
APLIKASI MONITORING PANEN DAN IDENTIFIKASI KEMATANGAN BUAH KELAPA SAWIT BERBASIS ANDROID

Al-khowarizmi¹, Sukardi²

Universitas Negeri Padang, Padang

e-mail: alkhowarizmi@student.unp.ac.id

Abstract: *The development of information technology has contributed to increasing the efficiency of plantation sector management, particularly in the process of harvest monitoring and identification of oil palm fruit ripeness. Determining the level of fruit ripeness is still done manually, potentially causing inconsistencies due to differences in perception among field officers. This study aims to design and implement an Android-based application for Harvest Monitoring and Identification of Oil Palm Fruit Maturity that can assist the process of recording harvest results, monitoring harvest activities, and digitally identifying fruit ripeness levels. The system was developed through the stages of data collection, image pre-processing, ripeness identification using machine learning or deep learning methods, data storage, and information presentation through an Android application. The main features of the application include ripeness identification, detection history, location maps, harvest schedules, harvest monitoring, and harvest reports. The evaluation system was carried out using Black Box Testing to test the application's functionality, while model performance was evaluated based on training accuracy and testing accuracy values. The results showed that the model training process ran well without any indication of significant overfitting. Furthermore, the test results yielded accuracy values ranging from 94.8% to 97.1%, with an average above 95%, indicating that the model has good generalization capabilities in identifying oil palm fruit ripeness. The developed application can support more effective harvest monitoring, improve the accuracy of fruit ripeness identification, and facilitate integrated harvest data management via Android devices.*

Keywords: *harvest monitoring, ripeness identification, oil palm, Android, machine learning, deep learning.*

Abstrak: Perkembangan teknologi informasi telah memberikan kontribusi dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan sektor perkebunan, khususnya pada proses monitoring panen dan identifikasi kematangan buah kelapa sawit.. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan aplikasi Monitoring Panen dan Identifikasi Kematangan Buah Kelapa Sawit Berbasis Android yang mampu membantu proses pencatatan hasil panen, monitoring aktivitas panen, serta identifikasi tingkat kematangan buah secara digital. Sistem dikembangkan melalui tahapan pengumpulan data, pra-pemrosesan citra, identifikasi kematangan menggunakan metode pembelajaran mesin (*machine learning*) atau *deep learning*, penyimpanan data, dan penyajian informasi melalui aplikasi Android. Fitur utama aplikasi meliputi identifikasi kematangan, riwayat deteksi, peta lokasi, jadwal panen, monitoring panen, dan laporan hasil panen. performa model dievaluasi berdasarkan nilai *training accuracy* dan *testing accuracy*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pelatihan model berjalan dengan baik tanpa indikasi *overfitting* yang signifikan. Selain itu, hasil pengujian memperoleh nilai *testing accuracy* pada rentang 94,8% hingga 97,1% dengan rata-rata di atas 95%, yang menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang baik dalam mengidentifikasi tingkat kematangan buah kelapa sawit. Aplikasi yang dikembangkan mampu mendukung proses monitoring panen secara lebih efektif, meningkatkan akurasi identifikasi kematangan buah, serta mempermudah pengelolaan data panen secara terintegrasi melalui perangkat Android.

Kata kunci: monitoring panen, identifikasi kematangan, kelapa sawit, Android, *machine learning*, *deep learning*.

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peran strategis dalam pembangunan ekonomi Indonesia (Paranita, 2020). Sebagai negara agraris yang memiliki luas areal perkebunan kelapa sawit terbesar di dunia, Indonesia menjadikan sektor ini sebagai salah satu sumber devisa utama yang memberikan kontribusi signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi nasional. Selain berperan sebagai penyumbang pendapatan negara, industri kelapa sawit juga menjadi sumber mata pencaharian bagi jutaan masyarakat yang bekerja sebagai petani, buruh perkebunan, pengelola pabrik pengolahan, maupun pelaku usaha yang terkait dengan rantai pasok kelapa sawit (Wati, Irawan, & Pranoto, 2022). Tingginya permintaan pasar terhadap minyak sawit dan berbagai produk turunannya menyebabkan kebutuhan akan peningkatan produktivitas dan kualitas hasil panen menjadi semakin penting (Arfah, Fachrizal, & Nugroho, 2024). Dalam kegiatan budidaya kelapa sawit, proses panen merupakan tahapan yang menentukan keberhasilan produksi karena hasil panen yang baik akan memberikan dampak langsung terhadap kualitas minyak yang dihasilkan. Pengelolaan panen yang tepat dan terukur menjadi faktor penting dalam mendukung keberlangsungan industri kelapa sawit (Nugroho, 2021). Selain kuantitas hasil panen, kualitas buah yang dipanen juga harus diperhatikan karena tingkat kematangan buah sangat memengaruhi kandungan minyak yang terdapat di dalamnya. Buah yang dipanen pada tingkat kematangan yang optimal akan menghasilkan rendemen minyak yang lebih tinggi dibandingkan buah yang masih mentah atau terlalu matang. Dengan demikian, monitoring hasil panen dan identifikasi kematangan buah menjadi kegiatan yang sangat penting dalam

sistem pengelolaan perkebunan kelapa sawit modern (Nugroho, Sitompul, & Suherman, 2023).

Permasalahan pada penelitian ini masih banyak perkebunan kelapa sawit yang melakukan monitoring panen dan identifikasi kematangan buah secara manual. Pencatatan hasil panen biasanya dilakukan menggunakan buku catatan atau formulir kertas yang diisi oleh petugas lapangan setelah proses panen selesai dilakukan (Pangaribuan & Lestari, 2020). Cara tersebut memiliki berbagai kelemahan, seperti risiko kehilangan data, kesalahan penulisan, duplikasi informasi, serta keterlambatan dalam penyampaian laporan kepada pihak manajemen. Selain itu, proses rekapitulasi data membutuhkan waktu yang relatif lama karena seluruh data harus dikumpulkan dan diolah kembali secara manual sebelum dapat digunakan sebagai bahan evaluasi atau pengambilan keputusan (Fachrizal, Julham, & Antoni, 2022). Di sisi lain, identifikasi kematangan buah kelapa sawit juga masih sangat bergantung pada pengamatan visual yang dilakukan oleh pekerja lapangan. Penilaian kematangan biasanya didasarkan pada perubahan warna buah, jumlah brondolan yang jatuh, serta kondisi fisik tandan buah segar. Namun, metode ini sering kali menghasilkan penilaian yang berbeda antara satu pekerja dengan pekerja lainnya karena dipengaruhi oleh tingkat pengalaman, kemampuan, dan subjektivitas individu (Fachrizal et al., 2022; Hengky, 2018). Akibatnya, tidak sedikit buah yang dipanen dalam kondisi belum matang atau bahkan terlalu matang sehingga berpengaruh terhadap kualitas hasil produksi. Permasalahan lain yang sering ditemukan adalah sulitnya melakukan pemantauan hasil panen secara real-time, terutama pada perkebunan yang memiliki area sangat luas dan tersebar di berbagai lokasi. Kurangnya sistem monitoring yang terintegrasi

menyebabkan pihak pengelola kesulitan memperoleh informasi yang akurat mengenai jumlah hasil panen, produktivitas tenaga kerja, serta kondisi lapangan secara cepat (Birdal & Üzümcü, 2019). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa metode konvensional yang masih banyak digunakan saat ini belum mampu mendukung kebutuhan pengelolaan perkebunan yang efektif dan efisien di era digital (Kalcheva, Karova, & Penev, 2020).

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi memberikan peluang besar untuk mengatasi berbagai permasalahan yang terjadi dalam kegiatan monitoring panen dan identifikasi kematangan buah kelapa sawit. Salah satu teknologi yang berkembang sangat pesat dan mudah diakses oleh masyarakat adalah teknologi perangkat bergerak atau mobile berbasis Android (Ullah et al., 2019). Android merupakan sistem operasi yang banyak digunakan pada smartphone karena memiliki antarmuka yang mudah digunakan, fleksibilitas tinggi, serta dukungan pengembangan aplikasi yang luas. Pemanfaatan aplikasi Android dalam bidang perkebunan dapat menjadi solusi untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan data dan mempercepat proses pengambilan keputusan. Melalui aplikasi berbasis Android, petugas lapangan dapat melakukan pencatatan hasil panen secara langsung di lokasi kerja tanpa harus menggunakan formulir kertas (Yoon, Chang, Kenyon, Nguyen, & Rrapaj, 2021). Data yang telah dimasukkan ke dalam sistem dapat tersimpan secara digital dan dikirim secara real-time ke server atau basis data sehingga memudahkan proses monitoring oleh pihak manajemen. Selain itu, aplikasi juga dapat dilengkapi dengan fitur identifikasi kematangan buah yang membantu pengguna dalam menentukan tingkat kematangan tandan buah segar berdasarkan parameter tertentu yang telah ditetapkan. Dengan adanya fitur tersebut, proses identifikasi tidak lagi sepenuhnya bergantung pada pengalaman individu, melainkan didukung oleh sistem yang

lebih terstruktur dan konsisten. Aplikasi Android juga dapat dikembangkan dengan berbagai fitur tambahan seperti dokumentasi foto hasil panen, pencatatan lokasi menggunakan teknologi Global Positioning System (GPS), pelaporan otomatis, serta penyajian informasi dalam bentuk grafik dan laporan statistik (Wang, Wang, Liu, & Alidaee, 2022). Integrasi berbagai fitur tersebut akan memberikan kemudahan bagi pengguna dalam melakukan pengawasan terhadap aktivitas panen secara menyeluruh. Selain meningkatkan akurasi data, penggunaan aplikasi berbasis Android juga dapat mengurangi penggunaan kertas, mempercepat proses administrasi, serta meningkatkan transparansi dalam pengelolaan perkebunan. Dengan demikian, pemanfaatan teknologi mobile menjadi salah satu alternatif solusi yang relevan untuk mendukung transformasi digital pada sektor perkebunan kelapa sawit.

Berdasarkan uraian tersebut, pengembangan Aplikasi Monitoring Panen dan Identifikasi Kematangan Buah Kelapa Sawit Berbasis Android menjadi suatu kebutuhan yang penting untuk menjawab tantangan pengelolaan perkebunan di era modern. Aplikasi ini diharapkan mampu membantu petugas lapangan dalam melakukan pencatatan hasil panen secara cepat, akurat, dan terintegrasi, sekaligus membantu proses identifikasi tingkat kematangan buah sehingga keputusan panen dapat dilakukan dengan lebih tepat. Melalui sistem yang terkomputerisasi, data hasil panen dapat dikelola dengan lebih baik dan dapat diakses kapan saja oleh pihak yang membutuhkan. Selain itu, informasi yang diperoleh dari aplikasi dapat digunakan sebagai dasar dalam melakukan evaluasi produktivitas, perencanaan kegiatan panen, serta pengambilan keputusan yang berkaitan dengan pengelolaan perkebunan. Implementasi aplikasi berbasis Android juga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi risiko kesalahan pencatatan, serta mendukung

upaya peningkatan kualitas dan kuantitas hasil panen kelapa sawit. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merancang dan membangun sebuah aplikasi yang mampu mengintegrasikan fungsi monitoring panen dan identifikasi kematangan buah dalam satu platform yang mudah digunakan oleh pengguna. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan teknologi informasi di bidang perkebunan serta menjadi salah satu solusi inovatif dalam meningkatkan produktivitas dan daya saing industri kelapa sawit Indonesia di masa mendatang.

METODE

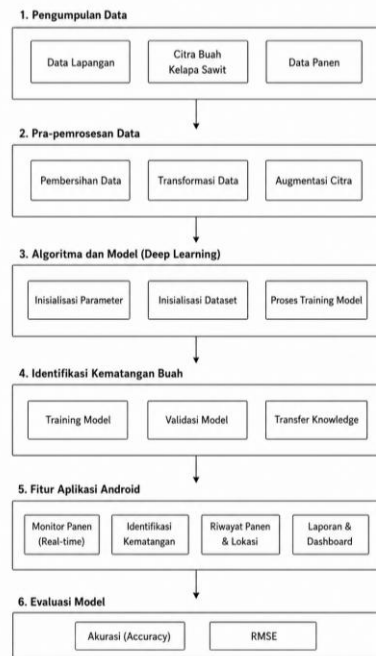
Penelitian ini berfokus pada pengembangan aplikasi monitoring panen dan identifikasi kematangan buah kelapa sawit berbasis Android untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan data panen serta membantu proses penentuan tingkat kematangan buah secara lebih cepat dan akurat. Tujuan utama penelitian ini adalah merancang dan membangun sebuah aplikasi mobile yang mampu digunakan oleh petugas lapangan dalam melakukan pencatatan hasil panen, monitoring aktivitas panen, serta identifikasi tingkat kematangan buah kelapa sawit secara digital. Dalam penelitian ini, data yang digunakan sebagai masukan sistem meliputi data hasil panen, lokasi panen, waktu panen, jumlah tandan buah segar (TBS), identitas petugas panen, dokumentasi buah, serta karakteristik fisik buah kelapa sawit yang berkaitan dengan tingkat kematangan. Karakteristik tersebut meliputi warna buah, jumlah brondolan yang lepas, kondisi tandan, dan indikator lain yang umum digunakan dalam menentukan tingkat kematangan buah kelapa sawit. Meskipun tingkat kematangan buah dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan dan kondisi tanaman, penelitian ini mengasumsikan bahwa data yang digunakan telah melalui proses

observasi dan validasi sehingga mampu merepresentasikan kondisi aktual di lapangan.

Dalam pengembangan aplikasi, metode analisis dan perancangan sistem digunakan untuk menentukan kebutuhan pengguna, alur proses, serta fitur-fitur yang akan diimplementasikan. Aplikasi dibangun menggunakan platform Android dengan dukungan basis data untuk menyimpan informasi hasil panen dan identifikasi kematangan buah. Fitur utama yang dikembangkan meliputi pengelolaan data pengguna, input data hasil panen, pencatatan lokasi dan waktu panen, dokumentasi foto buah, identifikasi tingkat kematangan buah, penyimpanan data, serta pembuatan laporan monitoring panen. Sistem juga dirancang agar mampu menampilkan informasi hasil panen secara terstruktur sehingga dapat digunakan sebagai bahan evaluasi dan pengambilan keputusan oleh pengelola perkebunan.

Proses pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh fitur aplikasi dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Evaluasi sistem dilakukan melalui pengujian fungsional menggunakan metode Black Box Testing untuk mengetahui tingkat keberhasilan setiap fungsi yang tersedia pada aplikasi. Selain itu, pengujian usability dilakukan untuk mengukur tingkat kemudahan penggunaan, efisiensi, dan kepuasan pengguna terhadap aplikasi yang dikembangkan. Indikator evaluasi yang digunakan meliputi tingkat keberhasilan fungsi sistem, kecepatan akses data, kemudahan penggunaan, akurasi pencatatan hasil panen, serta ketepatan identifikasi tingkat kematangan buah. Hasil evaluasi tersebut digunakan untuk menilai efektivitas aplikasi dalam mendukung kegiatan monitoring panen dan identifikasi kematangan buah kelapa sawit. Arsitektur penelitian yang diusulkan menggambarkan alur proses mulai dari pengumpulan data panen di lapangan, proses identifikasi kematangan buah, penyimpanan data ke dalam sistem, hingga penyajian informasi dan laporan

yang dapat digunakan oleh pengguna untuk mendukung pengelolaan perkebunan secara lebih efektif dan efisien yang dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini



Gambar 1 Arsitektur sistem

Proses deteksi kematangan buah kelapa sawit diawali dengan pengambilan citra menggunakan kamera pada perangkat Android. Citra yang diperoleh dinyatakan sebagai I , kemudian melalui tahapan pra-pemrosesan seperti *resize*, normalisasi, dan transformasi data untuk meningkatkan kualitas citra. Selanjutnya, citra diproses oleh model deep learning untuk mengekstraksi fitur penting yang direpresentasikan sebagai

$F = f(I)$ dengan I merupakan citra masukan dan F adalah fitur yang dihasilkan oleh model. Fitur tersebut digunakan untuk menghitung probabilitas setiap kelas kematangan buah, yaitu mentah, mengkal, matang, dan lewat matang. Kelas hasil deteksi ditentukan berdasarkan probabilitas tertinggi menggunakan persamaan

$$\hat{C} = \arg \max_{C_i} P(C_i | I),$$

di mana \hat{C} merupakan kelas hasil prediksi, $P(C_i | I)$ adalah probabilitas citra

I termasuk ke dalam kelas C_i , dan C_i adalah himpunan kelas kematangan buah kelapa sawit. Nilai probabilitas tertinggi juga digunakan sebagai confidence score, yang dirumuskan sebagai

$$Confidence = \max (P(C_i | I)).$$

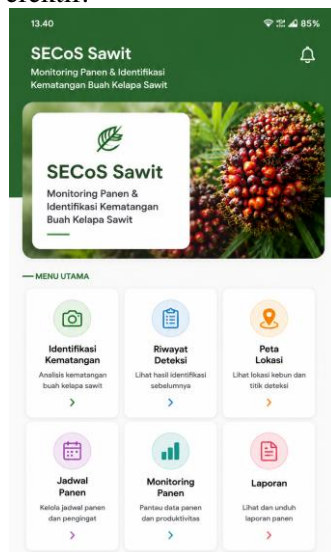
Hasil deteksi diterima apabila nilai confidence memenuhi nilai ambang batas (θ), sehingga memenuhi kondisi $Confidence \geq \theta$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi aplikasi monitoring panen dan identifikasi kematangan buah kelapa sawit berbasis Android dilakukan dengan memanfaatkan citra digital buah kelapa sawit serta data hasil panen sebagai data utama yang diproses melalui tahapan pengumpulan data, pra-pemrosesan, identifikasi kematangan, dan penyajian informasi pada aplikasi Android. Sistem ini dirancang untuk mengidentifikasi tingkat kematangan buah berdasarkan karakteristik visual, seperti warna dan tekstur permukaan buah, menggunakan model pembelajaran mesin (*machine learning*) atau *deep learning* yang telah dilatih sebelumnya. Hasil identifikasi kemudian diintegrasikan dengan fitur monitoring panen sehingga pengguna dapat memperoleh informasi mengenai tingkat kematangan buah, waktu panen, riwayat panen, serta lokasi panen secara *real-time* melalui perangkat Android. Dengan adanya aplikasi ini, proses penentuan kelayakan panen yang sebelumnya bergantung pada pengamatan visual dan pengalaman pekerja lapangan dapat dilakukan secara lebih objektif, cepat, dan akurat. Selain itu, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan panen, mengurangi kesalahan dalam penentuan tingkat kematangan buah, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam kegiatan operasional perkebunan kelapa sawit.

Tampilan Menu Utama

Menu Utama merupakan halaman pertama yang ditampilkan setelah pengguna berhasil masuk ke dalam aplikasi. Halaman ini berfungsi sebagai pusat navigasi yang memudahkan pengguna dalam mengakses seluruh fitur yang tersedia pada aplikasi Monitoring Panen dan Identifikasi Kematangan Buah Kelapa Sawit Berbasis Android. Tampilan menu dirancang dengan antarmuka yang sederhana dan mudah dipahami sehingga pengguna dapat mengoperasikan aplikasi secara efektif.



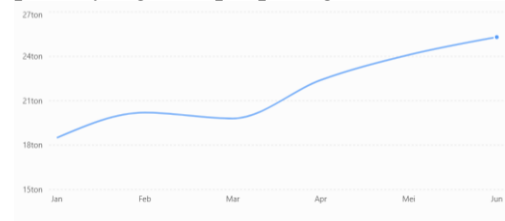
Gambar 2 Tampilan Menu Utama

Pada gambar 2 dijelaskan bahwa pada Menu Utama terdapat enam fitur utama, yaitu Identifikasi Kematangan, Riwayat Deteksi, Peta Lokasi, Jadwal Panen, Monitoring Panen, dan Laporan. Menu Identifikasi Kematangan digunakan untuk melakukan analisis tingkat kematangan buah kelapa sawit berdasarkan citra yang diambil menggunakan kamera perangkat Android. Menu Riwayat Deteksi berfungsi untuk menampilkan data hasil identifikasi yang telah dilakukan sebelumnya. Menu Peta Lokasi digunakan untuk menampilkan lokasi kebun atau titik pelaksanaan deteksi sehingga memudahkan proses pemantauan di lapangan.

Hasil Monitoring

Hasil Monitoring Panen merupakan fitur yang digunakan untuk menampilkan

informasi perkembangan hasil panen kelapa sawit secara visual dalam bentuk grafik. Halaman ini dirancang untuk membantu pengguna memantau jumlah hasil panen berdasarkan periode waktu tertentu, seperti harian, mingguan, atau bulanan. Berikut ini grafik monitoring panen yang terdapat pada gambar 3



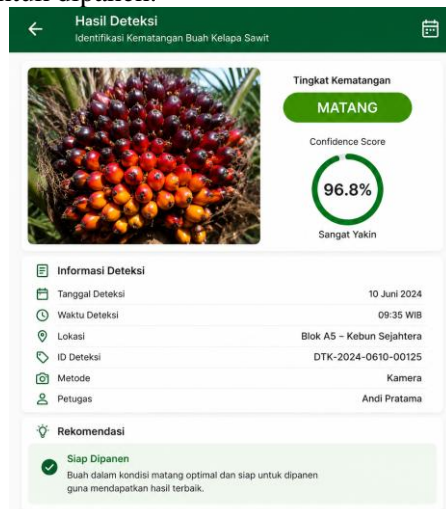
Gambar 3 Grafik Monitoring Panen

Pada Gambar 3 terdapat Monitoring Panen menampilkan visualisasi perkembangan hasil panen kelapa sawit dalam bentuk grafik garis berdasarkan periode bulanan. Pada grafik terlihat bahwa hasil panen mengalami fluktuasi dari bulan Januari hingga Juni. Jumlah panen pada bulan Januari sebesar 18,5 ton, kemudian meningkat menjadi 20,2 ton pada bulan Februari. Pada bulan Maret terjadi sedikit penurunan menjadi 19,8 ton, namun kembali mengalami peningkatan pada bulan April menjadi 22,4 ton. Tren peningkatan berlanjut pada bulan Mei dengan hasil panen sebesar 24,1 ton, dan mencapai nilai tertinggi pada bulan Juni yaitu 25,3 ton.

Hasil Deteksi Kematangan

Hasil Deteksi Kematangan berfungsi untuk menampilkan hasil identifikasi tingkat kematangan buah kelapa sawit setelah proses analisis citra selesai dilakukan. Pada halaman ini, pengguna dapat melihat informasi mengenai kategori kematangan buah, seperti mentah, mengkal, matang, atau lewat matang, yang diperoleh berdasarkan hasil pengolahan citra menggunakan model yang telah dilatih. Selain itu, sistem juga menampilkan nilai tingkat kepercayaan (*confidence score*) terhadap hasil prediksi sebagai indikator tingkat keyakinan model dalam melakukan identifikasi. Informasi hasil deteksi disajikan secara jelas dan mudah

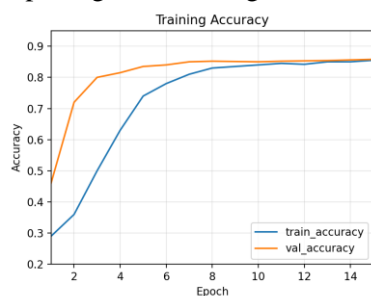
dipahami sehingga pengguna dapat dengan cepat menentukan kelayakan buah untuk dipanen.



Gambar 4 Hasil deteksi kematangan

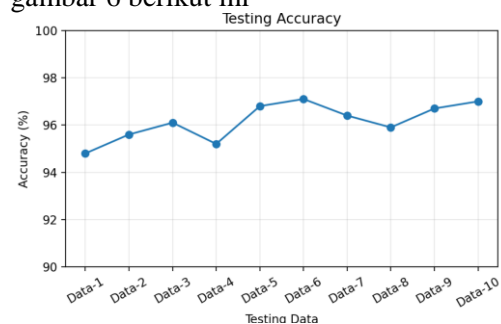
Akurasi Model

Pada tahap evaluasi model ditampilkan dua jenis grafik, yaitu Training Accuracy dan Testing Accuracy. Grafik Training Accuracy menunjukkan perkembangan tingkat akurasi model selama proses pelatihan pada setiap *epoch*. Grafik ini digunakan untuk melihat kemampuan model dalam mempelajari pola dari data latih serta membandingkan nilai akurasi pelatihan (*train accuracy*) dengan akurasi validasi (*validation accuracy*). Peningkatan kedua kurva yang cenderung stabil hingga akhir proses pelatihan menunjukkan bahwa model telah mencapai konvergensi dan memiliki kemampuan generalisasi yang baik. Selanjutnya, Testing Accuracy digunakan untuk mengevaluasi performa model menggunakan data uji yang tidak terlibat dalam proses pelatihan. Berikut ini tampilan grafik training dan testing



Gambar 5. Grafik training

Berdasarkan gambar 5 nilai **train accuracy** mengalami peningkatan yang signifikan pada beberapa *epoch* awal, yaitu dari sekitar 29% pada *epoch* pertama hingga mencapai lebih dari 80% setelah beberapa kali proses pelatihan. Setelah itu, peningkatan akurasi berlangsung secara bertahap hingga mencapai sekitar 85,5% pada *epoch* terakhir. Sementara itu, *validation accuracy* juga mengalami peningkatan yang konsisten, dimulai dari sekitar 46% dan mencapai sekitar 85,8% pada akhir proses pelatihan. Kedua kurva terlihat semakin mendekat dan cenderung stabil pada *epoch* akhir, yang menunjukkan bahwa model telah berhasil mempelajari pola pada data pelatihan dengan baik serta memiliki kemampuan generalisasi yang baik terhadap data validasi. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa proses pelatihan berlangsung optimal tanpa menunjukkan gejala *overfitting* yang signifikan. Kemudian terdapat grafik testing accuracy yang terdapat pada gambar 6 berikut ini



Gambar 6 Grafik Testing

Pada gambar 6 menggambarkan hasil evaluasi model menggunakan data uji yang tidak terlibat dalam proses pelatihan. Berdasarkan grafik, nilai akurasi pada setiap data pengujian berada pada kisaran 94,8% hingga 97,1%. Nilai akurasi tertinggi diperoleh pada Data-6, yaitu sebesar 97,1%, sedangkan nilai terendah terdapat pada Data-1, yaitu sebesar 94,8%. Meskipun terdapat sedikit variasi antar data pengujian, keseluruhan nilai akurasi menunjukkan kestabilan dengan rata-rata di atas 95%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model mampu mempertahankan performa yang

tinggi ketika dihadapkan pada data baru yang belum pernah digunakan selama proses pelatihan

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi Monitoring Panen dan Identifikasi Kematangan Buah Kelapa Sawit Berbasis Android berhasil dirancang dan diimplementasikan untuk mendukung proses monitoring panen serta identifikasi tingkat kematangan buah kelapa sawit secara digital. Aplikasi ini mengintegrasikan berbagai fitur, seperti identifikasi kematangan buah, monitoring hasil panen, riwayat deteksi, peta lokasi, jadwal panen, dan pelaporan, sehingga mampu mempermudah pengguna dalam melakukan pencatatan, pemantauan, dan pengelolaan data panen secara terstruktur melalui perangkat Android.

Implementasi sistem menunjukkan bahwa proses identifikasi kematangan buah dapat dilakukan berdasarkan karakteristik visual buah yang diproses menggunakan metode pembelajaran mesin (*machine learning*) atau *deep learning*. Hasil identifikasi yang ditampilkan dalam aplikasi memberikan informasi mengenai kategori kematangan buah beserta tingkat kepercayaan (*confidence score*), sehingga dapat membantu pengguna dalam menentukan kelayakan buah untuk dipanen secara lebih objektif, cepat, dan konsisten dibandingkan dengan metode pengamatan manual. Selain itu, fitur monitoring panen mampu menyajikan informasi perkembangan hasil panen dalam bentuk grafik sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan evaluasi produktivitas panen berdasarkan periode tertentu.

Hasil evaluasi model menunjukkan bahwa proses pelatihan berlangsung dengan baik, ditandai oleh peningkatan nilai *training accuracy* dan *validation accuracy* yang stabil hingga akhir proses pelatihan. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa model telah mampu mempelajari pola

data dengan baik tanpa menunjukkan gejala *overfitting* yang signifikan. Selanjutnya, hasil pengujian menggunakan data uji (*testing accuracy*) memperoleh nilai akurasi pada rentang 94,8% hingga 97,1% dengan rata-rata di atas 95%, yang menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang baik dalam mengidentifikasi tingkat kematangan buah kelapa sawit pada data yang belum pernah digunakan selama proses pelatihan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afework, A., Lemmie, T., Kasim, J. J., & Kumar, K. L. P. (2021). *The effect of transformational leadership style on employee motivation: In the case of Agriculture and Natural Resource Bureau, Benishangul Gumuz Regional State*. Andhra Pradesh: D&M Academia.
- Ahsani, R. F., & Enjarwati, A. O. (2025). Pengaruh motivasi kerja, kompetensi dan disiplin kerja terhadap kinerja guru SMA Warga Surakarta. *Jurnal Penelitian Ekonomi Manajemen dan Bisnis*, 3(4), 70–89
- Asterina, F., & Sukoco. (2019). Pengaruh kepemimpinan kepala sekolah, motivasi kerja, dan disiplin guru terhadap kinerja guru. *Jurnal Akuntabilitas Manajemen Pendidikan*, 7(2), 208–219.
- Brenner, C. A. (2022). Self-regulated learning, self-determination theory and teacher candidates' development of competency-based teaching practices. *Smart Learning Environments*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-021-00184-5>.
- Cahyo, H. S., & Sugiarti, R. (2022). Kinerja guru dan faktor yang mempengaruhinya. *Jurnal Pendidikan Rokania*, 7.
- Cabero-Almenara, J. (2020). Digital competency frames for university teachers: Evaluation through the expert competence coefficient.

- Revista Electronica Interuniversitaria de Formacion del Profesorado*, 23(2), 1–18. <https://doi.org/10.6018/reifop.413601>
- Dahliah, & Sakka, W. (2021). Tingkat pendidikan dan motivasi kerja terhadap kinerja guru. *JBMI (Jurnal Bisnis, Manajemen, dan Informatika)*, 17(3), 298–311. <https://doi.org/10.26487/jbmi.v17i3.10709>.
- Daryanto. (2015). *Pengelolaan budaya dan iklim sekolah*. Yogyakarta: Gava Media.
- Winata, E., Seri, H., & Choiriyah. (2024). Pengaruh kompetensi, motivasi dan lingkungan kerja terhadap kinerja guru Yayasan Perguruan Islam Raudhatul Ulum Sakatiga. *Jurnal Bisnis, Manajemen dan Ekonomi*, 5(3), 152–164.
- Lubis, R., Karnawati, T. A., & Handarini, D. M. (2025). Pengaruh kompetensi, pengalaman mengajar, dan kesejahteraan terhadap kinerja guru di SD Namira Medan. *JAMPARING*, 3(1), 416–425.
- Massalim, S. Z. (2019). Pengaruh kesejahteraan terhadap kinerja guru PAUD. *Jurnal Pendidikan Luar Sekolah*, 13(2), 62–67.
- Mugiasih, N. (2019). Motivasi kerja guru dan fasilitas pembelajaran dalam kinerja mengajar guru. *Jurnal Administrasi Pendidikan*, 26(1), 118–128. <https://doi.org/10.17509/jap.v26i1.19854>.
- Nurjaya, N. (2021). Pengaruh disiplin kerja, lingkungan kerja dan motivasi kerja terhadap kinerja karyawan pada PT. Hazara Cipta Pesona. *AKSELERASI: Jurnal Ilmiah Nasional*, 3(1), 60–74.
- Pujoandika, R., & Sobandi, A. (2021). Dampak kinerja guru dan motivasi belajar dalam upaya meningkatkan hasil belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Manajemen Perkantoran*, 6(1), 47–56.
- Riska, O., et al. (2020). Analisis kebijakan kesejahteraan guru terhadap peningkatan kualitas pendidikan. *Jurnal Manajemen Pendidikan Islam IAIN Bone*, 3(3).
- Rorimpandey, W. H. F. (2020). *Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja karyawan sekolah dasar*. Malang: Ahlimedia Press.
- Septiawan, B., Masrunik, E., & Rizal, M. (2020). *Motivasi kerja dan generasi Z: Teori dan penerapan*. Blitar: Zaida Digital Publishing