

# Pengembangan Aplikasi Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Apel Berdasarkan Warna Kulit Buah Apel dengan Metode Convolutional Neural Network

Hizkia Natanael Rusli

Informatika, Fakultas Ilmu Komputer dan Desain, Universitas Kalbis  
Jalan Pulomas Selatan Kav. 22, Jakarta 13210  
Email: 2018103848@student.kalbis.ac.id

**Abstract:** The study aims to develop an image classification application for the ripeness level of apples using the Convolutional Neural Network method to group image data so that it can assist in determining the ripeness of apples. The dataset used is an image of unripe, ripe, and rotten apples. The data will be trained to obtain accuracy to determine the level of ripeness of apples. In this study, the accuracy was 96% for 20 epochs and 98% for 40 epochs.

**Keywords:** Machine Learning, CNN, Tensorflow, Keras

**Abstrak:** Tujuan dari penelitian ini adalah meneliti dan mengembangkan aplikasi klasifikasi gambar tingkat kematangan buah apel menggunakan metode Convolutional Neural Network untuk mengelompokkan data gambar sehingga dapat membantu dalam menentukan kematangan buah apel. Dataset yang digunakan adalah gambar buah apel yang belum matang, matang, dan busuk. Data tersebut akan dilatih untuk mendapatkan akurasi untuk menentukan tingkat kematangan buah apel. Pada penelitian ini didapatkan akurasi sebesar 96% untuk 20 epoch dan 98% untuk 40 epoch.

**Kata kunci:** Pembelajaran Mesin, CNN, Tensorflow, Keras

## I. PENDAHULUAN

Buah apel merupakan buah yang populer dikonsumsi dengan cara dipotong ataupun dijadikan jus. Apel pertama kali ditanam di Asia Tengah, kemudian berkembang luas wilayah yang lebih dingin. Apel yang dibudidayakan memiliki nama ilmiah *Malus domestica* yang menurut sejarahnya merupakan keturunan dari *Malus sieversii* dengan sebagian genom dari *Malus sylvestris* (apel hutan/apel liar) yang ditemui hidup secara liar di pegunungan Asia Tengah, Kazakhstan, Kirgiztan, Tajikistan, dan Xinjiang, Cina, dan kemungkinan juga *Malus sylvestris*. Tanaman ini masuk ke Indonesia sekitar tahun 1930-an dibawa oleh orang Belanda dari Australia

kemudian menanamnya di daerah Nongkojajar (Kabupaten Pasuruan)[1].

Jenis apel yang sering dikonsumsi salah satunya adalah apel fuji. Apel fuji ditemukan dan diriset pada tahun 1930-an dan ditetapkan pada tahun 1962. Apel fuji tercipta karena persinggungan antara dua varian apel Amerika yang bernama *Red Delicious* dan varian *Ralls Janet* yang telah ada sejak abad 18[2]. Berat buah sekitar 300 gram, ukurannya seragam dan sangat produktif. Bentuknya bulat sampai lonjong, berwarna merah sampai coklat kemerahan gelap. Belang jelas dengan warna dasar kuning. Keadaan fusarium layu dan bentuk buah tidak bagus sering terjadi pada beberapa tahun. Buahnya sangat manis dengan rasa asam sedang, mengandung banyak sari buah dan rasanya enak. Daging buah berwarna putih kekuningan, keras

dan agak kasar. Cenderung mengandung banyak air. Kandungan gula sekitar 15%, keasaman 0,4 – 0,5% dan kekerasan daging buah sekitar 15 pounds. Kultivar apel ini dapat disimpan lama, sekitar 90 hari pada suhu normal dan sekitar 150 hari pada *cold storage*[3].

Terdapat 4 cara untuk menentukan buah apel matang dan mentah, salah satu ciri buah apel dikatakan matang apabila warna apel cerah dan bertekstur

baik. Biasanya apel yang matang akan didominasi oleh warna merah yang cerah dan sedikit warna kuning. Ada beberapa jenis apel yang matang berwarna hijau, contohnya adalah apel Manalagi, apel *Granny Smith*[4]. Pada saat buah apel masih mentah maka rasa dari buah apel tersebut akan terasa kurang manis sedangkan buah apel yang matang akan terasa lebih manis dan buah apel yang busuk akan memiliki rasa yang aneh dan buah apel akan berubah rasa menjadi hambar[5].

Menggunakan bantuan dari machine learning, kita dapat menemukan tingkat kematangan dari buah apel fuji berdasarkan warna kulit pada foto dengan algoritma *CNN*. *Convolutional Neural Network (CNN)* adalah salah satu jenis *neural network* yang biasa digunakan pada data *image*. *CNN* bisa digunakan untuk mendeteksi dan mengenali objek pada sebuah *image*. *CNN* adalah sebuah teknik yang terinspirasi dari cara manusia, menghasilkan persepsi visual. Secara garis besar *Convolutional Neural Network (CNN)* tidak jauh beda dengan *neural network* biasanya. *CNN* terdiri dari neuron yang memiliki *weight*, *bias* dan *activation function*. *Convolutional layer* juga terdiri dari neuron yang tersusun sedemikian rupa sehingga membentuk sebuah filter dengan panjang dan tinggi (piksel)[6]. Mendeteksi secara digital penting untuk mempermudah dan lebih akurat dari mendeteksi secara manual. Alasan penggunaan apel karena apel salah satu

buah yang sangat digemari dan bermanfaat untuk kesehatan.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Tinjauan Pustaka

#### 1. Apel

Buah apel merupakan buah yang populer dikonsumsi dengan cara dipotong ataupun dijadikan jus. Buah apel memiliki banyak jenis dan warna. Nama ilmiah dari apel adalah *Malus Domestica*. Apel sendiri masuk ke dalam genus yang disebut genus *malus*. Dimana Genus *malus* sendiri memiliki pusat keragaman yaitu di Turki Timur. Yang pernah disebutkan bahwa buah apel ini merupakan tanaman pertama dalam dunia pertanian. Kata apel sendiri diambil dari sebuah bahasa inggris kuno yaitu *aeppl*. Sejak pada jaman besi hingga abad pertama masehi pada masa Romawi telah ditemukan bahwa apel memiliki enam jenis buah apel [1].

Jenis apel yang sering dikonsumsi salah satunya adalah apel fuji. Apel fuji ditemukan dan diriset pada tahun 1930-an dan ditetapkan pada tahun 1962. Apel fuji tercipta karena persinggungan antara dua varian apel Amerika yang bernama *Red Delicious* dan varian *Ralls Janet* yang telah ada sejak abad 18. Karakteristik yang dimiliki Apel Fuji lainnya adalah teksturnya yang renyah, kokoh, rendah keasamannya, dan *taste note* rasa madu serta citrus. Kulitnya berwarna kemerahan yang bercampur dengan warna pink serta warna latar kuning [2].

#### 2. Machine Learning

*Machine learning* pada dasarnya adalah proses komputer untuk belajar dari data (*learn from data*). Tanpa adanya data, komputer tidak akan bisa belajar. Oleh karena itu jika ingin belajar *machine learning*, pasti

akan terus berinteraksi dengan data. Semua pengetahuan *machine learning* pasti akan melibatkan data. Data bisa saja sama, akan tetapi algoritma dan pendekatannya berbeda-beda untuk mendapatkan hasil yang optimal[7].

*Machine learning* merupakan salah satu cabang dari disiplin ilmu Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*) yang membahas mengenai pembangunan sistem yang berdasarkan pada data. Banyak hal yang dipelajari, akan tetapi pada dasarnya ada 4 hal pokok yang dipelajari dalam *machine learning*.

1. Pembelajaran Terarah (*Supervised Learning*)
2. Pembelajaran Tak Terarah (*Unsupervised Learning*)
3. Pembelajaran Semi Terarah (*Semi-supervised Learning*)
4. *Reinforcement Learning*.

### 3. *Tensorflow*

*TensorFlow* adalah pustaka perangkat lunak sumber terbuka dan gratis untuk pembelajaran mesin. *TensorFlow* dapat digunakan dalam berbagai tugas tetapi memiliki fokus khusus pada pelatihan dan inferensi jaringan neural dalam. *TensorFlow* adalah pustaka matematika simbolis berdasarkan dataflow dan pemrograman. Saat ini, *TensorFlow* merupakan pustaka pembelajaran mesin paling terkenal di dunia.

Diciptakan oleh tim *Google Brain*, produk *Google* satu ini, menggunakan pembelajaran mesin di semua produknya untuk meningkatkan mesin telusur, terjemahan, pemberian keterangan gambar, atau rekomendasi. Ia menggabungkan banyak model dan algoritma *machine learning* termasuk *deep learning (neural network)*. *Framework* di susun menggunakan *Python front-end API* untuk membuat suatu aplikasi penggunaannya, dan

menggunakan C++ yang memiliki kinerja terbaik dalam hal eksekusi.

*Tensorflow* dapat melatih dan menjalankan *neural network* untuk keperluan mengklasifikasikan tulisan tangan, pengenalan gambar */object*, serta menggabungkan suatu kata. Selanjutnya adalah *re-current neural network*, yang merupakan model *sequential*, dapat digunakan untuk *Natural Language Processing (NLP)*, *PDE (Partial Differential Equation)* berdasarkan simulasi. Dan yang paling utama adalah bahwa *Tensorflow* dapat digunakan pada skala yang besar untuk produksi dengan menggunakan model yang sama pada ketika proses training data[8].

*Tensorflow* dikembangkan oleh tim *google brain* yang awalnya ditujukan untuk keperluan penelitian dan produksi *google*. *Tensorflow* digunakan sebagai dasar dari *Keras* dalam pembuatan *artificial neural network*, penggunaan *tensorflow* mempermudah pengembangan model pembelajaran mesin[9, hlm. 256-266].

### 4. *Keras*

*Keras* merupakan *library Machine Learning open source* berbasis *Python*, dikembangkan untuk membuat penerapan model pembelajaran yang mendalam secepat dan semudah mungkin untuk penelitian serta pengembangan yang dirilis berdasarkan lisensi *MIT*. *Library Keras* menyediakan metode yang nyaman untuk membuat berbagai model pembelajaran mendalam diatas *Theano* atau *TensorFlow*. *Keras* berfokus pada prinsip-prinsip utamanya yang mencakup dalam pembuatan prototipe dari *neural network*, kemudahan penggunaan, modularitas, dan ekstensibilitas yang mudah dengan *Python*[10].

## 5. Convolutional Neural Network

*Convolutional Neural Network (CNN)* adalah salah satu jenis neural network yang biasa digunakan pada data image. *CNN* bisa digunakan untuk mendeteksi dan mengenali objek pada sebuah image. *CNN* adalah sebuah teknik yang terinspirasi dari cara manusia, menghasilkan persepsi visual.

Secara garis besar *Convolutional Neural Network (CNN)* tidak jauh beda dengan neural network biasanya. *CNN* terdiri dari neuron yang memiliki weight, bias dan activation function. Convolutional layer juga terdiri dari neuron yang tersusun sedemikian rupa sehingga membentuk sebuah filter dengan panjang dan tinggi (piksel).

Bagaimana *CNN* bekerja? Secara garis besarnya, *CNN* memanfaatkan proses konvolusi dengan menggerakkan sebuah kernel konvolusi (filter) berukuran tertentu ke sebuah gambar, komputer mendapatkan informasi representatif baru dari hasil perkalian bagian gambar tersebut dengan filter yang digunakan.

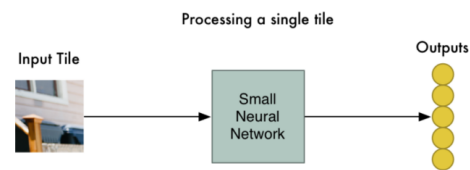
Langkah 1 : Memecah gambar menjadi gambar yang lebih kecil yang tumpang tindih. Dari gambar seorang anak kecil yang menaiki kuda mainan diatas, hasil dari proses konvolusi dapat diilustrasikan sebagai berikut ini:



Gambar 1 Gambar dipecah menjadi 77 gambar yang lebih kecil

Dengan ini, gambar asli dari seorang anak kecil diatas menjadi 77 gambar yang lebih kecil dengan konvolusi yang sama.

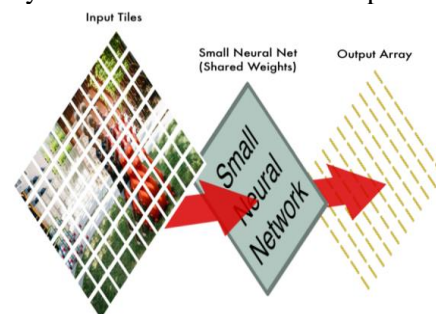
Langkah 2 : Memasukkan setiap gambar yang lebih kecil ke small neural network. Setiap gambar kecil dari hasil konvolusi tersebut kemudian dijadikan input untuk menghasilkan sebuah representasi fitur. Hal ini memberikan *CNN* kemampuan mengenali sebuah objek, dimanapun posisi objek tersebut muncul pada sebuah gambar.



Gambar 2 Memasukkan setiap gambar yang lebih kecil ke small neural network.

Proses ini dilakukan untuk semua bagian dari masing-masing gambar kecilnya, dengan menggunakan filter yang sama. Dengan kata lain, setiap bagian gambar akan memiliki faktor pengali yang sama, atau dalam konteks neural network disebut sebagai weights sharing. Jika ada sesuatu yang tampak menarik di setiap gambarnya, maka akan ditandai bagian itu sebagai object of interest.

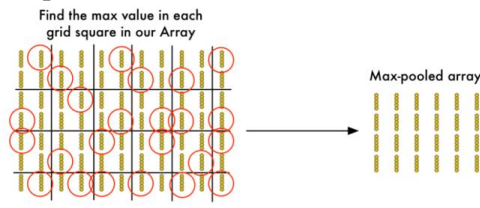
Langkah 3 : Menyimpan hasil dari masing-masing gambar kecil ke dalam array baru. Maka akan terlihat seperti ini:



Gambar 3 Menyimpan hasil dari gambar kecil ke dalam array baru.

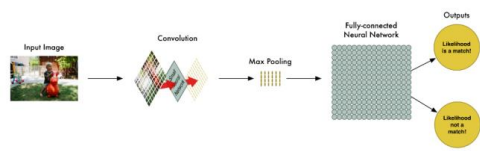
Langkah 4 : *Downsampling*. Pada langkah 3, array masih terlalu besar, maka untuk mengecilkan ukuran arraynya digunakan *downsampling* yang penggunaannya dinamakan *max pooling* atau mengambil nilai *pixel* terbesar di setiap *pooling kernel*. Dengan begitu, sekalipun mengurangi jumlah parameter,

informasi terpenting dari bagian tersebut tetap diambil.



Gambar 4 Downsampling

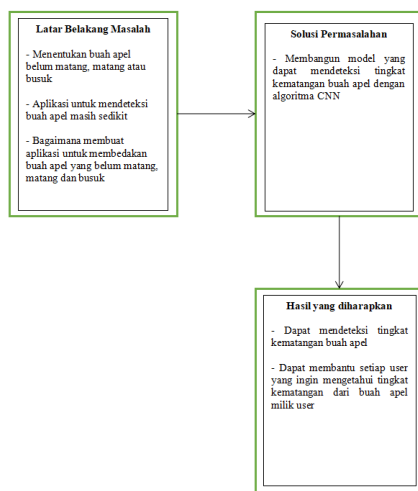
Langkah 5 : Membuat prediksi. Sejauh ini, kita telah merubah dari gambar yang berukuran besar menjadi array yang cukup kecil. Nah, array merupakan sekelompok angka, jadi dengan menggunakan array kecil itu kita bisa inputkan ke dalam jaringan saraf lain. Jaringan saraf yang paling terakhir akan memutuskan apakah gambarnya cocok atau tidak. Untuk memberikan perbedaan dari langkah konvolusi, maka bisa kita sebut dengan “fully connected” network[5]. Secara garis besarnya, langkah-langkah diatas tampak seperti gambar berikut ini :



Gambar 5 Cara Kerja CNN

## B. Metodologi Penelitian

### 6. Kerangka Pemikiran



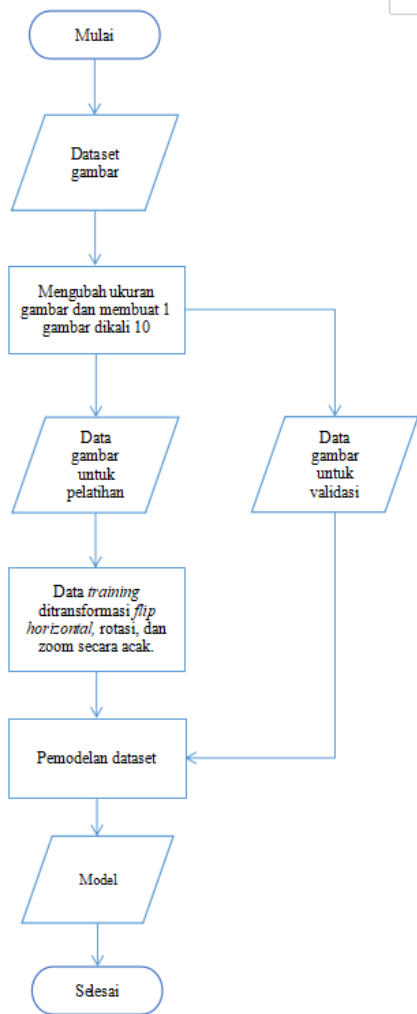
Gambar 6 Kerangka Pemikiran

Gambar 3.1 merupakan kerangka pemikiran dalam penelitian ini. Pada saat ini, dalam mengetahui tingkat kematangan buah apel masih menggunakan cara manual, yaitu dengan melihat warna apel secara langsung

dan juga mengetahui lewat tekstur dari apel tersebut. Akibatnya, beberapa apel yang telah dipilih tersebut belum matang ataupun terlalu matang. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini memiliki solusi dengan cara menerapkan machine learning yang dapat mendeteksi tingkat kematangan buah apel lewat warna. Harapan dari penelitian ini adalah untuk mempermudah dalam menentukan tingkat kematangan buah apel.

### 7. Inkremental Satu

Pada tahap ini yang dilakukan adalah mendesain alur logika kode program pada pembuatan model convolution neural network, tahapan-tahapan pada proses ini adalah memasukan dataset, mengubah ukuran gambar serta membaginya menjadi data latih dan data validasi, data latih ditransformasi flip horizontal, rotasi, dan zoom menggunakan Keras secara acak untuk mendapatkan data latih yang bervariasi, pemodelan data, visualisasi hasil pelatihan, dan penyimpanan model dalam format h5.



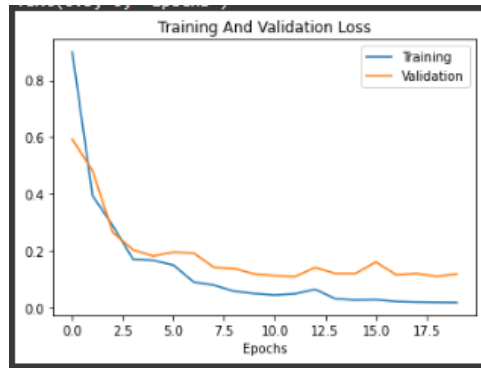
Gambar 7 Alur logika pada pembuatan model Convolutional Neural Network

No	Nama Proses	Skenario	Proses	Harapan	Hasil
1	Persiapan dataset	Membagi dataset menjadi data training dan data validation, mengubah ukuran gambar menjadi 224 x 224 px	Dataset sesuai dengan yang telah diharapkan gambar dapat diubah ukurannya	Dataset siap digunakan	Berhasil
2	Data augmentasi	Menyiapkan fungsi augmentasi gambar	Gambar ditransformasi dengan <i>flip horizontal</i> , <i>rotasi</i> , dan <i>zoom in</i> atau <i>zoom out</i>	Augmentasi dapat digunakan	Berhasil
3	Pembuatan model	Merancang model Convolution Neural Network	Model berhasil dibuat	Model dapat dilatih dan digunakan	Berhasil
4	Pelatihan model	Melatih model dengan data training	Model dapat dilatih menggunakan data latih dan menghasilkan akurasi sebesar 96,67%	Model menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi	Berhasil
5	Visualisasi hasil pelatihan	Menampilkan hasil pelatihan model Convolution Neural Network	Hasil pelatihan divisualisasi dengan baik	Hasil pelatihan dapat divisualisasikan	Berhasil
6	Testing	Melakukan pre-processing pada gambar, dan melakukan prediksi pada gambar	Model melakukan prediksi	Dapat melakukan prediksi menggunakan data gambar	Berhasil

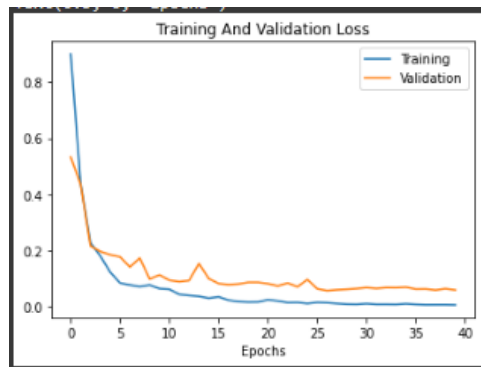
Semua hasil pada inkremental satu adalah berhasil. Dataset yang digunakan adalah sebanyak 15 data gambar untuk yang belum matang, 20 data gambar untuk yang matang dan 10 data gambar untuk yang busuk. Dataset tersebut diaugmentasi sehingga menjadikan jumlah data gambar sebanyak 479. Model dilatih menggunakan *epoch* sebesar 20 dan 40 menghasilkan akurasi sebesar 96% untuk 20 *epoch* dan 98% untuk 40 *epoch*. Berikut adalah visualisasi untuk hasil latih.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 Hasil Inkremental satu

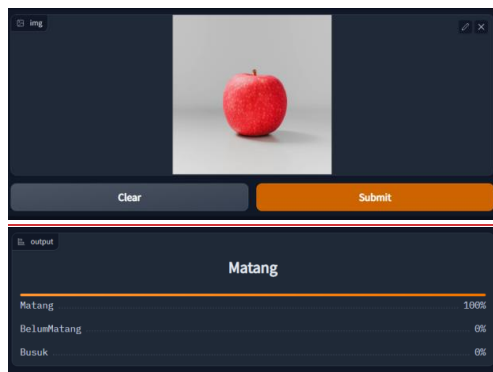


Gambar 8 Visualisasi hasil pelatihan model 20 epoch



Gambar 9 Visualisasi hasil pelatihan model 40 epoch

Berikut merupakan tampilan hasil dari klasifikasi kematangan buah apel.



Gambar 10 Tampilan hasil klasifikasi kematangan buah aapel

#### IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah apel, maka

dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Convolutional neural network mampu diterapkan untuk klasifikasi data gambar kematangan buah apel fuji.
2. Hasil akurasi dari Convolutional neural network dengan menggunakan 45 gambar sebagai dataset yang diaugmentasi menjadi 479 gambar dan epoch sebesar 20 menghasilkan akurasi sebesar 96%
3. Hasil akurasi dari Convolutional neural network dengan menggunakan 45 gambar sebagai dataset yang diaugmentasi menjadi 479 gambar dan epoch sebesar 40 menghasilkan akurasi sebesar 98%
4. Aplikasi dapat mengklasifikasi buah apel berdasarkan warna kulitnya kedalam kategori kematangan yaitu mentah, matang dan busuk.
5. Hasil percobaan dengan menggunakan gambar diluar dataset mendapatkan hasil yang akurat.

#### DAFTAR RUJUKAN

- [1] Balitjestro. Sejarah Perkembangan Apel di Indonesia. Diakses pada 13 November 2021, dari <http://balitjestro.litbang.pertanian.go.id/sejarah-perkembangan-apel-di-indonesia/>.
- [2] Tim MAHI. (2019, 26 November). Inilah Berbagai Alasan yang Menjadikan Apel Fuji Semakin Populer. Diakses pada 20 Juni 2022, dari <https://www.masakapahariini.com/makanan-gaya-hidup/alasan-apel-fuji-populer/>.
- [3] K, Dewi. MENGENAL KARAKTERISTIK APEL FUJI. Diakses pada 27 Juli 2022, dari <https://100buah.wordpress.com/2012/08/14/mengenal-karakteristik-apel-fuji/>.
- [4] Staf wikiHow. Cara Memilih Apel. Diakses pada 9 Januari 2022, dari <https://id.wikihow.com/Memilih-Apel>.
- [5] K, Febi Anindya. Cara Mengetahui Buah Apel Masih Layak Makan atau Tidak. Diakses pada 26 Juli 2022, dari <https://www.fimela.com/lifestyle/read/4175587/cara-mengetahui-buah-ape-l-masih-layak-makan-atau-tidak>.
- [6] L. Qolbiyatul. (2019, 26 November). Apa itu Convolutional Neural Network?.

- Diakses pada 9 Januari 2022 dari <https://medium.com/@16611110/apa-itu-convolutional-neural-network-836f70b193a4>
- [7] Pengembangan Sistem Informasi. (2019, 9 September). Mengenal Teknologi Machine Learning. Diakses pada 9 Januari 2022, dari <https://www.unida.ac.id/teknologi/artikel/mengenal-teknologi-machine-learning.html>.
- [8] BizTech Academy. Tensorflow - Machine Learning Framework buatan Google. Diakses pada 4 Juni 2022, dari <https://biztechacademy.id/tensorflow-machine-learning-framework-buatan-google/>.
- [9] J. D. Martín Abadi, Paul Barham, Jianmin Chen, Zhifeng Chen, Andy Davis, M. K. Matthieu Devin, Sanjay Ghemawat, Geoffrey Irving, Michael Isard, P. T. Josh Levenberg, Rajat Monga, Sherry Moore, Derek G. Murray, Benoit Steiner, and G. B. Vijay Vasudevan, Pete Warden, Martin Wicke, Yuan Yu, and Xiaoqiang Zheng, "TensorFlow: A System for Large-Scale Machine Learning," *Methods Enzymol.*, p. 21, 2016, doi: 10.1016/0076-6879(83)01039-3.
- [10] J. Moolayil, *Learn Keras for Deep Neural Networks: A Fast-Track Approach to Modern Deep Learning with Python*. 2019.