

INTEGRASI PLATFROM ANDROID MENGGUNAKAN MODEL CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) UNTUK DETEKSI KEMATANGAN BUAH SALAK

Indah Wahyuni, Desi Puspita, Sasmita

Teknik Informatika, Institut Teknologi Pagar Alam

Jl. Masik Siagim No. 75 Simpang Mbacang, Kec. Dempo Tengah Kota Pagar Alam

indahwahyuni927@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh perkembangan teknologi di bidang pertanian yang mendorong penerapan kecerdasan buatan untuk meningkatkan kualitas dan konsistensi hasil panen. Permasalahan dalam penelitian ini adalah proses penentuan tingkat kematangan buah salak yang masih dilakukan secara manual dan bersifat subjektif, sehingga berpotensi menimbulkan ketidakkonsistenan. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sistem deteksi tingkat kematangan buah salak berbasis pengolahan citra digital menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) yang diimplementasikan pada platform *Android*. Metode penelitian meliputi penggunaan dataset sebanyak 800 citra yang diklasifikasikan ke dalam empat kategori, yaitu bukan salak, mentah, setengah matang, dan matang, dengan pembagian data 70% pelatihan, 20% validasi, dan 10% pengujian. Tahap *preprocessing* mencakup *resizing* citra menjadi 150×150 piksel, normalisasi, serta augmentasi berupa rotasi dan *zoom* sebesar 0,2. Model dilatih selama 20 *epoch* dan menghasilkan akurasi pelatihan di atas 90%, dengan *validation accuracy* 95% dan *validation loss* mendekati 0,20. Hasil evaluasi menggunakan *confusion matrix* menunjukkan kinerja deteksi yang baik. Secara keseluruhan, model mencapai akurasi 95% dengan nilai *precision*, *recall*, dan *F1-score* masing-masing sebesar 0,95, serta berhasil diimplementasikan dalam aplikasi *Android* berbasis *Flutter* yang berfungsi dengan baik berdasarkan pengujian *Black Box Testing*.

Kata kunci: *Android, Convolutional Neural Network, Deep Learning, Kematangan Buah Salak, Pengolahan Citra Digital.*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi di era digital saat ini telah mendorong penerapan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) dalam berbagai sektor, termasuk industri pertanian. Modernisasi pertanian tidak hanya dilakukan melalui mekanisasi alat dan sistem irigasi, tetapi juga melalui pemanfaatan teknologi berbasis data dan komputer yang mampu mendukung pengambilan keputusan secara otomatis dan akurat. Salah satu penerapan AI yang relevan pada tahap pascapanen adalah pemrosesan citra digital untuk membantu proses analisis dan penilaian kualitas hasil pertanian. Teknologi ini memiliki kemampuan untuk membantu pemilihan buah atau klasifikasi kematangan dapat dilakukan dengan pengolahan citra digital [1].

Seiring pesatnya perkembangan era digital, aplikasi kecerdasan buatan telah menjadi komponen penting dalam berbagai aspek kehidupan manusia [2].

Deep learning merupakan cabang ilmu pembelajaran mesin yang algoritmanya didasarkan pada struktur otak manusia. Model ini dikenal sebagai *Artificial Neural Networks* (ANN) atau juga disebut dengan jaringan saraf tiruan (JTT). Dalam pengembangan *deep learning* menggunakan berbagai arsitektur seperti *Convolutional Neural Network* (CNN), *Long Short Term Memory Network* (LSTM), *Recurrent Neural Network* (RNN), *Self Organizing Maps* (SOM) [3].

Convolution Neural Network atau (CNN) adalah sebuah metode jaringan syaraf yang sangat terkenal dan cukup diminati. CNN digunakan untuk mengolah data dengan struktur grid yaitu salah satunya berupa citra dua dimensi dan juga mampu memproses data dengan dimensi tinggi seperti video. [4].

Berdasarkan data publikasi dari *website* Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Pagar Alam tahun 2024, hasil produksi buah salak tercatat mencapai 1.820,00 kuintal, sehingga menjadikannya sebagai salah satu komoditas dengan nilai ekonomi penting bagi petani di wilayah tersebut. Tinggi angka produksi ini menunjukkan bahwa salak merupakan tanaman yang secara aktif dibudidayakan oleh sejumlah kelompok tani di daerah Kota Pagar Alam.

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara dengan petani salak, penentuan tingkat kematangan buah salak yang siap panen masih dilakukan secara manual berdasarkan pengamatan visual dan pengalaman subjektif. Penilaian kematangan umumnya mengacu pada ciri fisik seperti warna kulit, ukuran buah, dan tekstur sisik, tanpa standar penilaian yang baku. Kondisi ini menyebabkan perbedaan persepsi antar petani dalam mendeteksi tingkat kematangan buah, sehingga proses penyortiran hasil panen menjadi tidak seragam dan berdampak pada ketidakkonsistenan kualitas serta potensi penurunan nilai jual.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan sistem bantu yang mampu mendeteksi tingkat kematangan buah salak secara objektif dan konsisten guna mengurangi ketergantungan pada penilaian subjektif. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah teknologi pengolahan citra berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN). Penelitian ini mengusulkan penggunaan model CNN untuk meningkatkan akurasi pendeteksian tingkat kematangan buah salak. Namun, perbedaan visual antar tingkat kematangan yang bersifat halus, khususnya pada tekstur kulit yang bersisik dan berwarna gelap, serta variasi pencahayaan dan sudut pengambilan gambar, menjadi tantangan dalam penerapan model. Oleh karena itu, diperlukan penerapan teknik augmentasi data, penyesuaian *hyperparameter*, serta proses pelatihan yang optimal agar model CNN mampu menghasilkan deteksi tingkat kematangan buah salak yang akurat dan konsisten pada berbagai kondisi citra. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pendeteksian tingkat kematangan buah salak pondoh berbasis citra digital yang dapat mendeteksi buah ke dalam tiga kategori, yaitu mentah, setengah matang, dan matang menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi deteksi.

Sebagai rencana penyelesaian masalah, model CNN yang telah dilatih akan diimplementasikan ke dalam aplikasi *mobile* berbasis platform *Android* menggunakan *framework Flutter* dan dikonversi ke dalam format *TensorFlow Lite* (TFLite). Dengan demikian, sistem yang dikembangkan diharapkan mampu meningkatkan efisiensi proses penyortiran hasil panen, menghasilkan kualitas buah yang lebih konsisten, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih objektif dan berbasis data dalam pengelolaan pertanian modern.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut peneliti [3] menjelaskan bahwa *Machine Learning* merupakan salah satu cabang kecerdasan buatan yang berfokus pada pemanfaatan data atau proses belajar dari data, dengan tujuan mengembangkan sistem yang mampu belajar secara mandiri tanpa perlu diprogram secara berulang. *Machine Learning* memiliki beragam algoritma dengan fungsi yang berbeda-beda. Beberapa algoritma yang populer di antaranya adalah *supervised learning*, *unsupervised learning*, *semi-supervised learning*, dan *reinforcement learning*.

Salak adalah salah satu produk komoditas hortikultura di Indonesia dengan nama ilmiah *Salacca Zalacca*, salak memiliki ciri morfologi dengan daging buah berwarna putih dan ditutupi dengan kulit buah yang bersisik sehingga Masyarakat menyebutnya dengan nama *Snake Fruit* [5].

Deep learning Adalah sebuah *artificial intelligence* yang dapat meniru proses kerja otak manusia. Teknologi ini sangat efektif untuk mengolah

data mentah dan menciptakan pola untuk keperluan pengambilan keputusan. *Deep learning* merupakan bagian dari *machine learning* yang mempunyai jaringan tersendiri. Ia dapat mengenali pola dan informasi tanpa pengawasan dari data yang tidak terstruktur atau tidak berlabel [6].

CNN atau *Convolution Neural Network* adalah jenis jaringan saraf yang menggunakan konvolusi sebagai pengganti perkalian matriks umum. Setiap lapisan dalam CNN setidaknya memiliki satu operasi konvolusi. Adapun keunggulan utama *Convolution Neural Network* terletak pada kemampuan untuk mengklasifikasikan citra dengan tingkat akurasi tinggi. Hal ini disebabkan oleh kemampuannya untuk mengurangi jumlah parameter bebas dan menangani deformasi gambar input, seperti translasi, rotasi, dan skala [7].

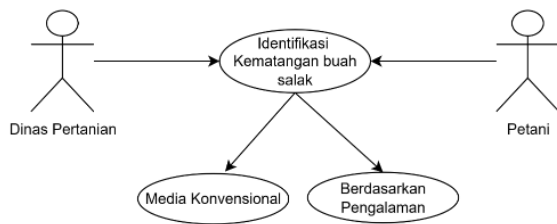
Metode *CRISP-DM* merupakan suatu standar dalam pengolahan data yang dikembangkan dengan proses kerja yang terstruktur, jelas, dan efisien, di mana data diproses melalui setiap tahapan yang telah ditetapkan. Selain penerapan model dalam proses data mining, pemilihan algoritma juga sangat berpengaruh terhadap perbandingan metode data mining. Metodologi *CRISP-DM* terdiri dari enam tahapan, yaitu *Business Understanding*, *Data Understanding*, *Data Preparation*, *Modelling*, *Evaluation*, dan *Deployment*. [8].

Pengujian *black box* merupakan metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada spesifikasi fungsional eksternal dari sistem yang dikembangkan. Metode ini memungkinkan ditemukannya berbagai jenis kesalahan, seperti fungsi yang tidak berjalan dengan benar atau tidak tersedia, kesalahan pada basis data dan struktur data, kesalahan dalam akses data, kesalahan pada antarmuka pengguna, kesalahan yang disebabkan oleh pengguna, masalah kinerja sistem, serta kesalahan pada proses inisialisasi dan terminasi [9] Berikut teknik-teknik analisis dalam *Black Box Testing*:

Equivalence Partitioning merupakan teknik pengujian yang dilakukan berdasarkan data masukan pada setiap form, dengan cara membagi domain masukan program ke dalam beberapa kelas data yang setara. Pembagian ini bertujuan untuk mempermudah penyusunan *test case* yang representatif dalam proses pengujian perangkat lunak [10]

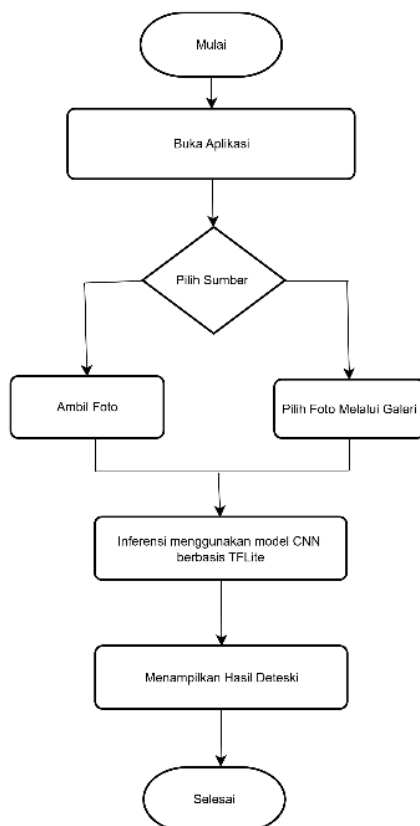
3. METODE PENELITIAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh melalui kegiatan wawancara, diketahui bahwa petani dalam menentukan tingkat kematangan buah salak masih mengandalkan pengalaman dan pengamatan secara visual. Perbedaan pengalaman antarpetani menyebabkan penilaian kematangan buah salak menjadi tidak seragam, sehingga buah salak dengan tingkat kematangan yang berbeda sering tercampur. Kondisi tersebut berdampak pada penurunan kualitas hasil panen karena mutu buah menjadi konsisten dan nilai jualnya cenderung lebih rendah.



Gambar 1. Sistem Yang Berjalan

Sistem yang diusulkan merupakan aplikasi berbasis Android yang digunakan untuk mendeteksi tingkat kematangan buah salak menggunakan citra digital. Aplikasi ini memanfaatkan model *Convolutional Neural Network* (CNN) yang telah dilatih sebelumnya dan dikonversi ke format *TensorFlow Lite*.



Gambar 2. Sistem Yang Diusulkan

Metodologi ini memiliki enam tahapan yaitu *Business Understanding*, *Data Understanding*, *Data Preparation*, *Modelling*, *Evaluation*, dan *Deployment*.

3.1. Business Understanding

Tahap ini bertujuan untuk memahami permasalahan dalam penentuan tingkat kematangan buah salak. Berdasarkan observasi, penilaian kematangan saat ini masih dilakukan secara manual melalui pengamatan visual, sehingga rentan terhadap kesalahan dan ketidak-konsistenan. Kondisi ini berdampak pada efisiensi panen dan kualitas buah. Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini

bertujuan mengembangkan sistem deteksi otomatis tingkat kematangan buah salak berbasis pengolahan citra digital. Sistem ini akan diimplementasikan dalam aplikasi mobile menggunakan *Flutter*, dengan model *Convolutional Neural Network* (CNN). Dengan integrasi *Flutter* dan *TensorFlow Lite*, aplikasi dapat melakukan prediksi kematangan secara *real-time*, sehingga pengguna misalnya petani atau pedagang dapat memperoleh penilaian yang lebih objektif, cepat, dan akurat langsung dari *smartphone*.

3.2. Data Understanding

Tahap *Data Understanding* bertujuan untuk memahami jenis, karakteristik, dan kualitas data yang digunakan dalam penelitian deteksi tingkat kematangan buah salak. Data utama yang digunakan berupa citra buah salak dengan tiga kategori kematangan, yaitu salak mentah, setengah matang, dan matang. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan studi pustaka.

3.3. Data Preparation

Tahap *Data Preparation* bertujuan untuk menyiapkan data citra buah salak agar siap digunakan dalam proses pemodelan menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN). Pada tahap ini, proses persiapan data dilakukan berdasarkan kerangka kerja *CRISP-DM* dan dibagi menjadi dua sub-tahap, yaitu *Data Selection* dan *Data Processing*.

3.4. Modelling

Tahap pemodelan (*modelling*) bertujuan untuk membangun model deteksi tingkat kematangan buah salak berdasarkan data citra yang telah melalui tahap *data preparation*. Pada tahap ini digunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) sebagai model utama untuk mengekstraksi fitur visual dan melakukan deteksi tingkat kematangan buah salak. Proses pemodelan dilakukan menggunakan platform *Google Colab* dengan memanfaatkan *framework TensorFlow* dan membangun, melatih, serta mengoptimalkan model CNN. Model CNN yang telah dilatih selanjutnya dikonversi ke dalam format *TensorFlow Lite* (TFLite) dan diintegrasikan ke dalam aplikasi mobile berbasis *Flutter*. Integrasi ini bertujuan agar model dapat digunakan secara langsung pada perangkat *Android* untuk melakukan proses inferensi tingkat kematangan buah salak secara *real-time*.

3.5. Evaluasi

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui kinerja model *Convolutional Neural Network* CNN yang telah dibangun dalam mendeteksi tingkat kematangan buah salak. Evaluasi difokuskan pada pengujian apakah model dihasilkan telah sesuai dengan standar metode CNN serta memastikan tidak ada tahapan yang terlewat sejak proses awal hingga tahap pemodelan selesai dengan pengujian menggunakan *Confusion Matrix*.

3.6. Deployment

Model CNN yang telah dilatih dan diuji diekspor ke format *TensorFlow Lite* agar dapat dijalankan di aplikasi *Flutter* pada perangkat *mobile*. Tahap *deployment* meliputi integrasi model ke aplikasi, pengujian prediksi secara *real-time*, dan dokumentasi penggunaan aplikasi. Dengan demikian, aplikasi siap digunakan oleh pengguna akhir, seperti petani atau pedagang, untuk mendeteksi kematangan buah salak secara otomatis, cepat, dan akurat langsung dari *Android*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem berbasis *mobile* yang mampu melakukan deteksi tingkat kematangan buah salak menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN). Sistem dikembangkan menggunakan *framework Flutter* pada platform *Android* dan telah melalui tahapan pengolahan data, pelatihan model, evaluasi, hingga implementasi. Berdasarkan proses pelatihan yang dilakukan selama 20 *epoch*, model CNN menunjukkan peningkatan performa yang signifikan. Nilai akurasi pada data pelatihan meningkat secara bertahap hingga mencapai 90%, sedangkan nilai *validation accuracy* 95%. Selain itu, nilai *loss* pada data pelatihan maupun validasi mengalami penurunan yang stabil, yang menunjukkan bahwa model mampu mempelajari pola citra dengan baik.

Hasil evaluasi menggunakan *confusion matrix* menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan deteksi yang tinggi pada empat kategori, yaitu bukan buah salak, salak mentah, setengah matang, dan matang. Nilai pada diagonal utama mendominasi matriks, yang menandakan sebagian besar data berhasil dideteksi dengan benar. Kesalahan deteksi yang terjadi relatif kecil dan umumnya disebabkan oleh kemiripan karakteristik visual antar kelas, terutama antara salak matang dan setengah matang. Selanjutnya, berdasarkan laporan metrik evaluasi, model CNN memperoleh nilai akurasi sebesar 95%, dengan nilai *precision*, *recall*, dan *f1-score* yang relatif seimbang pada setiap kelas.

4.1. Pemahaman Bisnis

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi berbasis *framework Flutter* pada platform *Android* yang terintegrasi dengan model *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk melakukan deteksi tingkat kematangan buah salak. Aplikasi ini dirancang agar mampu mendeteksi tingkat kematangan buah salak secara otomatis berdasarkan citra yang diambil melalui perangkat *mobile*.

4.2. Pemahaman Data

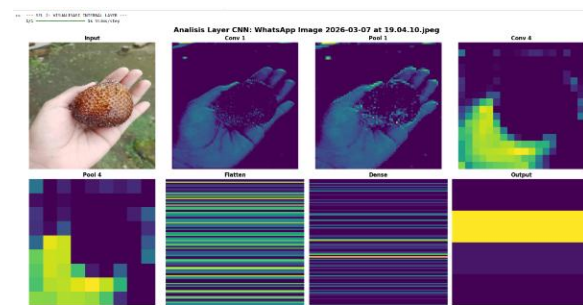
Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa citra buah salak yang diperoleh dari proses pengambilan gambar secara langsung. Dataset yang digunakan berjumlah 800 citra buah salak yang dimana dibagi menjadi 200 citra setiap kelasnya.

4.3. Persiapan Data

Setelah dataset berhasil dikumpulkan, tahap selanjutnya adalah melakukan persiapan data sebelum digunakan dalam proses pelatihan model *Convolutional Neural Network* (CNN). Tahap ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas data sehingga model dapat mempelajari pola citra dengan lebih optimal dalam proses deteksi tingkat kematangan buah salak. Pada tahap ini dilakukan beberapa proses utama, yaitu augmentasi data, penyesuaian ukuran citra (*resize*), serta pembagian data (*split data*) untuk pelatihan dan pengujian model.

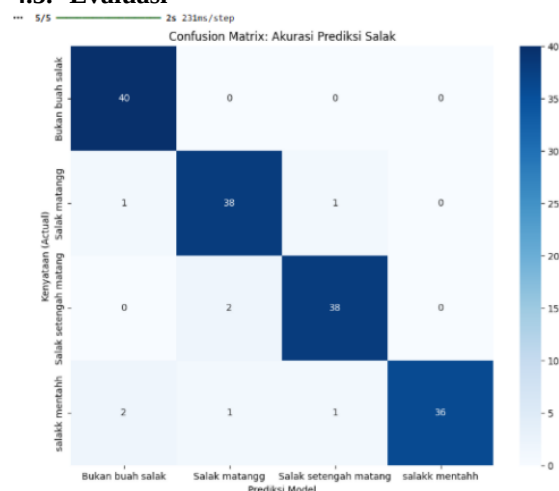
4.4. Pemodelan

Pada penelitian ini, model yang digunakan adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) yang diintegrasikan pada platform *Android* untuk mendeteksi tingkat kematangan buah salak berdasarkan citra digital. Arsitektur CNN yang dibangun terdiri dari beberapa lapisan utama, yaitu *convolution layer*, *pooling layer*, *flatten layer*, *dense layer*, dan *output layer*. Setiap lapisan memiliki peran spesifik dalam mengekstraksi dan mengolah fitur dari citra input hingga menghasilkan keputusan deteksi.



Gambar 3. Hasil Aktivasi 8 Lapisan Utama CNN

4.5. Evaluasi



Gambar 4. Hasil Aktivasi 8 Lapisan Utama CNN

Setelah model *Convolutional Neural Network* (CNN) berhasil dibangun dan dilatih, tahap selanjutnya adalah melakukan evaluasi untuk

mengukur kinerja model dalam mendeteksi tingkat kematangan buah salak. Salah satu metode evaluasi yang digunakan adalah confusion matrix, yang memberikan informasi rinci mengenai hasil prediksi model dibandingkan dengan kondisi sebenarnya.

Laporan Klasifikasi Ilmiah:

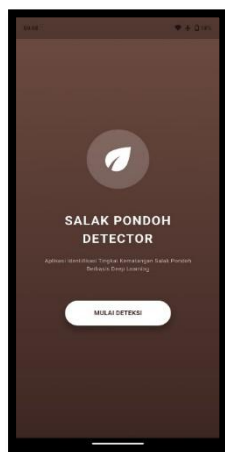
	precision	recall	f1-score	support
Bukan buah salak	0.93	1.00	0.96	40
Salak matang	0.93	0.95	0.94	40
Salak setengah matang	0.95	0.95	0.95	40
salak mentah	1.00	0.90	0.95	40
accuracy			0.95	160
macro avg	0.95	0.95	0.95	160
weighted avg	0.95	0.95	0.95	160

Gambar 5. Laporan Akurasi untuk Model CNN

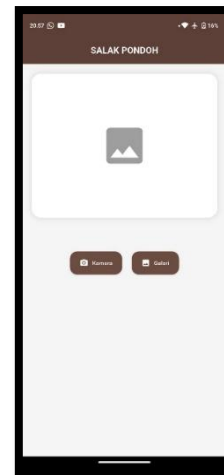
Berdasarkan laporan klasifikasi yang diperoleh, model *Convolutional Neural Network* (CNN) menunjukkan kinerja deteksi yang baik pada seluruh kategori tingkat kematangan buah salak. Nilai *precision*, *recall*, dan *f1-score* untuk kelas bukan buah salak masing-masing sebesar 0,93; 1,00; dan 0,96. Pada kelas salak matang, diperoleh nilai *precision* sebesar 0,93, *recall* sebesar 0,95, dan *f1-score* sebesar 0,94. Sementara itu, kelas salak setengah matang memiliki nilai *precision*, *recall*, dan *f1-score* yang sama, yaitu sebesar 0,95. Adapun untuk kelas salak mentah, model menghasilkan nilai *precision* sebesar 1,00, *recall* sebesar 0,90, dan *f1-score* sebesar 0,95. Secara keseluruhan, model mencapai nilai akurasi sebesar 0,95, dengan rata-rata *macro* dan *weighted* masing-masing sebesar 0,95. Hasil ini menunjukkan bahwa model CNN yang dikembangkan memiliki kemampuan yang konsisten dan akurat dalam mendeteksi tingkat kematangan buah salak berdasarkan citra digital.

4.6. Penyerahan

Langkah selanjutnya adalah implementasi model ke dalam suatu sistem aplikasi. Pada penelitian ini, model CNN yang telah dikembangkan kemudian di-*deploy* ke dalam aplikasi berbasis mobile yang dibangun menggunakan *framework Flutter* dengan bahasa pemrograman *Dart*.



Gambar 6. Tampilan Beranda Aplikasi Deteksi Buah Salak



Gambar 7. Tampilan Halaman Deteksi



Gambar 8. Tampilan Aplikasi Hasil Deteksi Buah Salak

4.7. Pengujian fungsionalitas

Pengujian menggunakan *Black Box Testing* yang dimana fitur pada aplikasi deteksi kematangan buah salak ini dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh fungsi dan tombol dalam aplikasi telah berjalan dengan baik sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Selain itu, pengujian juga bertujuan untuk mengetahui tingkat kemudahan penggunaan aplikasi oleh pengguna secara langsung, khususnya petani salak.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai deteksi tingkat kematangan buah salak menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) berbasis aplikasi *Android*, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi berbasis pengolahan citra digital yang diintegrasikan ke dalam aplikasi *Android* menggunakan *Flutter*. Dataset sebanyak 800 citra yang terbagi dalam empat kategori serta tahapan *preprocessing* berupa *resizing*, *normalisasi*, dan *augmentasi* terbukti mendukung kinerja model. Hasil pelatihan selama 20 *epoch*

menunjukkan performa optimal dengan akurasi pelatihan di atas 90%, *validation accuracy* sebesar 95%, dan *validation loss* mendekati 0,20, serta didukung oleh evaluasi *confusion matrix* yang menunjukkan tingkat ketepatan klasifikasi yang tinggi. Secara keseluruhan, model memperoleh akurasi 95% dengan nilai *precision*, *recall*, dan *F1-score* yang seimbang, sehingga menunjukkan konsistensi dan keandalan yang baik. Implementasi ke dalam aplikasi *Android* juga berjalan dengan baik berdasarkan pengujian *Black Box Testing*. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya meliputi penambahan variasi dataset, pengembangan model dengan arsitektur yang lebih kompleks atau *transfer learning*, penambahan fitur lanjutan, pengujian langsung oleh pengguna, serta pengembangan pada objek lain di bidang pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Mardianto, T. Dewi, and P. Risma, "Analisis Klasifikasi Kematangan Buah Tomat dengan Pendekatan Transfer Learning Model EfficientNet," vol. 11, no. 1, pp. 20–25, 2024.
- [2] Taufiqurrahman, I. C. Sari, and M. K. Manurung, "INTEGRASI MODEL DEEP LEARNING EFFICIENTNET-B0 UNTUK DETEKSI PENYAKIT DAUN TOMAT PADA," vol. 5, no. 2, pp. 332–346, 2024, doi: 10.46576/djtechno.
- [3] M. R. Alfarizi, M. Z. Al-farish, and PENGGUNAAN PYTHON SEBAGAI BAHASA PEMROGRAMAN UNTUK MACHINE LEARNING DAN DEEP LEARNING, "PENGGUNAAN PYTHON SEBAGAI BAHASA PEMROGRAMAN UNTUK MACHINE LEARNING DAN DEEP LEARNING," vol. 2, pp. 1–6, 2023.
- [4] A. Jinan, B. H. Hayadi, and U. P. Utama, "Journal of Computer and Engineering Science Volume 1, Nomor 2, April 2022 Klasifikasi Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Metode Convolutional Neural Network Melalui Citra Daun (Multilayer Perceptron)," vol. 1, no. April, pp. 37–44, 2022.
- [5] W. K. Yoga and G. A. Y. R. RS1, "ANALISIS TOTAL FENOL, TOTAL FLAVONOID, DAN TOTAL TANIN PADA PRODUK MINUMAN PROBIOTIK SARI BUAH SALAK (*Salacca Zalaca* Var. *Ambonensis*)," vol. 8, no. 1, pp. 69–76, 2022.
- [6] E. Naf'an, F. Islami, and Gushelmi, *DASAR-DASAR DEEP LEARNING dan Contoh Aplikasinya*. Mitra Cendekia Media, 2022.
- [7] S. A. Maulana, S. H. Batubara, and T. A. Amelia, "Penerapan Metode CNN (Convolutional Neural Network) Dalam Mengklasifikasi Jenis Ubur-Ubur," vol. 2, no. 4, 2023.
- [8] D. T. Cahaya, D. Puspita, R. Syahri, and T. Informatika, "PENERAPAN METODE K-MEANS CLUSTERING UNTUK PENGELOMPOKAN POTENSI PADI DI KOTA PAGAR ALAM," vol. 8, no. 2, pp. 2187–2193, 2024.
- [9] J. Shadiq, A. Safei, R. Wahyudin, and R. Loly, "Pengujian Aplikasi Peminjaman Kendaraan Operasional Kantor Menggunakan BlackBox Testing," vol. 5, no. 2, pp. 97–110, 2021.
- [10] I. A. Aziz, B. Setiawan, R. Khanh, G. Nurdiyansyah, and Y. Yulianti, "Pengujian Black Box pada Aplikasi Sistem Kasir Berbasis Website Menggunakan Teknik Equivalence Partitions," vol. 3, no. 2, pp. 82–89, 2020, doi: 10.32493/jtsi.v3i2.4693.