

Metode Klasifikasi Kematangan Buah Kelapa Sawit Dengan Menggunakan MobileNetV3 dan Teknik Attention Module

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) merupakan tanaman pertanian yang penting secara global karena dapat digunakan untuk menghasilkan minyak nabati. Tanaman ini harus ditanam pada lahan yang sesuai agar tumbuh dengan baik dan tidak merugikan lingkungan sekitar. Kelapa sawit juga menjadi bahan dasar yang digunakan untuk menghasilkan beberapa jenis produk, termasuk produk makanan, seperti mie instan, mentega, selai, roti, dan kue, serta produk bukan makanan, seperti deterjen, sampo, sabun, dan biodiesel. Kelapa sawit merupakan salah satu perkebunan terbesar di Indonesia dan menjadikan Indonesia sebagai negara penghasil kelapa sawit terbesar di dunia, luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia mempengaruhi volume produksi kelapa sawit produksi. Hal ini didukung oleh letak geografis Indonesia yang sesuai dengan kebutuhan tanaman kelapa sawit, dibandingkan dengan tanaman perkebunan lainnya kelapa sawit mempunyai keunggulan sebagai bahan baku biodiesel dan pangan. Dengan kemampuannya tersebut, minyak sawit dibutuhkan oleh berbagai jenis industri di berbagai negara. Sebagai komoditas unggulan kelapa sawit mempunyai peranan penting bagi perekonomian Indonesia. Dari tahun ke tahun ekspor minyak sawit Indonesia semakin meningkat meski sempat mengalami penurunan pada tahun 2016, selain itu hasil produksi perkebunan kelapa sawit juga mengalami peningkatan. Kelapa sawit Indonesia memiliki daya saing, menurut Ditjen Perkebunan, negara tujuan ekspor untuk kelapa sawit Indonesia adalah India, China, Pakistan, dan Eropa, bisa dikatakan Indonesia adalah negara tersebut kompetitif di pasar Asia (Daeng Ahmad Fakhrian Zuhdi et al, 2021).

Permintaan akan minyak kelapa sawit berkualitas tinggi terus meningkat. Kualitas kelapa sawit ditentukan oleh tingkat kematangan buah saat dipanen. Tingkat kematangan kelapa sawit ditentukan secara visual berdasarkan warna kulit buah. Minyak mentah buah kelapa sawit mempunyai warna gelap (ungu tua) dan berubah warna menjadi jingga ketika sudah matang (Septiarini, 2021). Negara-negara seperti Indonesia, Malaysia, dan Guatemala telah mengekspor buah kelapa sawit dalam jumlah besar ke seluruh wilayah dunia. Tingkat produksi yang sangat besar ini, serta berbagai macam produk turunan dari tanaman kelapa sawit menunjukkan bahwa kelapa sawit merupakan komoditas internasional yang sangat menonjol. Dengan permintaan yang akan terus meningkat, petani kelapa sawit akan membutuhkan sebuah metode tersebut untuk memfasilitasi produksi Tandan Buah Segar kelapa sawit yang lebih

efisien (TBS), karena salah satu permasalahan yang ada saat ini adalah penggunaan cara manual untuk penyortiran kematangan buah kelapa sawit yang dianggap memakan waktu dan tidak efisien (Suharjito et al, 2021).

Klasifikasi buah secara otomatis merupakan solusi menarik dalam budidaya dan penjualan karena dapat membantu petani buah dan supermarket untuk mengidentifikasi perbedaan buah-buahan dan statusnya dari stok atau wadah sehingga meningkatkan efisiensi produksi untuk mendapatkan keuntungan dalam bisnis. Klasifikasi berbagai macam buah atau sayur-sayuran bukan tugas yang sederhana karena terdapat beberapa kesamaan dalam bentuk, ukuran, dan warna. Biasanya, buah sayur, dan tanaman, sebelum dipanen dan dilepas ke pasar diperiksa oleh tenaga ahli atau terlatih terlebih dahulu. Beberapa faktor yang dipertimbangkan oleh para ahli dalam penilaian kualitas adalah warna dan tekstur produk. Namun, pemeriksaan dan klasifikasi secara manual dapat menimbulkan beberapa kemungkinan kesalahan yang dilakukan manusia. Untuk menghasilkan kesuksesan dalam proses klasifikasi, orang-orang yang dilatih untuk memeriksa produk diharuskan memiliki pengenalan dan analisis secara konsisten dan mungkin sulit atau membosankan ketika dilakukan secara berulang-ulang (Aaron et al, 2020). Oleh karena itu, sistem cerdas menggunakan metode *computer vision* dan *machine learning* telah dieksplorasi dalam dekade terakhir untuk dapat mengidentifikasi kecacatan pada buah, menilai kematangan, dan mengkategorisasi buah. Salah satu contoh penelitian yang dilakukan oleh Mehenag Katun et al (Mehenag Katun et al, 2020) mengajukan metode untuk mengklasifikasi jenis buah menggunakan Convolutional Neural Network (CNN). Dataset yang digunakan memiliki 1400 gambar buah dengan 7 kelas yaitu apel, pisang, jeruk, pir, mangga, nanas dan strawberry. Metode ini menghasilkan akurasi sebesar 98%.

Convolutional Neural Network (CNN) adalah salah satu metode *deep learning* yang paling umum. Dalam klasifikasi gambar tidak mudah untuk mempertahankan fitur asli gambar dalam digitalisasi karena banyaknya data untuk diolah. CNN memiliki kemampuan pembelajaran representasi yang secara otomatis dapat mengekstraksi fitur-fitur gambar dengan skala berbeda. CNN mempunyai kemampuan mengekstraksi fitur gambar yang kuat dan akurat (Chunguang Bi et al, 2023). Penggunaan CNN untuk *image recognition* dan klasifikasi tidak hanya menjadi tren di bidang pertanian, namun juga di bidang lain seperti *scene image recognition*, *remote sensing image analysis*, dan masih banyak lagi. Oleh karena itu, operasi konvolusi adalah kontributor utama bagi tugas *computer vision*, tetapi ketika struktur jaringan lebih dalam dan lebih besar seperti VGG-16, VGG-19, Alexnet, dan Xception, proses komputasi dari operasi konvolusi akan semakin tinggi. MobileNetV2 adalah *lightweight CNN*

yang berfokus pada *mobile device* yang diusulkan oleh tim Google pada tahun 2018. Dibandingkan dengan CNN biasa, MobileNetV2 dapat mengurangi parameter model dan proses perhitungan dengan sedikit penurunan akurasi. (Shiqing Dou et al, 2023). Terdapat penelitian yang dilakukan oleh Suharjito et al 2021, mereka membuat aplikasi android untuk mengklasifikasi kematangan buah Kelapa Sawit dengan MobileNetV1, aplikasi tersebut mampu membedakan kematangan Buah Kelapa Sawit dengan Tingkat kematangan kurang matang, matang, terlalu matang dan tandan kosong.

Mekanisme *Attention Module* memungkinkan *Neural Network* untuk memperhatikan informasi yang penting dalam gambar dan dapat menyembunyikan informasi yang tidak berguna, hal ini dapat meningkatkannya efisiensi untuk proses klasifikasi gambar. *Convolutional Block Attention Module* (CBAM) adalah *Lightweight Attention Module* yang terdiri dari *Channel Attention Module* (CAM) dan *Spatial Attention Module* (SAM) (Shiqing Dou et al, 2023), dimana *Channel Attention Module* mencoba menangkap ‘apa’ yang penting dalam hal yang diberikan oleh gambar, sedangkan *Spatial Module Attention* berfokus pada ‘di mana’ atau bagian mana dari gambar tersebut penting (Tej Bahdur et al, 2022). Penelitian yang dilakukan oleh Huixuan Fu, Guoqing Song dan Yuchao Wang mengusulkan model YOLOv4 dan menggabungkannya dengan CBAM untuk mendeteksi target laut. CBAM ditambahkan untuk membuat *Neural Network* lebih memperhatikan area sasaran yang berisi informasi penting, menekan informasi yang tidak relevan, dan meningkatkan akurasi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa dengan menambahkan CBAM pada Model YOLOv4 dapat meningkatkan akurasi dibandingkan dengan model YOLOv4 biasa. Hasil penelitian tersebut meningkatkan nilai mAP50 sebesar 2,02% dan mAP75 meningkat sebesar 1,85%.

Berdasarkan pemaparan diatas, penelitian ini bertujuan untuk membuat aplikasi berbasis android untuk mengklasifikasi kematangan buah Kelapa Sawit menggunakan MobileNetV3 dan menggabungkannya dengan teknik Attention Module yaitu Convolutional Block Attention Module (CBAM). Penggabungan model Konvolusi dan *Attention Module* diharapkan dapat membantu proses dengan saling melengkapi untuk mencapai kinerja yang lebih baik dalam klasifikasi buah dengan judul penelitian “**Metode Klasifikasi Kematangan Buah Sawit Dengan Menggunakan MobileNetV3 dan Teknik Attention Module**”.

1.2 Identifikasi Masalah

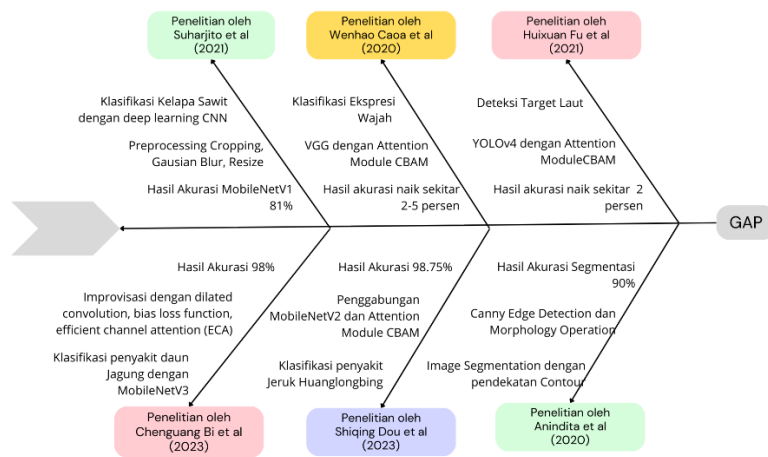
1. Bagaimana cara merancang model untuk klasifikasi kematangan buah kelapa sawit?

2. Bagaimana mengetahui nilai akurasi dari klasifikasi kualitas buah kelapa sawit?
3. Bagaimana cara menggabungkan model MobileNetV3 dengan Attention Module CBAM?
4. Bagaimana cara untuk mengimplementasi model klasifikasi kematangan buah kelapa sawit ke dalam aplikasi *mobile*?

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk merancang *lightweight* model klasifikasi kematangan buah kelapa sawit
2. Untuk menggabungkan model konvolusi dan teknik attention module
3. Untuk membuat aplikasi berbasis android untuk klasifikasi kematangan buah kelapa sawit

Dalam melakukan penelitian, sangat penting untuk menentukan metode yang akan digunakan sesuai dengan tujuan penelitian tersebut. Pada penelitian ini penulis mengambil beberapa referensi metode dan teknik yang digunakan pada penelitian terdahulu, rangkuman penelitian tersebut disajikan dalam bentuk Fishbone Diagram pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 FishBone Penelitian

Berdasarkan metode dan teknik yang telah dilakukan pada penelitian terdahulu, untuk menjawab tujuan dari penelitian ini maka akan digunakan metode *deep learning* CNN dengan arsitektur MobileNetV3 dan menggabungkannya dengan *attention module* CBAM serta menggunakan pendekatan contour dalam tahap segmentasi data.

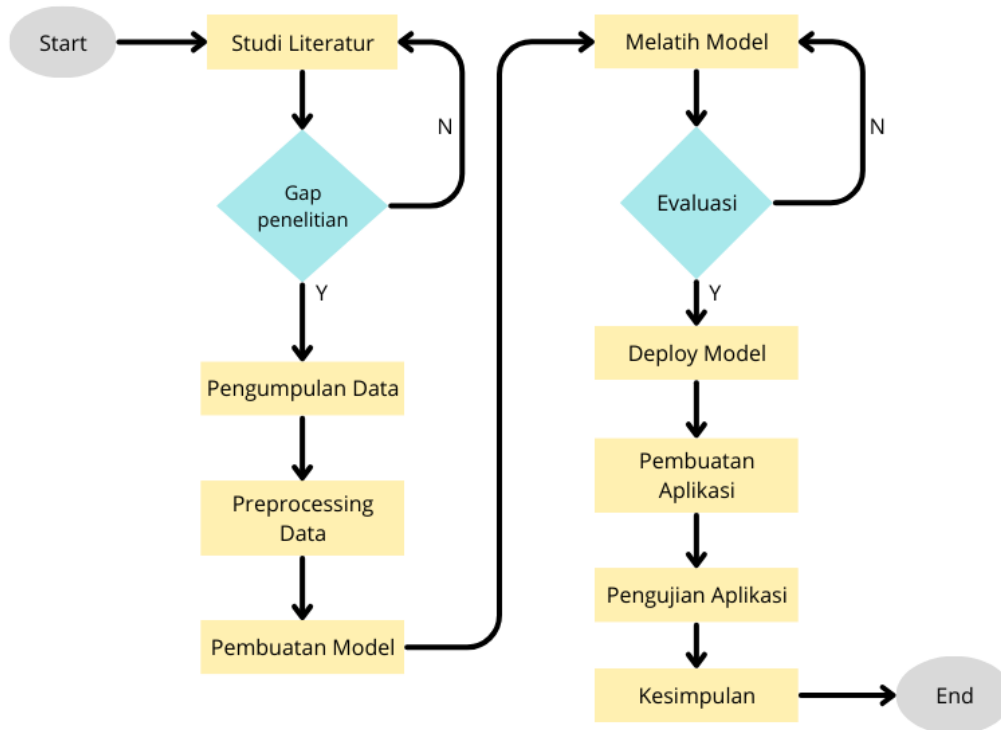
BAB 3

METODE PENELITIAN

Bab Metode Penelitian menjelaskan mengenai tahapan yang dilakukan dalam penelitian beserta menjelaskan mengenai jadwal dan estimasi waktu tahapan yang dilakukan pada penelitian ini serta menjelaskan mengenai kegiatan yang dilakukan selama penelitian. Tahapan penelitian dijelaskan dalam bentuk flowchart sehingga dapat menjelaskan proses yang dilakukan mulai dari Studi Literatur sampai dengan Kesimpulan, Jadwal dan Estimasi Penelitian digambarkan dalam bentuk Time Table untuk menjadwalkan dan melakukan estimasi waktu dari tiap tahap yang dilakukan.

3.1 Tahapan Penelitian

Terdapat beberapa tahapan yang dilakukan untuk melakukan penelitian ini, beberapa tahapan yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

3.1.1 Studi Literatur

Tahap pertama yang dilakukan yaitu Studi Literature yang bertujuan untuk mencari informasi atau pengetahuan dari paper atau buku sebagai teori pendukung untuk melakukan penelitian dan mencari novelty atau gap peneltian yang sudah dilakukan. Paper dan buku yang digunakan dalam penelitian ini merupakan paper atau buku 5 tahun terakhir.

3.1.2 Pengumpulan Data

Tahap kedua yaitu pengumpulan data, data yang digunakan pada penelitian ini adalah data citra digital Kelapa Sawit dengan Tingkat kematangan Belum matang, Setengah matang, Matang, Terlalu matang dan Tandan Buah yang kosong. Data diambil dari beberapa sumber melalui website Kaggle dan Roboflow, lalu dilakukan pemilihan gambar yang sesuai untuk dijadikan sebagai dataset.



Gambar 3.2 Contoh data kelapa sawit dari masing-masing kelas

3.1.3 Preprocessing Data

Sebelum data digunakan pada model Machine Learning yang dibuat, data tersebut akan dilakukan preprocessing data agar data yang akan dilatih sesuai dengan keperluan yang dibutuhkan. Preprocessing yang dilakukan adalah *augmentasi* data, *resize*, dan Segmentasi Data. Gambar asli akan dilakukan *resize* menjadi ukuran 224x224 piksel lalu data tersebut akan di *augmentasi* untuk memperbanyak dan memvariasi data agar dan hasil *augmentasi* akan dijadikan sebagai data latih untuk model yang dibuat. *Augmentasi* yang dilakukan adalah *rotation_range*, *width_shift_range*, *height_shift_range*, *brightness_range*, *shear_range*, *zoom_range*, *horizontal_flip*, *vertical_flip*. Segmentasi dilakukan untuk memisahkan objek gambar dengan latar belakang sehingga proses klasifikasi akan lebih terfokus pada objek yang akan diproses.

3.1.4 Pembuatan Model

Tahap keempat yaitu pembuatan model machine learning menggunakan MobileNetV3 (Small/Large) dan menggabungkannya dengan attention module CBAM (Convolutional Block Attention Module).

3.1.5 Melatih Model

Tahap Kelima yaitu melatih model yang sudah dibuat menggunakan Dataset yang sudah dikumpulkan pada tahap pengumpulan data.

3.1.6 Evaluasi Model

Tahap Keenam yaitu evaluasi model, dari hasil pelatihan model akan dievaluasi atau dinilai apakah model tersebut sudah baik atau belum. Jika hasil dari evaluasi atau penilaian kinerja model kurang memuaskan maka tahap kelima akan dilakukan kembali.

3.1.7 Deploy Model

Tahap Ketujuh yaitu deploy model, model yang sudah dievaluasi dan dikatakan baik akan di deploy menjadi tflite sehingga dapat diintegrasikan ke dalam mobile device.

3.1.8 Pembuatan Aplikasi

Tahap kedelapan yaitu pembuatan aplikasi android, tahap ini dilakukan menggunakan Android Studio untuk membuat aplikasi android. Proses pembuatannya meliputi pembuatan tampilan user, memasukan tflite ke dalam aplikasi sehingga aplikasi dapat menggunakan Model Machine Learning untuk mengklasifikasi kematangan kelapa sawit menggunakan Kamera smartphone.

3.1.9 Pengujian Aplikasi

Tahap kesembilan yaitu pengujian aplikasi yang sudah dibuat, aplikasi akan diuji fungsi utamanya yaitu klasifikasi kematangan kelapa sawit.

3.1.10 Kesimpulan Penelitian

Tahap Kesepuluh yaitu menulis kesimpulan mengenai penelitian yang sudah dilakukan, kesimpulan ini mencakup kinerja model dan aplikasi yang sudah dibuat, kelebihan dan kekurangan penelitian dan penelitian selanjutnya yang akan dilakukan.

3.2 Jadwal Estimasi Penelitian

Jadwal Estimasi Penelitian menjelaskan mengenai rancangan kegiatan yang dilakukan selama penelitian beserta estimasi waktu tiap kegiatan yang dilakukan. Gambar Jadwal Estimasi Penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.3.

Kegiatan	Tahun 1												Tahun 2											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Studi Literatur	■	■	■	■	■																			
Pengumpulan Data		■	■	■	■	■																		
Preprocessing Data							■																	
Pembuatan Model								■	■	■	■	■												
Melatih Model									■	■	■	■	■	■										
Pembuatan Aplikasi										■	■	■	■	■	■	■								
Pengujian Aplikasi															■	■								
Kesimpulan																■	■	■	■					

Gambar 3.3 Jadwal Estimasi Penelitian

Gambar diatas merupakan jadwal atau estimasi penelitian, kegiatan Studi Literatur dilakukan mulai dari bulan pertama pada tahun pertama, studi literatur dilakukan untuk mencari pengetahuan dan informasi untuk mendapatkan novelty dan gap dari penelitian yang akan dilakukan, pengumpulan data dilakukan mulai dari bulan kedua tahun pertama beriringan dengan studi literature.

Pada bulan keenam ditahun pertama dilakukan kegiatan preprocessing data, preprocessing data yang dilakukan adalah pemilihan data yang akan digunakan pada penelitian dari proses pengumpulan data, melakukan resize, augmentasi, dan segmentasi data. Pembuatan model model dilakukan pada bulan keenam beriringan dengan kegiatan pelatihan model serta melakukan evaluasi kinerja model yang sudah dilatih.

Bulan kesebelas melakukan kegiatan pembuatan aplikasi android, kegiatan yang dilakukan yaitu membuat aplikasi android menggunakan Android Studio, mendeploy model yang sudah dievaluasi menjadi format tflite lalu mengimplementasikannya ke dalam aplikasi android yang sudah dibuat. Pada bulan ketiga ditahun kedua akan dilakukan pengujian kinerja aplikasi dengan data baru lalu dilakukan evaluasi atau penilaian terhadap fungsi-fungsi aplikasi tersebut. Bulan keempat tahun kedua merupakan kegiatan terakhir yaitu menulis Kesimpulan penelitian.

3.3 Kegiatan Penelitian

Kegiatan yang dilakukan untuk melakukan penelitian dari tahun pertama sampai tahun ketiga dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

TAHUN PERTAMA	TAHUN KEDUA	TAHUN KETIGA
Studi Literatur	Evaluasi Model	Submit Jurnal Pertama
Pembuatan Proposal (BAB 1 sampai BAB 3)	Deploy dImplementasi Model	Pembuatan Jurnal Kedua
Pengumpulan Dataset	Pembuatan Aplikasi	Submit Jurnal Kedua
Preprocessing Data	Menulis hasil penelitian (BAB 4)	
Pembuatan Model	Pengujian dan Evaluasi Aplikasi	
Melatih Model	Menulis hasil penelitian (BAB 4 dan BAB 5)	
	Pembuatan Jurnal Pertama	

Tabel 2. Kegiatan Penelitian

Kegiatan yang dilakukan pada tahun pertama yaitu melakukan studi literatur untuk pembuatan proposal penelitian (BAB 1 sampai BAB 3) lalu dilanjutkan dengan pengumpulan dan preprocessing data, setelah mendapatkan data kegiatan pembuatan dan pelatihan model dapat dilakukan.

Pada tahun kedua, dilakukan evaluasi model dan saat hasil evaluasi model sudah cukup baik, model akan di deploy untuk dapat diimplementasi ke dalam aplikasi yang sudah dibuat. Aplikasi akan dievaluasi dan diuji kinerjanya sehingga mendapatkan Kesimpulan dari penelitian untuk ditulis dalam BAB 4 sampai BAB 5. Pada Akhir tahun kedua, setelah mendapatkan Kesimpulan penelitian, dilakukan pembuatan jurnal pertama dan dilanjutkan pada tahun ketiga untuk pembuatan jurnal kedua.