahap kedua terdapat proses, citra yang diterima dilakukan proses *preprocessing* untuk mengubah ukuran citra kemudian diubah menjadi sebuah tensor dan tensor tersebut dinormalisasi. Tensor tersebut kemudian di proses oleh CNN untuk

- dilakukan klasifikasi buah kopi. Arsitektur CNN yang digunakan yaitu *Inception V3*. Hasil prediksi klasifikasi model CNN *Inception V3* kemudian dilakukan proses *decoder* prediksi untuk diketahui label aslinya, karena keluaran dari model yaitu berupa tensor.
3. *Output*, pada tahap *output*, terdapat keluaran hasil dari CNN *Inception V3* yaitu buah kopi kuning matang, buah kopi kuning setengah matang, dan buah kopi kuning mentah.

## 2.6 Flowchart Keseluruhan

Pada *flowchart* keseluruhan sistem metode CNN *Inception V3* terdapat beberapa proses dan sub proses. Berikut Gambar 5 merupakan *flowchart* keseluruhan sistem.



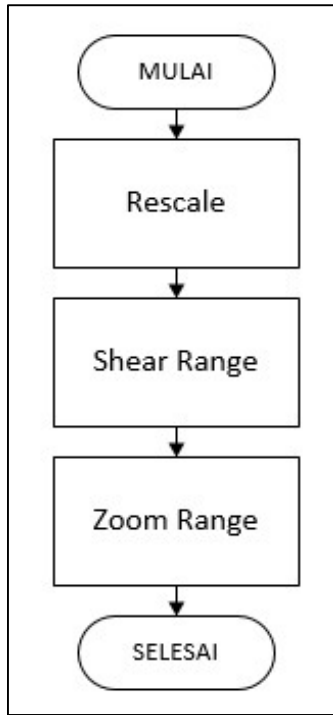
**Gambar 5. Flowchart Keseluruhan CNN *Inception V3***

Berikut merupakan penjelasan flowchart keseluruhan sistem metode CNN *Inception V3*.

1. *Input Citra*, *input* berupa citra buah kopi kuning yang akan diklasifikasikan.
2. *Preproccesing*, pada tahap ini dilakukan *preprocessing* dengan *rescale*, *shear range*, dan *zoom range*.
3. CNN *Inception V3*, citra tersebut selanjutnya dilakukan ekstrasi ciri dan klasifikasi menggunakan metode CNN dengan arsitektur *Inception V3*.
4. Setelah *load* model dengan akurasi *training* terbaik dari 20 *epoch*, maka model tersebut akan melakukan klasifikasi jenis kematangan buah pada gambar yang sudah disediakan pada *dataset*.

## 2.7 Flowchart Sub Proses *Preprocessing*

Pada *flowchart* sistem metode CNN *Inception V3* terdapat sub proses *preprocessing*. Berikut Gambar 6 merupakan *flowchart preprocessing*.



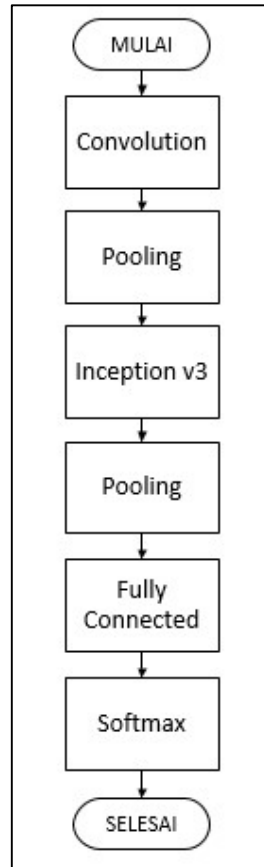
**Gambar 6. Flowchart *Preprocessing***

Berikut Gambar 6 merupakan *flowchart preprocessing*, terdapat penjelasan dan tahapan-tahapan.

1. *Rescale*, proses *rescale* yaitu proses dimana fungsi untuk mengubah skala nilai citra. Nilai skala yang digunakan pada proses *rescale* citra buah kopi kuning yaitu  $1/255$  yang artinya setiap nilai  $1/255$  akan dikalikan sehingga nilainya akan berubah antara 0 dan 1.
2. *Shear Range*, proses *shear range* yaitu menerapkan metode *shear transformation* dengan menambah variasi citra dengan cara merotasi citra dengan derajat tertentu
3. *Zoom Range*, proses *zoom range* yaitu menerapkan *zoom* dengan memperbesar citra dengan skala tertentu dari citra original. Nilai yang lebih kecil dari satu akan menghasilkan citra yang diperbesar, sedangkan nilai yang lebih besar dari satu akan menghasilkan citra yang diperkecil.

## 2.8 Flowchart Sub Proses Metode CNN *Inception V3*

Pada *flowchart* sistem metode CNN *Inception V3* terdapat sub proses. Berikut Gambar 7 merupakan *flowchart* sub proses metode CNN *Inception V3*.



**Gambar 7. Flowchart Sub Proses Metode CNN Inception V3**

Gambar 7 merupakan *flowchart* sub proses metode CNN Inception V3, terdapat penjelasan dan tahapan-tahapan pada *flowchart* sub proses metode CNN Inception V3.

1. *Convolution*, pada tahap ini dilakukan konvolusi pada citra yang telah melalui *preprocessing*, sehingga membentuk sebuah filter dan menghasilkan sebuah keluaran *feature map*.
2. *Pooling*, pada *pooling layer* akan dilakukan pergeseran filter pada seluruh area *feature map* dengan ukuran *stride*. *Stride* adalah perhitungan yang menentukan jumlah pergeseran filter.
3. *Inception V3*, proses ini dilakukan untuk mengurangi waktu komputasi dan untuk mencegah *overfitting*.
4. *Pooling*, pada tahap ini dilakukan kembali proses *pooling*.
5. *Linear*, proses ini digunakan untuk mengaktivasi secara linier, agar hasil dari model sebanding dengan input.
6. *Softmax*, pada tahap ini dilakukan untuk melakukan proses perhitungan dari setiap kelas target yang sesuai dan membantu kelas target untuk *input*.

### 3. HASIL PENGUJIAN

#### 3.1 Penggunaan Dataset

*Dataset* yang digunakan adalah citra buah kopi kuning yang diperoleh sendiri langsung dari pohonnya dan difoto menggunakan kamera dengan latar belakang HVS berwarna putih. Data

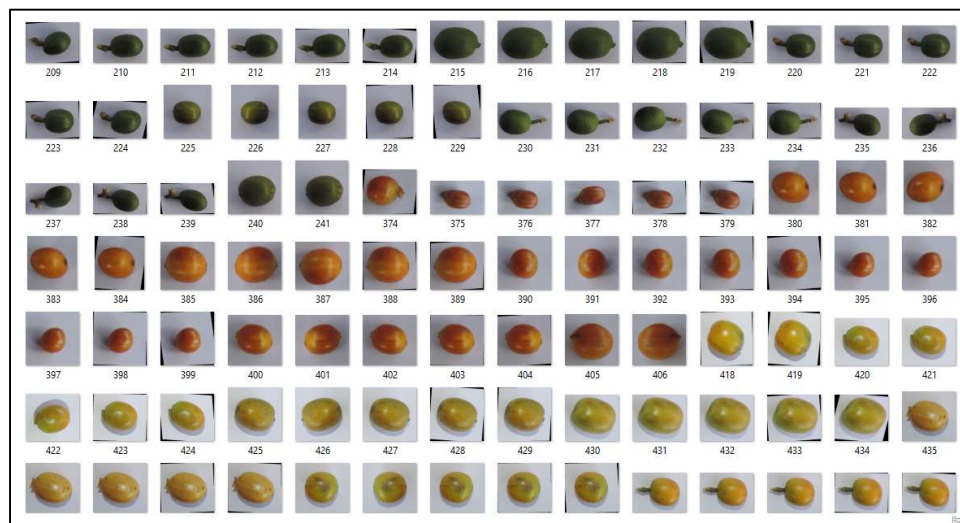


citra buah kopi kuning yang diperoleh sebanyak 276 termasuk matang, mentah, dan setengah matang. Lalu data citra tersebut dilakukan pengolahan augmentasi data dan menghasilkan sebanyak 1380 citra buah kopi kuning. Data citra yang diperoleh dibagi menjadi 3 yaitu 984 citra digunakan untuk *training dataset*, 246 citra digunakan untuk validasi, dan 150 citra digunakan untuk citra uji. Berikut Tabel 2 merupakan pembagian *dataset*.

**Tabel 2. Pembagian *Dataset***

No.	Kelas	Training	Validasi	Test
1	Matang	328	82	49
2	Mentah	328	82	49
3	Setengah Matang	328	82	49
<b>Total</b>		984	246	147

Berikut Gambar 8 merupakan contoh *dataset* citra buah kopi kuning yang digunakan.



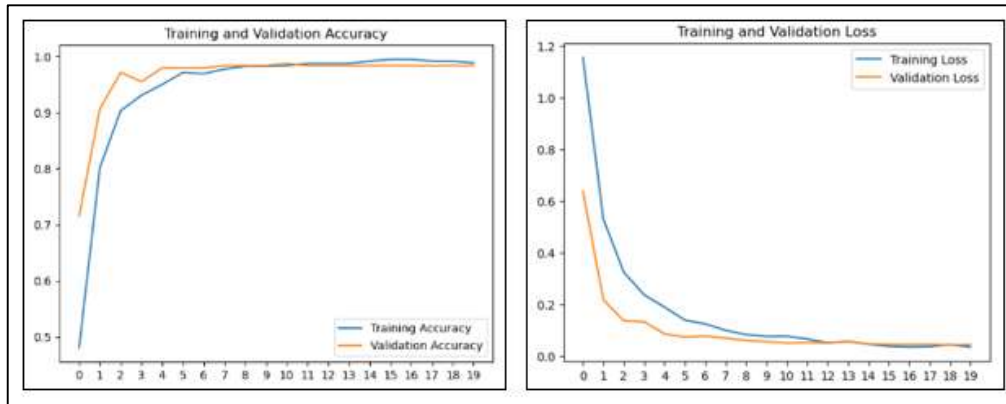
**Gambar 8. *Sample Dataset* Citra Buah Kopi Kuning**

### 3.2 Pengujian Kinerja Sistem

Pengujian kinerja sistem dilakukan untuk mengukur hasil pada metode CNN *Inception V3*. *dataset* yang digunakan merupakan citra buah kopi kuning. CNN *Inception V3* terdapat lapisan konvolusi dan *pooling* yang dapat mengenali fitur pada gambar yang menyebabkan CNN *Inception V3* sangat akurat dalam hasil klasifikasi buah kopi kuning. Hasil pengujian buah kopi kuning pada pelatihan/*training* model sebanyak 20 *epoch* dengan *dataset* pelatihan citra buah kopi kuning. Pada pelatihan/*training* CNN *Inception V3* terdapat *dataset training* sebanyak 984 buah dan *dataset* validasi sebanyak 246 buah menghasilkan hasil akurasi pelatihan/*training* sebesar 97.00%. Data uji *testing* sebanyak 147 buah dengan masing-masing kelas sebanyak 49 citra memperoleh akurasi sebesar 92.00%

### 3.3 Hasil Pengujian Sistem CNN *Inception V3*

Pada hasil pengujian CNN *Inception V3* dengan sebanyak 20 *epoch* mendapatkan hasil akhir nilai akurasi pada proses pelatihan/*training* yaitu sebesar 97%. Berikut Gambar 9 merupakan grafik hasil akurasi dan *loss* untuk pelatihan/*training* dan validasi.








**Gambar 9. Grafik Hasil Akurasi dan Loss CNN Inception V3**

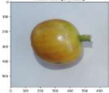




### 3.4 Pengujian Data *Testing* CNN Inception V3

Pada pengujian data *testing* terdapat hasil prediksi klasifikasi. Setelah dilakukan proses pelatihan/*training* sebanyak 20 *epoch* didapatkan hasil bobot terbaik dari model Inception V3. Kemudian bobot tersebut di *load* untuk dilakukan *testing* sebagai hasil akhir prediksi klasifikasi yang akan ditentukan. Terdapat 147 buah data uji untuk dilakukan proses *testing*, masing-masing kelas dibagi menjadi 49 buah. Berikut Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5 merupakan hasil pengujian data *testing* mentah, setengah matang, dan matang.

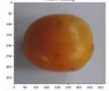

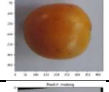
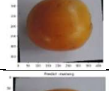

**Tabel 3. Hasil Pengujian Data *Testing* Mentah CNN Inception V3**

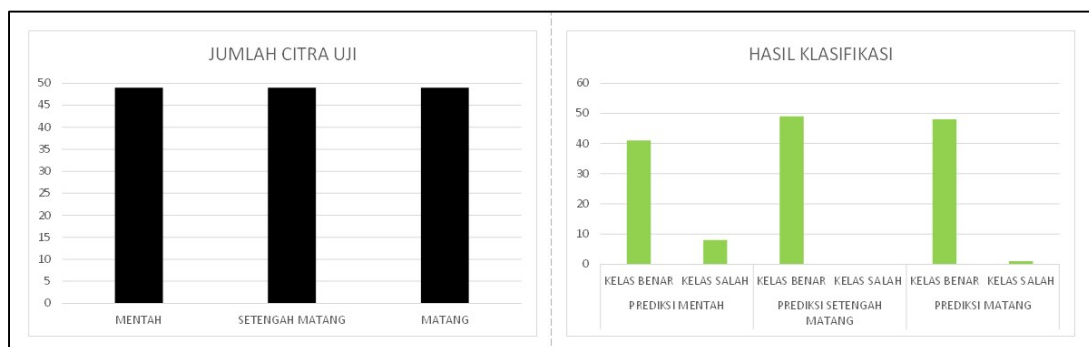
No	Model	Kelas Target	Gambar	Hasil Klasifikasi
1	Inception V3	Mentah		Matang
2	Inception V3	Mentah		Matang
3	Inception V3	Mentah		Mentah
4	Inception V3	Mentah		Matang
5	Inception V3	Mentah		Matang

**Tabel 4. Hasil Pengujian Data *Testing* Setengah Matang CNN *Inception V3***

No	Model	Kelas Target	Gambar	Hasil Klasifikasi
1	Inception V3	Setengah Matang		Setengah Matang
2	Inception V3	Setengah Matang		Setengah Matang
3	Inception V3	Setengah Matang		Setengah Matang
4	Inception V3	Setengah Matang		Setengah Matang
5	Inception V3	Setengah Matang		Setengah Matang

**Tabel 5. Hasil Pengujian Data *Testing* Matang CNN *Inception V3***

No	Model	Kelas Target	Gambar	Hasil Klasifikasi
1	Inception V3	Setengah Matang		Setengah Matang
2	Inception V3	Setengah Matang		Setengah Matang
3	Inception V3	Setengah Matang		Setengah Matang
4	Inception V3	Setengah Matang		Setengah Matang
5	Inception V3	Setengah Matang		Setengah Matang



**Gambar 10. Grafik Jumlah Citra Uji dan Hasil Klasifikasi pada CNN *Inception V3***

Hasil klasifikasi pada pengujian data *testing* CNN *Inception V3* memperoleh sejumlah prediksi benar dan prediksi salah. Pada pengujian data *testing* CNN *Inception V3* terdapat kelas mentah, setengah matang, dan matang, dengan 147 citra uji. Pada tabel yang di dalamnya terdapat model, kelas target, gambar, dan hasil klasifikasi. Hasil pengujian data *testing* pada CNN *Inception V3* berdasarkan Tabel 3 terdapat kesalahan prediksi pada model dengan jumlah delapan, kesalahan terjadi pada kelas mentah dengan hasil prediksi matang. Berdasarkan Tabel 4 tidak terdapat kesalahan prediksi pada kelas setengah matang. Berdasarkan Tabel 5 terdapat kesalahan prediksi pada model dengan jumlah satu, kesalahan terjadi pada kelas matang dengan hasil prediksi setengah matang. Berikut Gambar 10 merupakan grafik hasil klasifikasi data *testing* CNN *Inception V3*.

#### 4. KESIMPULAN

Pada penelitian telah dilakukan implementasi metode CNN dengan arsitektur *Inception V3*. Pengimplementasian metode CNN *Inception V3* tersebut telah berhasil memberikan hasil yang cukup baik yaitu dengan tujuan untuk mengidentifikasi berupa citra buah kopi kuning dengan tiga kelas yaitu mentah, setengah matang dan matang. Dari hasil pengujian CNN *Inception V3* digunakan 1380 citra buah kopi kuning, 984 citra buah kopi kuning untuk *training* serta 246 citra buah kopi kuning untuk validasi, dengan pengaturan beberapa parameter seperti *epoch* 20, *batch size* 32, *optimizer* SGD dan *learning rate* 0.0001. Hasil dari kinerja model CNN *Inception V3* dilakukan pengujian dengan citra uji sebanyak 147 citra buah kopi kuning dan menghasilkan akurasi sebesar 92.00% pada metode CNN *Inception V3*.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Albawi, S., Mohammed, T. A., & Al-Zawi, S. (2018). Understanding of a convolutional neural network. *Proceedings of 2017 International Conference on Engineering and Technology, ICET 2017*, (pp. 1–6).  
<https://doi.org/10.1109/ICEngTechnol.2017.8308186>
- Andrew, A., & Santoso, H. (2022). Compare VGG19, ResNet50, Inception-V3 for Review Food Rating. *Sinkron Jurnal & Penelitian Teknik Informatika*, 7(2), 845–494.  
<https://doi.org/10.33395/sinkron.v7i2.11383>
- Anugrah, R. B. (2022). Pengembangan Desain Produk Kemasan Kopi Di Sapuangin Kopi Basecamp Merapi Dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (Qfd) Dan Kano. *Official Scientific Journals of Universitas Islam Indonesia*, 33(1), 16–106.
- Arrofiqoh, E. N., & Harintaka. (2018). Implementasi Metode Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Tanaman Pada Citra Resolusi Tinggi. *Geomatika*, 24(2), 61.  
<https://doi.org/10.24895/jig.2018.24-2.810>
- Arti, Y., & Arymurthy, A. M. (2023). Face Spoofing Detection using Inception-v3 on RGB Modal and Depth Modal. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Informasi*, 16(1), 47–57.  
<https://doi.org/10.21609/jiki.v16i1.1100>
- Dani, D., Izzah, N. K., & Randriani, E. (2016). Variasi Genetik dalam Populasi Kultivar Kopi

- Arabika Berbuah Kuning di Lahan Petani Berdasarkan Penanda SSRs. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 3(2), 83. <https://doi.org/10.21082/jtidp.v3n2.2016.p83-94>
- Kapa, M. R. (2022). *Klasifikasi Citra Penyakit Leukemia Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Arsitektur Inception-V3*. 129.
- Michael, A. (2022). Komparasi Kombinasi Pre-trained Model dengan SVM pada Klasifikasi Kematangan Kopi Berbasis Citra. *Journal Dynamic Saint*, 1(1), 42–48. <http://journals.ukitoraja.ac.id/index.php/dynamicsaint/article/view/1613>
- Ningtyas, K. R., Widodo, S., Diding, S., & Yulia, M. (2022). Autentikasi Cepat Kopi Spesialti Arabika Java Preanger Kultivar Typica, Sigarar Utang dan Yellow Bourbon Menggunakan Spektroskopi UV dan Metode PLS-DA. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 10(2), 77–86.
- Putri, O. N. (2020). *Implementasi Metode CNN Dalam Klasifikasi Gambar Jamur Pada Analisis Image Processing (Studi Kasus: Gambar Jamur Dengan Genus Agaricus Dan Amanita)*. 1–67. [https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/23677/16611103 Ocktavia Nurima Putri.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/23677/16611103%20Ocktavia%20Nurima%20Putri.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rismayanti, A. Y., & Nafi'ah, H. H. (2021). Modifikasi Media Pada Induksi Kalus Kopi Arabika (*Coffea Arabica L.*) Berbuah Kuning. *Agro Wiralodra*, 4(2), 42–49. <https://doi.org/10.31943/agrowiralodra.v4i2.60>
- Sanjaya, J., & Ayub, M. (2020). Augmentasi Data Pengenalan Citra Mobil Menggunakan Pendekatan Random Crop, Rotate, dan Mixup. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 6(2), 311–323. <https://doi.org/10.28932/jutisi.v6i2.2688>
- Shu, M. (2019). Deep learning for image classification on very small *datasets* using transfer learning. *Creative Components IOWA State University*, 14–21.
- Supriyanto, A., Kusuma, W. A., & Rahmawan, H. (2022). Klasifikasi Kanker Tumor Payudara Menggunakan Arsitektur Inception-V3 Dan Algoritma Machine Learning. *Jurnal AL-AZHAR Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 1(3), 187–193.
- Tamayo-Monsalve, M. A., Ruiz, E. M., Pulgarin, J. P. V., Ortiz, M. A. B., Arteaga, H. B. A., Rubio, A. M., Alzate-Grisales, J. A., Garzon, D. A., Cano, V. R., Arias, S. O., Osorio, G., & Soto, R. T. (2022). Coffee Maturity Classification Using Convolutional Neural Networks and Transfer Learning. *IEEE Access*, 10, 42971–42982. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3166515>