

BAB III

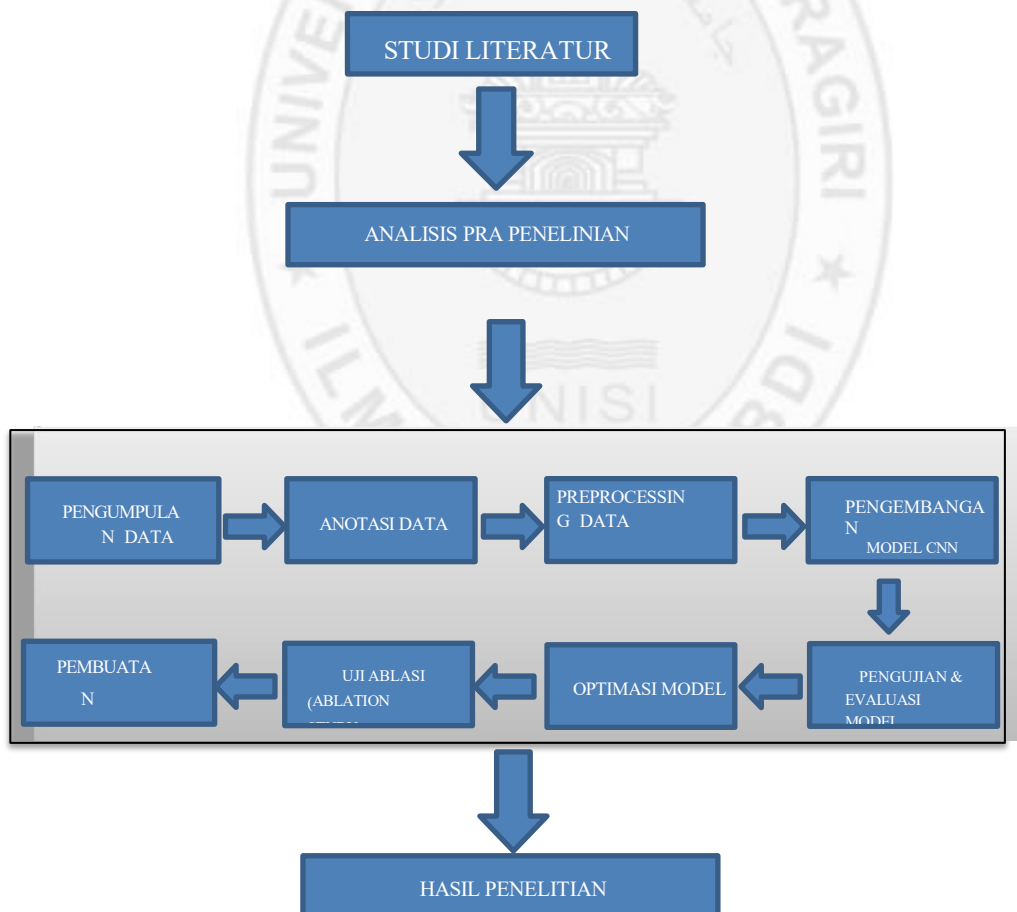
METODE PENELITIAN

3.1 Pendahuluan

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian klasifikasi kelapa berserabut menggunakan *CNN MobileNetV2*. Tahapan penelitian meliputi studi literatur, pengumpulan dan pengolahan data, pengembangan model, serta proses pengujian dan evaluasi. Metode ini disusun untuk memastikan model yang dihasilkan mampu melakukan klasifikasi tiga kelas kelapa secara akurat dan terstruktur.

3.2 Kerangka Penelitian

Langkah – Langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :



Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian

3.2.1 Studi Literatur

Tahap studi literatur dilakukan untuk memperoleh pemahaman dan landasan teori yang mendukung penelitian. Pada tahap ini peneliti mengumpulkan referensi dari jurnal, buku, artikel ilmiah, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan klasifikasi citra, kelapa berserabut, *Convolutional Neural Network* (CNN), serta arsitektur *MobileNetV2*. Studi literatur membantu peneliti memahami perkembangan teknologi yang relevan, menentukan metode yang tepat, serta mengidentifikasi kekurangan atau celah pada penelitian sebelumnya sehingga penelitian ini memiliki arah yang jelas.

3.2.2 Analisa Pra Penelitian

Tahap analisis pra-penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan utama yang menjadi dasar penelitian ini, yaitu kesulitan dalam menentukan kualitas kelapa local terutama dalam kondisi berserabut secara manual akibat variasi tekstur, warna, dan kondisi permukaan yang beragam. Pada tahap ini peneliti menentukan ruang lingkup penelitian, yaitu klasifikasi kelapa berserabut menjadi tiga kelas kualitas: setengah tua, tua, dan rusak.

Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan peninjauan awal terhadap kebutuhan data, metode pengolahan citra, serta pemilihan arsitektur CNN yang sesuai. Hasil analisis pra-penelitian menjadi landasan untuk menyusun langkah penelitian selanjutnya agar proses yang dilakukan lebih terarah dan sesuai tujuan penelitian.

3.2.3 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh citra kelapa berserabut yang akan digunakan sebagai bahan pelatihan dan pengujian model. Data yang dikumpulkan berupa gambar kelapa local dalam kondisi berserabut dari berbagai kondisi fisik dan tingkat kualitas. Proses pengambilan gambar dilakukan secara manual menggunakan kamera smartphone dengan pengaturan jarak, sudut pandang, dan pencahayaan yang cukup agar citra yang diperoleh memiliki kualitas yang baik.



Setiap gambar kemudian dikelompokkan sesuai lima kelas yang menjadi fokus penelitian, yaitu: setengah tua, tua, dan rusak. Selain data dari dokumentasi mandiri, dataset tambahan dapat digunakan jika relevan dengan kebutuhan penelitian. Tahap pengumpulan data ini dilakukan secara hati-hati agar menghasilkan citra yang representatif dari setiap kelas dan sesuai dengan kebutuhan analisis selanjutnya.

3.2.4 Anotasi Data

Proses anotasi data dilakukan untuk memberikan label pada setiap citra kelapa lokal berserabut sesuai kategori kualitas yang digunakan dalam penelitian. Tahap ini bertujuan memastikan bahwa model *Convolutional Neural Network* (CNN) dapat mempelajari pola visual secara tepat berdasarkan kelas yang telah ditetapkan. Anotasi dilakukan secara manual dengan memperhatikan ciri visual kelapa, meliputi warna kulit, kondisi serabut, kekeringan permukaan, serta tekstur luar buah.

Penetapan kelas mengacu pada karakteristik visual kelapa pada berbagai tingkat kematangan yang dijelaskan dalam penelitian sebelumnya. Kelapa setengah tua umumnya berwarna kuning merata, sedangkan kelapa tua memiliki warna coklat tua pada seluruh permukaan kulit luar [1]. Perubahan warna dan tekstur tersebut menjadi indikator utama pembeda kelas. Selain itu, tingkat kekeringan serabut dan ketidakwajaran warna (misalnya bercak gelap atau permukaan tidak merata) juga digunakan sebagai dasar untuk mengidentifikasi kelapa sangat tua dan kelapa rusak. Penelitian terdahulu menegaskan bahwa ciri visual merupakan parameter yang relevan dalam menentukan kualitas dan tingkat kematangan kelapa [1].

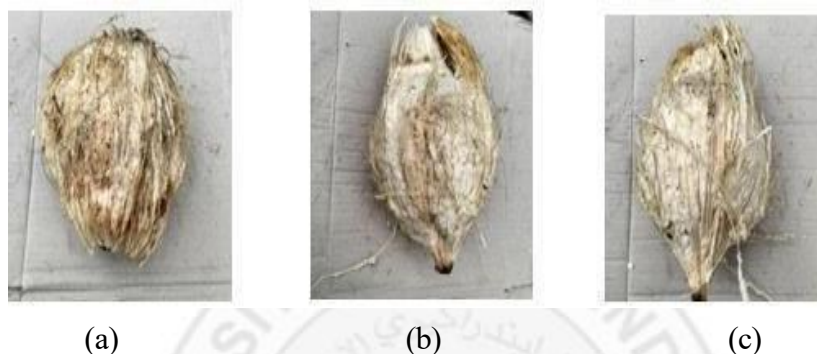
Berdasarkan kajian literatur dan pengamatan langsung terhadap dataset, ditetapkan tiga kelas kualitas kelapa, yaitu Setengah tua (*Immature*), tua (*mature*), dan rusak (*reject*). Dapat dilihat sebagai berikut:

1. Kelapa Setengah Tua (*Immature*)

Kelapa setengah tua menunjukkan warna kulit kuning merata atau kombinasi antara hijau dan kuning. kualitas gambar buah yang sesuai dengan algoritma pemrosesan



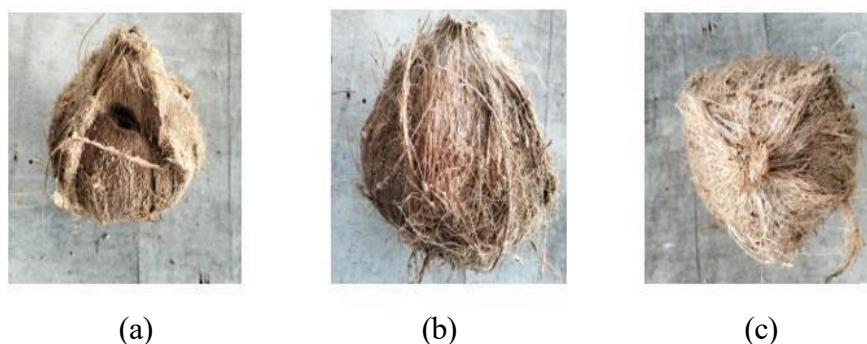
seperti pada tingkat sensitivitas pencahayaan, posisi pengambilan gambar citra kelapa, pengaruh jarak pengambilan gambar yang memberi hasil untuk identifikasi.[1] Serabut mulai mengering namun belum terlalu keras. Pada fase ini perubahan warna menjadi indikator paling jelas untuk membedakannya dari kelapa muda maupun tua.



Gambar 3. 2 Ciri-ciri Kelapa Setengah Tua (Imature)

2. Kelapa Tua (*Mature*)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tua umur kelapa maka akan mengandung kadar lemak yang semakin tinggi pada daging kelapa.[1] Kelapa tua ditandai dengan warna coklat merata pada seluruh permukaan kulit, sesuai karakteristik yang ditemukan dalam citra kelas tua, dengan ciri serabut tampak lebih kering, kasar, dan lebih padat.



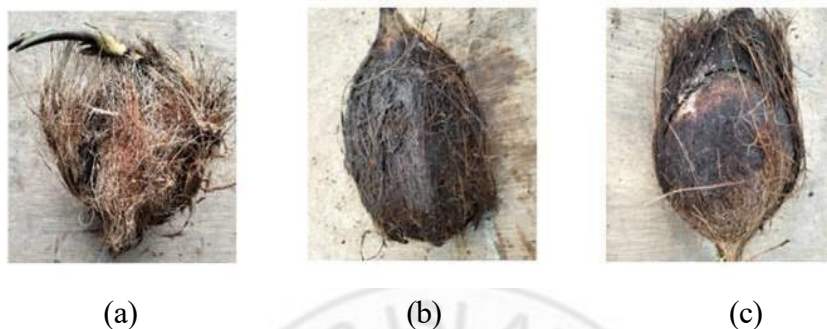
Gambar 3. 3 Ciri-ciri Kelapa Tua (Mature)

3. Kelapa Rusak (*Reject*)

Kelapa rusak biasanya menunjukkan warna kulit tidak merata, terdapat bercak hitam, area busuk, atau permukaan serabut yang menghitam lebih cepat, kerusakan



bervariasi dari ringan sampai berat.[1]Beberapa bagian kulit dapat tampak lembek atau terlalu gelap. Penelitian terdahulu menyatakan bahwa perbedaan warna dan tekstur ekstrem pada objek kelapa sering kali menandakan ketidakwajaran kondisi buah, sehingga dapat digunakan sebagai dasar penentuan kelas rusak



Gambar 3. 4 Ciri-ciri Kelapa Rusak (Reject)

Melalui proses anotasi yang memperhatikan karakteristik ini, setiap citra dalam dataset dapat diberi label secara konsisten. Hal ini memastikan bahwa model CNN yang dikembangkan nantinya mampu mempelajari pola visual kelapa lokal berserabut dengan akurat dan sesuai dengan lima kategori kualitas yang ditetapkan dalam penelitian.

3.2.5 Pre Processing Data

Tahap *preprocessing* dan olah data dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh citra kelapa lokal berserabut berada dalam kondisi yang siap, bersih, dan konsisten sebelum digunakan pada proses pelatihan model CNN. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. *Resize Citra*

Setiap gambar diubah ke ukuran input standar *MobileNetV2*, misalnya 224×224 piksel atau 1:1, agar seluruh citra memiliki resolusi yang seragam.

2. *Normalisasi Nilai Piksel*

Nilai piksel pada citra dinormalisasi ke rentang tertentu, biasanya 0–1, agar model dapat memproses data dengan lebih stabil dan cepat.



3. Augmentasi Data

Augmentasi data diterapkan untuk menambah keragaman citra kelapa lokal berserabut dengan mensimulasikan variasi orientasi, posisi, dan sudut pengambilan gambar melalui teknik rotasi dan pembalikan (flip). Teknik ini dilakukan untuk menciptakan variasi data latih yang lebih representatif terhadap kondisi nyata di lapangan. Dengan adanya augmentasi, model *Convolutional Neural Network* (CNN) diharapkan mampu mengenali karakteristik visual kelapa secara lebih konsisten serta memiliki kemampuan generalisasi yang lebih baik saat dihadapkan pada data baru.

- Teknik Rotasi (diputari 90°)

Teknik rotasi dilakukan dengan memutar citra kelapa berserabut sebesar 90° . Rotasi ini bertujuan menambah variasi orientasi objek tanpa mengubah karakteristik visual yang menjadi ciri kelas. Dengan rotasi 90° , model menjadi lebih robust dalam mengenali pola permukaan kelapa meskipun posisi objek berubah-ubah saat pengambilan gambar. Teknik ini sangat membantu karena buah kelapa memiliki bentuk yang memungkinkan perubahan orientasi tanpa menghilangkan fitur penting seperti warna, tekstur serabut, dan tingkat kekeringan.



Gambar 3. 5 Gambar dengan Teknik Rotasi 90°

- Teknik Pembalikan (Flip Kiri-Kanan)

Teknik flip dilakukan dengan membalik citra secara horizontal (kiri–kanan) untuk mensimulasikan variasi sudut pandang kamera. Pembalikan ini



menambah keragaman dataset sekaligus mencegah model hanya mengenali pola pada satu arah tertentu. Dengan adanya flip, model CNN dapat mengidentifikasi fitur kualitas kelapa seperti warna, tekstur, dan kondisi serabut secara konsisten meskipun orientasi objek berubah. Teknik ini sangat efektif untuk meningkatkan generalisasi model terhadap citra kelapa pada kondisi nyata di lapangan.



Gambar 3. 6 Gambar dengan Teknik Pembalikan

4. Pembersihan Citra (*Cleaning*)

Dataset diperiksa untuk memastikan kualitas visual citra, termasuk:

- menghapus gambar yang buram, terlalu gelap, terlalu terang, atau tidak fokus;
- menghapus objek yang tidak sesuai atau tidak mencerminkan kelas kualitas sebenarnya.

5. Penghapusan Duplikasi

Citra yang sama atau sangat mirip dihilangkan agar tidak menimbulkan bias dalam proses pelatihan dan evaluasi model.

6. Validasi Label

Setiap citra diperiksa ulang untuk memastikan bahwa label kelas (Setengah tua (*immature*), tua (*mature*), dan rusak (*reject*)) sesuai dengan kondisi objek kelapa berserabut yang tampak pada gambar.

7. Pemisahan Dataset

Citra dibagi menjadi tiga bagian, yaitu *training set*, *validation set*, dan *test set*, dengan komposisi tertentu agar pengujian dan pelatihan berjalan efektif.

8. Penyeimbangan Jumlah Data Perkelas

Jika terdapat ketidakseimbangan jumlah data antar kelas, dilakukan augmentasi tambahan atau penambahan citra baru untuk memperoleh distribusi kelas yang lebih seimbang. Proses preprocessing ini memastikan bahwa semua citra berada dalam kondisi yang konsisten dan siap digunakan dalam tahap pengembangan model.

3.2.6 Pengembangan Model CNN

Pada penelitian ini model yang digunakan adalah model *MobileNetV2*. Tahap pengembangan model CNN menggunakan *MobileNetV2* merupakan proses membangun, melatih, dan menyesuaikan arsitektur *Convolutional Neural Network* agar mampu melakukan klasifikasi kualitas kelapa berserabut. *MobileNetV2* dipilih karena merupakan arsitektur CNN yang ringan, efisien, dan dirancang untuk bekerja optimal pada lingkungan komputasi yang terbatas tanpa mengurangi performa klasifikasi.

Pada tahap ini, model *MobileNetV2* digunakan sebagai base model dan dimodifikasi pada bagian akhir agar sesuai dengan kebutuhan klasifikasi lima kelas kelapa, yaitu: setengah tua, tua, dan rusak. Proses pengembangan mencakup pemilihan parameter pelatihan, penyesuaian layer output, serta tahap training menggunakan dataset citra kelapa berserabut. Melalui proses ini, model dilatih untuk mengenali pola tekstur, warna, dan permukaan kelapa yg dalam kondisi berserabut sehingga mampu menghasilkan hasil klasifikasi yang akurat.

3.2.7 Pengujian dan Evaluasi Model

Tahap pengujian dan evaluasi model dilakukan untuk menilai performa *MobileNetV2* dalam melakukan klasifikasi kualitas kelapa dalam kondisi berserabut. Pada tahap ini, model yang telah dilatih diuji menggunakan test set yang tidak digunakan selama proses training, sehingga hasil evaluasi dapat menggambarkan kemampuan model dalam mengenali data baru secara objektif.



Proses evaluasi dilakukan menggunakan beberapa metrik, antara lain:

1. Akurasi (*Accuracy*)

Mengukur persentase prediksi model yang benar terhadap seluruh data uji.

2. *Precision, Recall, dan F1-Score*

Digunakan untuk mengevaluasi kemampuan model dalam membedakan setiap kelas (setengah tua (*immature*), tua (*mature*), dan rusak (*reject*)), terutama jika terdapat ketidakseimbangan jumlah data antar kelas.

3. *Confusion Matrix*

Menunjukkan distribusi prediksi model untuk setiap kelas sehingga memudahkan identifikasi kelas yang sering salah diprediksi.

Selain evaluasi menggunakan metrik di atas, dilakukan juga analisis terhadap pola kesalahan model untuk memahami perbedaan visual mana yang sulit dibedakan oleh CNN. Hasil evaluasi ini digunakan sebagai dasar untuk melakukan optimasi pada tahap berikutnya agar performa model semakin meningkat.

3.2.8 Optimasi

Optimasi model pada penelitian ini dilakukan dengan dua langkah utama. Pertama, dilakukan penyetelan *hyperparameter*, seperti pengaturan *learning rate*, jumlah *epoch*, dan *batch size*, untuk mendapatkan kombinasi yang paling sesuai agar model CNN dapat belajar secara lebih efektif dan stabil. Kedua, dilakukan penambahan dataset melalui augmentasi, yaitu memanfaatkan teknik rotasi dan pembalikan citra untuk menambah variasi data tanpa mengubah label. Penambahan data ini membantu model mengenali pola visual kelapa berserabut dalam berbagai kondisi sehingga meningkatkan akurasi dan kemampuan generalisasi model.

3.2.9 Uji Ablasi

Uji ablasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana setiap komponen dalam proses pelatihan memberikan kontribusi terhadap kinerja model klasifikasi kualitas kelapa berserabut. Tahap ini penting untuk memastikan bahwa model yang digunakan benar-



benar bekerja optimal dan bahwa setiap langkah dalam pipeline pemodelan memiliki peran yang jelas dalam meningkatkan akurasi.

Pada tahap ini, peneliti melakukan beberapa percobaan dengan mengubah atau menghilangkan komponen tertentu secara terkontrol. Pertama, model dilatih tanpa menggunakan augmentasi data, kemudian dibandingkan dengan model yang dilatih menggunakan augmentasi. Perbandingan ini membantu melihat apakah penambahan variasi citra benar-benar meningkatkan kemampuan generalisasi model terhadap objek kelapa dalam berbagai kondisi.

Selanjutnya dilakukan pengujian dengan mengubah beberapa *hyperparameter*, seperti nilai *learning rate*, ukuran *batch size*, dan jumlah *epoch*. Setiap konfigurasi diuji untuk melihat kombinasi mana yang menghasilkan akurasi dan stabilitas terbaik selama proses pelatihan.

Selain itu, dilakukan perbandingan antara model sebelum dan sesudah fine-tuning. Pada model awal, hanya lapisan klasifikasi yang dilatih, sedangkan pada tahap *fine-tuning* beberapa lapisan *MobileNetV2* dibuka untuk menyesuaikan bobotnya dengan karakteristik citra kelapa berserabut. Perbandingan hasil kedua kondisi ini menunjukkan dampak fine-tuning terhadap kemampuan model dalam mengenali pola visual kelapa secara lebih spesifik.

Melalui rangkaian uji ablasi ini, peneliti dapat mengidentifikasi konfigurasi dan komponen yang paling berpengaruh terhadap peningkatan performa, sehingga model terbaik yang diperoleh dapat digunakan sebagai model final dalam aplikasi klasifikasi kualitas kelapa lokal berserabut.

3.2.10 Pembuatan Aplikasi

Pada tahap ini dilakukan pengembangan aplikasi Android sebagai media implementasi dari model klasifikasi kualitas kelapa berserabut. Model CNN berbasis *MobileNetV2* yang telah dilatih dan dioptimasi dikonversi ke format *TensorFlow Lite* agar dapat dijalankan secara efisien pada perangkat mobile.



Aplikasi dirancang dengan antarmuka sederhana yang memungkinkan pengguna mengambil gambar kelapa melalui kamera atau memilihnya dari galeri. Setiap citra yang dimasukkan akan diproses melalui tahapan *preprocessing* seperti *resize* dan normalisasi kemudian diklasifikasikan oleh model untuk menentukan kualitas kelapa ke dalam lima kelas yang tersedia.

Setelah integrasi model selesai, aplikasi diuji pada beberapa perangkat Android untuk memastikan proses pemuatan model, pengambilan gambar, dan penampilan hasil klasifikasi berjalan dengan cepat dan stabil. Aplikasi ini menjadi prototipe solusi praktis yang dapat digunakan untuk membantu proses identifikasi kualitas kelapa lokal secara langsung di lapangan.

