

APLIKASI PENDETEKSI TINGKAT KEMATANGAN BUAH STRAWBERRY BERBASIS MOBILE

Esti¹⁾, Mardawia M. Parenreng²⁾, Muhammad Ilyas Syarif³⁾

Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang

email: estipratiwii759@gmail.com¹⁾; mmparenreng@poliupg.ac.id²⁾; ilyasy.ifqi@gmail.com³⁾

Abstract

Strawberry merupakan buah beriklim subtropis dengan nilai komoditas tinggi yang dapat ditemukan di berbagai negara-negara dan daerah dataran tinggi di Indonesia. Tingkat kematangan buah strawberry dapat ditentukan dari beberapa parameter seperti dari perubahan warna, ukuran, bentuk dan tekstur. Akan tetapi, penentuan tingkat kematangan yang sering digunakan yaitu dilakukan dengan teknik manual menggunakan indera penglihatan manusia untuk melihat perubahan warna kulit buah strawberry. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi tingkat kematangan buah strawberry berbasis mobile menggunakan metode Convolutional Neural Network dengan arsitektur MobileNet. Dataset yang digunakan untuk proses pelatihan dilakukan dengan menggunakan dataset yang berasal dari roboflow yang berjumlah 912 gambar. Sedangkan dataset yang digunakan untuk pengujian terbagi atas dua yaitu dataset roboflow sebanyak 30 dan dataset real (yang diambil secara langsung dari kamera smartphone) sebanyak 30 dataset. Model yang digunakan untuk proses klasifikasi jenis kematangan buah strawberry merupakan hasil training dataset dengan menggunakan epoch 100. Kemudian membuat antarmuka (interfacing) aplikasi pendeteksi tingkat kematangan buah strawberry. Pada penelitian ini, pengujian aplikasi dilakukan dengan menggunakan dataset dari roboflow dan menggunakan dataset real. Dari hasil pengujian yang menggunakan dataset roboflow, memperoleh akurasi sebesar 93,3%. Sedangkan hasil pengujian yang menggunakan dataset real, memperoleh akurasi sebesar 80%.

Kata kunci: Strawberry, Aplikasi Mobile, Deteksi, CNN, Algoritma MobileNet

I. PENDAHULUAN

Strawberry merupakan buah beriklim subtropis dengan nilai komoditas tinggi yang dapat ditemukan di berbagai negara-negara dan daerah dataran tinggi di Indonesia. Dengan bentuk visual yang menarik, buah strawberry banyak dicari oleh konsumen karena dapat dimanfaatkan dengan berbagai bentuk olahan seperti dodol, sirup, kue, selai, ice cream dan sebagainya [1].

Tingkat kematangan buah strawberry dapat ditentukan dari beberapa parameter seperti dari perubahan warna, ukuran, bentuk dan tekstur. Akan tetapi, penentuan tingkat kematangan yang sering digunakan yaitu dilihat dari perubahan warna kulit buah strawberry atau dilakukan dengan teknik manual yaitu menggunakan indera penglihatan manusia. Teknik ini menjadi kurang efektif karena membutuhkan waktu yang relatif lama, dan dapat mempengaruhi subjektivitas manusia. Hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya kesalahan pengenalan warna saat penentuan tingkat kematangan buah strawberry. Kesalahan pengenalan warna tersebut dapat berdampak saat melakukan penyortiran untuk proses panen maupun pasca panen, sehingga buah yang dipetik menjadi kurang manis dan dapat mempengaruhi kualitas buah [2].

Proses sortir buah yang layak dikonsumsi dapat berjumlah ratusan, bahkan ribuan, sehingga sangat membutuhkan bantuan mesin untuk meningkatkan kecepatan kerja. Oleh karena itu, proses sortir buah ini dapat disiasati dengan membuat model Machine Learning yang mampu mengklasifikasikan buah strawberry yang kemudian akan diproses oleh sistem berdasarkan kebutuhan keluaran yang dikehendaki [3].

Penelitian tentang penentuan tingkat kematangan buah strawberry sudah banyak digunakan oleh peneliti sebagai topik riset. Salah satu penelitian yaitu *Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Strawberry Berdasarkan Warna RGB dengan Menggunakan Metode Regionprops* (Sari & Bella Maya, 2020) Pada penelitian ini, penulis melakukan klasifikasi tingkat kematangan buah strawberry menggunakan metode Regionprops. Metode yang digunakan dapat melakukan identifikasi dengan ekstraksi nilai RGB (Red, Green, Blue) citra untuk mencocokkan nilai region dengan nilai proses klasifikasi. Untuk hasil tingkat akurasi yaitu sebesar 60%. [2]

Berdasarkan permasalahan diatas, maka penulis mencoba membuat sebuah model pelatihan berupa sistem dalam mengklasifikasi tingkat kematangan buah strawberry yaitu berupa Aplikasi Pendeteksi Tingkat Kematangan Buah Strawberry Berbasis Mobile. Sistem ini dapat memberi kemudahan dalam menentukan tingkat kematangan buah strawberry pada proses penyortiran.

II. KAJIAN LITERATUR

1. Strawberry

Strawberry merupakan tanaman beriklim subtropis yang tumbuh dengan baik di daerah dataran tinggi (mountain area) antara 1000 – 1500 meter di atas permukaan laut, strawberry memerlukan lingkungan yang lembab dan bersuhu dingin sekitar 22°C – 28°C dengan curah hujan antara 600 mm – 700 mm per tahunnya, dan membutuhkan sinar matahari 8 – 10 jam per hari. Strawberry juga dapat tumbuh di daerah dataran rendah dengan menyesuaikan faktor lingkungan aslinya seperti menggunakan media green house [4].

2. Aplikasi Mobile

Aplikasi mobile ialah aplikasi yang dijalankan pada perangkat-perangkat bergerak (Mobile). Adapun yang termasuk perangkat mobile yaitu smartphone, tablet dan perangkat bergerak lainnya. Aplikasi mobile bertujuan menjalankan tugas-tugas tertentu yang diberikan oleh user untuk membantu sesuai dengan kategori aplikasi yang disediakan dan aplikasi mobile biasanya dibuat untuk kebutuhan platform tertentu seperti iOS, android, dan Windows [5].

3. Deteksi

Deteksi merupakan proses dimana algoritma bekerja untuk mengenali informasi-informasi berdasarkan gambar yang diambil dari frame kamera video, kemudian membandingkan informasi tersebut dengan informasi yang lain ([6].

4. Machine Learning

Machine learning (ML) merupakan sebuah bidang keilmuan dari Artificial Intelligence untuk mengembangkan sebuah sistem dengan membuat komputer memiliki kemampuan belajar sendiri tanpa harus melakukan pemrograman lagi, sehingga program komputer memiliki sifat dinamis tergantung dari kelengkapan datanya. Pada machine learning terdapat sebuah algoritma yang dapat membuat komputer untuk belajar dan melakukan tugas-tugasnya tanpa menerima intruksi dari user. Machine learning juga mampu menyelesaikan kasus yang berbeda-beda dalam waktu tertentu dan dapat diterapkan dibidang manapun seperti di bidang kesehatan, bidang otomotif dan sebagainya [7].

5. Convolutional Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Network adalah pengembangan dari Multi layer Perceptron (MLP) yang digunakan untuk mengolah dan membuat data dua dimensi. Convolutional Neural Network juga merupakan salah satu jenis metode dari Deep neural Network yang digunakan pada suatu citra dengan jaringan yang tinggi dan diaplikasikan pada data untuk penelitian citra [8].

Convolutional Neural Network (CNN) memiliki beberapa lapisan seperti lapisan masukan (Input Layer), lapisan keluaran (Output Layer) dan sejumlah lapisan tersembunyi (Hidden Layers). Dimana pada lapisan tersembunyi (Hidden Layers) terdapat Convolutional Layers, Activation Layer, Pooling Layers, dan Fully Connected Layers [9].

6. Deep Learning

Deep learning merupakan salah satu bagian dari machine learning dengan memanfaatkan artificial neural network secara berlapis-lapis (multilayer). Artificial Neural Network dibuat seperti otak manusia yang memiliki neuron-neuron dan terhubung satu sama lain sehingga terbentuk jaringan neuron yang sangat rumit. Model komputasi ini memiliki banyak lapisan dalam mempelajari representasi data dari beberapa tingkatan abstraksi. Yang kemudian meningkatkan area penelitiannya secara signifikan seperti mendeteksi objek, pengenalan objek secara visual dan pengenalan suara [10].

Model deep learning dapat mempelajari komputasinya sendiri, sehingga mampu menganalisa data-data seperti cara kerja otak manusia dalam mengambil keputusan [11].

7. Arsitektur MobileNet

MobileNet merupakan salah satu arsitektur CNN yang dapat digunakan untuk mengatasi kebutuhan akan computing resource berlebih. Seperti namanya, Mobile, para peneliti dari Google membuat arsitektur CNN yang dapat digunakan untuk ponsel. Perbedaan mendasar

antara arsitektur MobileNet dan arsitektur CNN pada umumnya adalah penggunaan lapisan konvolusi dengan ketebalan filter yang sesuai dengan ketebalan dari gambar masukan. MobileNet membagi konvolusi menjadi depthwise convolution dan pointwise convolution [12].

III. METODE PENELITIAN

A. Persiapan Awal

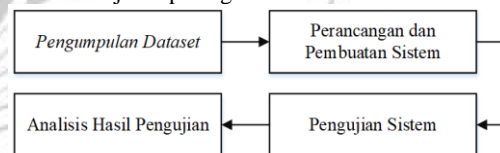
Dalam penelitian ini, dilakukan beberapa persiapan agar sistem yang diciptakan dapat berjalan secara efektif. Diantaranya melakukan studi literatur untuk mengumpulkan informasi permasalahan dalam penelitian yang akan dilakukan dari berbagai sumber, referensi, maupun penelitian sebelumnya. Kemudian melakukan penginstalan aplikasi pendukung yang dibutuhkan, pengumpulan dataset dan perancangan sistem.

Setelah itu, diperoleh data berupa dataset buah strawberry mentah, strawberry matang dan strawberry setengah matang. Adapun kebutuhan sistem meliputi dataset yang terbagi menjadi data pelatihan sebanyak 912 gambar, data validasi sebanyak 114 gambar dan data pengujian sebanyak 114 gambar.

B. Perancangan Sistem

1. Gambaran Umum

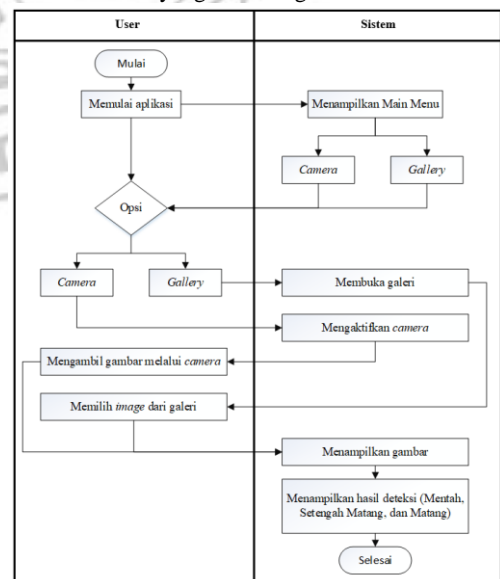
Perancangan sistem ini menggambarkan alur secara keseluruhan dari proses pembuatan sistem dimulai dari pengumpulan dataset berupa citra buah strawberry (mentah, matang, dan setengah matang), melakukan pembuatan sistem, kemudian melakukan pengujian sistem, sampai ke analisis hasil pengujian. Gambaran umum perancangan sistem disajikan pada gambar di bawah ini.



Gambar 1 Gambaran Umum Perancangan Sistem

2. Activity Diagram

Activity diagram memberikan penjelasan atau gambaran urutan aktivitas proses yang akan terjadi didalam sistem yang dirancang.



Gambar 2 Activity Diagram

Pada gambar menunjukkan alur kerja dari sistem, dimana user menggunakan smartphone yang sudah terinstal aplikasi pendeteksi tingkat kematangan buah strawberry berbasis mobile. Tampilan pertama yang akan muncul saat user menjalankan atau membuka aplikasi tersebut yaitu main menu yang terbagi atas tombol Camera dan tombol Gallery. Jika user memilih tombol Camera, maka secara otomatis kamera pada perangkat smartphone akan aktif, user dapat mengarahkan kamera dan mengambil (capture) pada objek buah strawberry yang akan di deteksi dan jika gambar buah strawberry berhasil di capture, maka hasil deteksi dari gambar akan ditampilkan oleh sistem (mentah, setengah matang, dan matang). Adapun untuk tombol Gallery, jika user memilih tombol tersebut maka sistem secara otomatis membuka galeri smartphone, kemudian user dapat memilih gambar yang akan di deteksi, jika gambar sudah dipilih maka sistem akan menampilkan gambar yang telah dipilih beserta dengan hasil deteksinya (mentah, setengah matang, dan matang).

C. Pembuatan Sistem

1. Perancangan Program di Google Colaboratory

Upload folder dataset yang bereksistensi .zip pada google colaboratory kemudian mengekstrak folder .zip. yang berisi dataset dengan tiga kelas

Memasukan fungsi library yang akan digunakan untuk menjalankan program tersebut. Selanjutnya terdapat program yang digunakan untuk mengubah ukuran 224x224 piksel sesuai pada masukkan dari arsitektur MobileNetV2, memecah folder train menjadi dataset pelatihan dan validasi serta memuat seluruh dataset pengujian secara urut. Setelah itu, nama label kelas tingkat kematangan buah strawberry dan menyimpannya dalam bentuk format “.txt”. Membuat base model dari pre-trained model MobileNet.

Selain itu, mengambil base model untuk melakukan feature extraction dari file model “.h5” yang sudah dilatih pada arsitektur MobileNetV2.

Kemudian menambahkan lapisan klasifikasi 3 kelas tingkat kematangan buah strawberry dengan menggunakan teknik Global Average Pooling. Dan melakukan pelatihan dari arsitektur tersebut dengan menggunakan epoch 100.

Menampilkan hasil pelatihan dalam bentuk grafik tingkat akurasi dan tingkat kesalahannya. Dan Menguji model hasil pelatihannya dengan dataset pengujian. Menampilkan hasil pengujian dalam bentuk confusion matrix yang berfungsi untuk mengetahui tingkat keberhasilan hasil pengujian dari setiap kelas tingkat kematangan buah strawberry.

Pada tahap yang terakhir terdapat program yang dibuat untuk menyimpan dan mengkonversi model hasil pelatihan ke dalam bentuk file TensorFlow Lite “.tflite”.

2. Perancangan Program di Android Studio

Perancangan program untuk perangkat Android dilakukan setelah membuat program pada Google Colaboratory dan mendapatkan

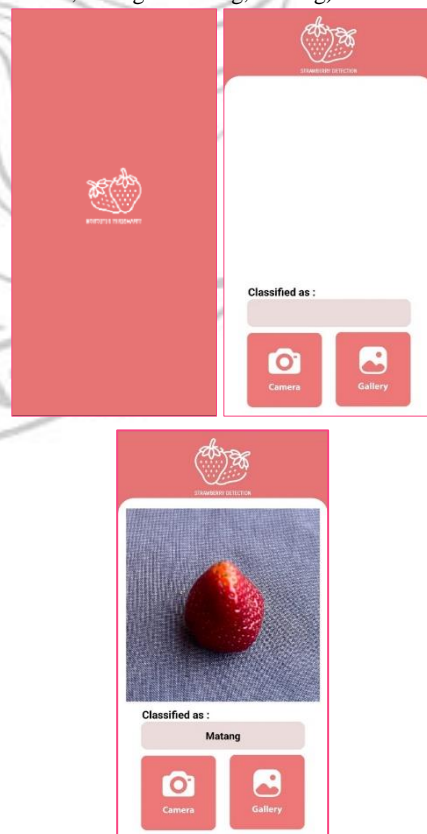
hasil model pelatihannya yang disimpan dalam bentuk “.tflite”. Dibuat program menggunakan Bahasa Java meliputi penggunaan fitur kamera pada smartphone Android, membuat file class untuk deteksi objek buah strawberry yang diambil melalui kamera maupun mengimpor gambar dari galeri foto, memasukkan file atau model dengan format “.tflite”, serta membuat class lainnya untuk mendukung dalam membuat antarmuka aplikasi Android.

Pembuatan layout dalam format “.xml” yang berfungsi untuk membuat tampilan antarmuka pada aplikasi Android dari setiap class yang akan ditampilkan pada aplikasi Android untuk deteksi tingkat kematangan buah strawberry.

3. Desain Interface Sistem

Tampilan desain pada aplikasi pendeteksi tingkat kematangan buah strawberry berbasis mobile yaitu sebagai berikut:

Pada gambar terdapat splash screen sebagai tampilan screen pertama yaitu berupa logo aplikasi, kemudian pada tampilan utama terdapat dua button pada aplikasi pendeteksi tingkat kematangan buah strawberry yaitu button camera dan button gallery. Jika memilih button camera, maka sistem akan mengaktifkan kamera smartphone untuk mengambil gambar. Sedangkan untuk button gallery, secara otomatis sistem akan membuka galeri foto pada smartphone android. Setelah itu, ditampilkan gambar hasil input dari kamera dan galeri foto, dan menampilkan hasil deteksi dari salah satu kelas tingkat kematangan buah strawberry (mentah, setengah matang, matang).



Gambar 3. Desain Interface Sistem

D. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kesesuaian sistem dengan desain dan fungsionalitas yang diharapkan. Pengujian sistem dilakukan menggunakan dataset roboflow sebanyak 30 citra dan dataset real yang berjumlah 30 citra dari masing-masing tiga kelas, setiap kelas berjumlah 10 dataset dengan menggunakan metode convolutional neural network dengan algoritma MobileNet.

E. Analisis Sistem

Analisis sistem pendeteksi tingkat kematangan buah strawberry menggunakan metode CNN dengan algoritma MobileNet dilakukan dengan menggunakan metode Black Box dan metode Confusion Matrix. Pada metode Black Box, dilakukan pengamatan dari hasil eksekusi data uji sehingga dari hasil tersebut dapat diketahui apakah sistem telah berjalan sesuai dengan fungsinya atau memastikan fitur yang ada pada sistem tidak mengalami masalah ketika sistem sedang diakses. Dan pada metode confusion matrix, hasil eksekusi data uji dapat dilihat berdasarkan nilai-nilai pada confusion matrix dari hasil pelatihan data, sehingga dari nilai-nilai tersebut dapat dilihat kemampuan atau akurasi model dalam melakukan prediksi.

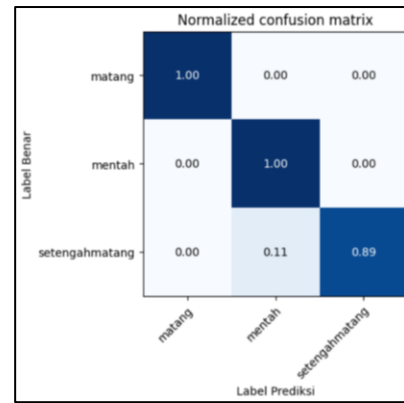
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini berupa sistem pendeteksi tingkat kematangan buah strawberry yang dapat dijalankan pada smartphone android. Untuk program pelatihan model menggunakan metode CNN dengan algoritma MobileNet dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman python pada platform google colab dan untuk desain antarmuka aplikasi dibuat menggunakan bahasa pemrograman Java di android studio. Adapun dataset yang dikumpulkan terdiri dari tiga kategori yaitu data pelatihan, data validasi, dan data pengujian. Jumlah data pelatihan 912 gambar, data validasi sebanyak 114 gambar, dan data pengujian sebanyak 114 gambar. Jumlah setiap kategori dataset tersebut terbagi atas tiga kelas yaitu mentah, setengah matang, dan matang.

A. Hasil

Pada percobaan ini dengan menggunakan 100 epoch yaitu 100 putaran lengkap dari seluruh dataset pelatihan yang digunakan untuk melatih model, menggunakan optimizer Adam untuk menemukan nilai-nilai parameter model yang menghasilkan model yang memiliki tingkat kesalahan yang rendah terhadap data pelatihan, hidden layer sebesar 32 merupakan lapisan tersembunyi (hidden layer) dengan 32 neuron, activation softmax digunakan untuk membantu model menghasilkan prediksi probabilitas yang dapat digunakan untuk menentukan kelas output, activation ReLU memungkinkan jaringan untuk mempelajari dan menggambarkan pola yang lebih kompleks dalam data, menggunakan global average pooling layer untuk mengurangi jumlah parameter, dan dense layer 3 merupakan lapisan output yang menghasilkan probabilitas atau skor kelas.

Berdasarkan gambar 4 menunjukkan confusion matrix tingkat akurasi hasil prediksi yang benar untuk buah strawberry matang sebesar 100%, buah strawberry mentah sebesar 100%, dan buah strawberry setengah matang sebesar 89%. Terdapat kesalahan prediksi yaitu label yang benar buah strawberry setengah matang, kemudian terprediksi buah strawberry mentah yaitu sebanyak 0,11%.



Gambar 4. Confusion Matrix untuk 100 Epoch

B. Pembahasan

1. Pengujian dilakukan dengan sistem Black Box atau pengujian fungsional yang bertujuan untuk mengetahui apakah aplikasi yang telah diuji memberikan hasil sebagaimana yang diharapkan atau berjalan dengan baik. Pengujian fungsional aplikasi akan menguji fungsi-fungsi pada aplikasi pendeteksi tingkat kematangan buah strawberry berbasis mobile.

Tabel 1 Hasil pengujian black box aplikasi

No.	Nama Pengujian	Bentuk Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil
1.	Membuka aplikasi	Menekan shortcut aplikasi	Sistem menampilkan splash screen aplikasi	Berhasil
2.	Pengujian tombol camera	Menekan tombol camera	Mengakses kamera pada smartphone	Berhasil
3.	Pengujian tombol gallery	Menekan tombol gallery	Mengakses galeri foto pada smartphone	Berhasil
4.	Pengujian TextView	Melihat hasil yang ditampilkan	Menampilkan kelas (mentah, setengah matang)	Berhasil
5.	Pengujian ImageView	Melihat hasil yang ditampilkan	Menampilkan gambar hasil masukan	Berhasil

2. Pengujian dataset pada model yang telah di training dengan menggunakan arsitektur MobileNet dengan jumlah dataset sebanyak 30 dataset dari roboflow. Hasil pengujian dataset yang berjumlah 30 dataset dari masing-masing kelas, sehingga masing-masing kelas terdapat 10 dataset yang diujikan. Dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengujian dataset roboflow

No.	Kelas	Benar	Salah
1	Matang	10	0
2	Mentah	10	0
3	Setengah Matang	8	2

Dari tabel pengujian tersebut dapat dilihat bahwa hasil prediksi dari kelas matang dan mentah benar semua, dan hanya terdapat 2 kesalahan prediksi pada kelas setengah matang. Setelah diperoleh hasil pengujian maka dapat dihitung persentase untuk seluruh kelas tingkat kematangan buah strawberry.

Hasil perhitungan nilai akurasi secara total pada pengujian dataset roboflow dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Data pengujian yang benar}}{\text{Jumlah data pengujian}} \times 100 \%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{28}{30} \times 100\% = 93,3\%$$

Sehingga akurasi dari hasil pengujian dataset roboflow yaitu sebesar 93,3%, dengan

menggunakan data pengujian sebanyak 30 dataset dari tiga kelas yang berbeda yaitu matang, mentah, dan setengah matang.

3. Pengujian dataset pada model yang telah di training dengan menggunakan arsitektur MobileNet dengan jumlah dataset sebanyak 30 dataset real (dataset yang diambil secara langsung). Hasil pengujian dataset yang berjumlah 30 dataset dari masing-masing kelas, sehingga masing-masing kelas terdapat 10 dataset yang diujikan. Dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian dataset real

No.	Kelas	Benar	Salah
1	Matang	8	2
2	Mentah	9	1
3	Setengah Matang	7	3

Dari tabel pengujian dapat dilihat bahwa hasil prediksi untuk ketiga kelas buah strawberry sudah cukup akurat dan terdapat 6 kesalahan prediksi yaitu pada kelas buah strawberry matang terdapat 2 kesalahan prediksi, untuk kelas mentah terdapat 1 kesalahan prediksi, dan untuk kelas setengah matang terdapat 3 kesalahan prediksi. Hasil pengujian menggunakan dataset real sedikit lebih rendah dari pada dataset roboflow dikarenakan dari gambar yang hampir mirip dengan gambar dari kelas lain, pencahayaan dan jarak kamera dengan obyek buah strawberry yang tidak tepat. Setelah diperoleh hasil pengujian maka dapat dihitung persentase untuk seluruh kelas tingkat kematangan buah strawberry.

Hasil perhitungan nilai akurasi secara total pada pengujian dataset real dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Data pengujian yang benar}}{\text{Jumlah data pengujian}} \times 100 \%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{24}{30} \times 100\% = 80\%$$

Sehingga diperoleh akurasi dari hasil pengujian dataset real yaitu sebesar 80% dengan menggunakan data pengujian sebanyak 30 dataset dari tiga kelas yang berbeda yaitu matang, mentah, dan setengah matang.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan arsitektur MobileNet dari CNN untuk mendeteksi jenis tingkat kematangan buah strawberry dengan menggunakan citra buah strawberry dengan cara melakukan pengumpulan dataset terlebih dahulu, kemudian dataset tersebut dibagi menjadi tiga kategori yaitu, data pelatihan, data validasi, dan data pengujian. Selanjutnya dataset tersebut di training dengan menggunakan arsitektur mobileNet untuk mendapat model training, model training tersebut akan digunakan untuk testing dataset atau pengujian dataset. Proses pelatihan model dilakukan dengan menggunakan google colabatory agar menghemat waktu pelatihan serta memudahkan untuk mengimpor framework keras dan tensorflow. Dan pengujian deteksi tingkat

kematangan buah strawberry dengan perangkat android dilakukan dengan cara mengambil objek buah strawberry yang akan dideteksi menggunakan fitur kamera dan input objek buah melalui galeri smartphone.

2. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, hasil pengujian menggunakan dataset roboflow memperoleh nilai akurasi sebesar 93,3%, sedangkan untuk pengujian menggunakan dataset real memperoleh nilai akurasi sebesar 80%. Adapun faktor yang mempengaruhi tingkat dari hasil pengujian yaitu berdasarkan dari jarak objek yang akan dideteksi, tingkat kemiripan objek dengan kelas lain, kualitas gambar objek serta kondisi pencahayaan.

REFERENSI

- [1] R. P. Sari, U. D. Rosiani, and ..., "Implementasi Metode Linear Discriminant Analysis Untuk Deteksi Kematangan Pada Buah Stroberi," *Semin. Inform.* ..., no. 2013, pp. 395–401, 2020, [Online]. Available: <http://jurnalti.polinema.ac.id/index.php/SIAP/article/view/821%0Ahttp://jurnalti.polinema.ac.id/index.php/SIAP/article/download/821/318>
- [2] B. M. Sari, "Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Strawberry Berdasarkan Warna RGB dengan Menggunakan Metode Regionprops," *Terap. Inform. Nusant.*, vol. 1, no. 5, pp. 225–230, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.seminar-id.com/index.php/tin/article/download/460/328>
- [3] D. Rahman Sya'ban, A. Hamzah, and E. Susanti, "Klasifikasi Buah Segar Dan Busuk Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network Dengan Tflite Sebagai Media Penerapan Model Machine Learning," *Pros. Snast*, no. November, pp. F7-16, 2022, doi: 10.34151/prosidingsnast.v8i1.4180.
- [4] I. N. Suhartawan, A. S. Rachman, and I. M. Budi, "Sistem Pengendalian Green House Untuk Tanaman Strawberry Berbasis Raspberry Pi 3 the Control System of the Green House for Plants of Strawberry Based," vol. 1, no. 2, pp. 1–13, 2020.
- [5] N. S. Sibarani, G. Munawar, and B. Wisnuadhi, "Analisis Performa Aplikasi Android Pada Bahasa Pemrograman Java dan Kotlin. In Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar," *Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, no. July, 2018.
- [6] M. A. S. Yudono, R. Maulana Yusup, F. M. Syam, and E. Siti Anisa Nurhasanah, "Rancang Bangun Sistem Deteksi Harga Perkakas Dengan Menggunakan Augmented Reality," *Fidel. J. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 3, pp. 52–55, 2021, doi: 10.52005/fidelity.v3i3.97.
- [7] AfrizaL, S. J. I. Ismail, and G. B. Satrya, "Perancangan Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Deteksi Wajah Berbasis Machine Learning Menggunakan Tensorflow," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 8, no. 1, pp. 9–21, 2022.
- [8] V. M. P. Salawazo, D. P. J. Gea, R. F. Gea, and F. Azmi, "Implementasi Metode Convolutional Neural Network (CNN) Pada Penegangan Objek Video CCTV," *J. Mantik Penusa*, vol. 3,

- no. 1, pp. 74–79, 2019.
- [9] M. R. Alwanda, R. P. K. Ramadhan, and D. Alamsyah, “Implementasi Metode Convolutional Neural Network Menggunakan Arsitektur LeNet-5 untuk Pengenalan Doodle,” *J. Algoritm.*, vol. 1, no. 1, pp. 45–56, 2020, doi: 10.35957/algoritme.v1i1.434.
- [10] P. A. Nugroho, I. Fenriana, and R. Arijanto, “Implementasi Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network (Cnn) Pada Ekspresi Manusia,” *Algor*, vol. 2, no. 1, pp. 12–21, 2020.
- [11] A. Peryanto, A. Yudhana, and R. Umar, “Rancang Bangun Klasifikasi Citra Dengan Teknologi Deep Learning Berbasis Metode Convolutional Neural Network,” *Format J. Ilm. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 2, p. 138, 2020, doi: 10.22441/format.2019.v8.i2.007.
- [12] V. F. Hidarlan, “Rancang Bangun Klasifikasi Varietas Beras Berdasarkan Citra Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Berbasis Android,” pp. 1–17, 2020.

