

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Manggis (*Garcinia mangostana L.*), dikenal sebagai *Queen of Tropical Fruits*, merupakan salah satu komoditas unggulan ekspor Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi [1]. Namun, kualitas buah manggis yang bervariasi sering kali menjadi kendala dalam memenuhi standar ekspor internasional. Berdasarkan data dari Kementerian Pertanian dan hasil wawancara dengan akademisi bidang pertanian, hanya sekitar 25% buah manggis Indonesia yang layak ekspor karena faktor mutu seperti adanya getah kuning, burik kulit, serta ukuran buah yang tidak seragam. Proses sortasi buah manggis yang masih dilakukan secara manual juga menyebabkan ketidakkonsistenan dalam penilaian kualitas buah [2]. Permasalahan ini membuka kebutuhan akan sistem berbasis kecerdasan buatan yang mampu melakukan deteksi kualitas buah secara otomatis dan konsisten, sekaligus memberikan penjelasan yang mudah dipahami. Dengan demikian, kombinasi teknologi *object detection* dan kemampuan generatif berbasis teks menjadi solusi potensial untuk meningkatkan akurasi serta transparansi proses sortasi.

Dalam konteks industri pertanian modern, kebutuhan terhadap sistem yang tidak hanya akurat tetapi juga dapat memberikan penjelasan yang dapat dimengerti manusia menjadi semakin penting. Teknologi *Artificial General Intelligence (AGI)* kini berkembang tidak hanya untuk mengenali objek, tetapi juga untuk menghasilkan penjelasan berbasis teks yang bersifat kontekstual dan informatif. Pendekatan ini dikenal sebagai *Explainable AGI* atau *Generative AGI for Visual Explanation*, yang memungkinkan sistem memahami hasil deteksi secara lebih manusiawi dengan menggabungkan analisis visual dan kemampuan bahasa alami [3].

Penelitian terdahulu Nugraha R. R. (2024) [4] telah berupaya mengatasi permasalahan ini melalui penerapan *deep learning* menggunakan varian YOLOv8 untuk mendeteksi kualitas buah manggis secara otomatis. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa model YOLOv8 mampu mengklasifikasikan manggis layak

ekspor dan tidak layak ekspor dengan baik akurasi akhir sebesar 73%. Namun, sistem ini masih terbatas pada hasil klasifikasi dan belum memberikan penjelasan deskriptif mengenai alasan kelayakan atau ketidaklayakan buah yang terdeteksi. [5]

Dalam penelitian ini dikembangkan sistem generatif berbasis Large *Language Model* (LLM) untuk menghasilkan penjelasan otomatis mengenai kelayakan ekspor buah manggis. Penggunaan LLM diperlukan karena kemampuannya dalam memahami konteks visual yang telah dianalisis oleh model deteksi serta mengubahnya menjadi penjelasan tekstual yang informatif, natural, dan mudah dipahami. Hal ini sejalan dengan temuan Torfi A et al., (2021) [6] yang menyatakan bahwa kemajuan *deep learning* telah membawa peningkatan signifikan dalam kemampuan model bahasa untuk melakukan analisis semantik secara otomatis, memahami konteks secara mendalam, dan menghasilkan teks yang koheren dalam berbagai aplikasi NLP. Dengan fondasi tersebut, LLM mampu menginterpretasikan hasil klasifikasi secara lebih manusiawi, tidak hanya menyatakan apakah buah layak atau tidak layak ekspor, tetapi juga memberikan alasan deskriptif yang mendukung pengambilan keputusan. Dengan demikian, integrasi LLM berperan penting dalam meningkatkan transparansi, interpretabilitas, dan nilai praktis sistem deteksi kualitas buah manggis [6].

Sementara itu, model yang dipilih untuk menghasilkan penjelasan tersebut adalah mT5-small, salah satu varian dari keluarga *multilingual* T5 yang dirancang untuk mendukung banyak bahasa termasuk Bahasa Indonesia. Pemilihan mT5 small didasarkan pada sejumlah keunggulan yang telah dibuktikan dalam penelitian sebelumnya. Penelitian oleh Xue L et al., (2021) [7] menunjukkan bahwa arsitektur mT5 small memiliki kemampuan multibahasa yang kuat, arsitektur yang ringan dan efisien, serta performa yang baik dalam berbagai tugas NLP seperti *translation*, *summarization*, dan *text generation* pada 101 bahasa [7]. Selain itu, mT5-small bersifat *pretrained* dan *open-source*, sehingga dapat digunakan tanpa biaya lisensi dan memungkinkan proses *fine-tuning* dilakukan secara langsung tanpa perlu melatih model dari awal. Temuan Muennighoff N et al., (2022) [8] mendukung keunggulan ini, di mana mereka menunjukkan bahwa model multibahasa berbasis pretrained dan open-source seperti mT0 dan BLOOMZ memiliki kemampuan text generatif [8].

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem generatif berbasis *Large Language Model* (LLM) menggunakan mT5-small untuk menghasilkan penjelasan teks otomatis mengenai kelayakan ekspor buah manggis. Sistem ini dikembangkan untuk memberikan kemampuan interpretatif terhadap hasil deteksi kualitas yang diperoleh dari model pendukung berbasis YOLOv8, sehingga setiap hasil klasifikasi visual dapat disertai dengan deskripsi penjas yang mudah dipahami. Dengan sistem ini, pengguna (petani maupun eksportir) tidak hanya mendapatkan hasil klasifikasi visual, tetapi juga deskripsi informatif seperti “buah layak ekspor karena kulit mulus dan bebas getah kuning” atau “buah tidak layak ekspor karena terdapat bintik kuning pada permukaan kulit”. Dengan itu penelitian ini akan berfokus mengenai ***"Pengembangan Teks Generatif Untuk Penjelasan Buah Manggis Layak Ekspor Menggunakan LLM Mt5-Small"***.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana penerapan dan kinerja sistem pengembangan teks generatif sebagai *explainable* AI dari deteksi citra buah manggis layak ekspor hasil YOLOv8 menggunakan LLM mT5-Small?

1.3 Batasan Masalah

Untuk pemusatan fokus masalah penelitian sehingga dapat dipahami secara keseluruhan dan memperkecil cakupan penelitian, maka ditetapkan pembatasan masalah sebagai berikut::

1. Penelitian ini berfokus pada pengembangan model text generatif berbasis *Large Language Model* (LLM) mT5-small untuk menghasilkan penjelasan deskriptif mengenai kelayakan ekspor buah manggis.
2. Model YOLOv8 digunakan hanya sebagai pendukung untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan kualitas buah manggis menjadi dua kategori, yaitu layak ekspor dan tidak layak *ekspor*.
3. Model deteksi objek yang digunakan terbatas pada varian YOLOv8 (nano)

4. Model generatif mT5-small dilatih menggunakan dataset teks hasil pelabelan deskriptif yang merepresentasikan ciri-ciri visual buah manggis berdasarkan hasil deteksi YOLOv8.
5. Penelitian ini menggunakan dataset gabungan visual dan deskriptif yang bersumber dari penelitian terdahulu serta data tambahan hasil pengumpulan lapangan secara terbatas
6. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini merupakan gabungan data primer dan sekunder yang berasal dari penelitian sebelumnya serta publikasi ilmiah di bidang pertanian. Dataset citra terdiri atas 567 data primer hasil pengambilan langsung dari lapangan dan 244 data sekunder yang diperoleh dari sumber terbuka seperti Google dan Kaggle [5] serta didukung referensi jurnal terkait karakteristik visual dan standar kualitas buah manggis [9] [10]. Selain itu, dataset teks deskriptif yang digunakan untuk pelatihan model generatif berjumlah 1.000 data teks yang merepresentasikan karakteristik visual dan kualitas buah manggis.
7. Penelitian ini menerapkan *feature engineering* berbasis warna untuk membantu proses deteksi visual buah manggis secara lebih spesifik, di mana perbedaan warna seperti hijau, coklat, dan gelap digunakan sebagai indikator tingkat kematangan dan kondisi kualitas buah.
8. Deteksi objek menggunakan YOLOv8 dapat mengenali lebih dari satu objek dalam satu citra, sedangkan model generatif mT5-small dibatasi pada satu output penjelasan teks untuk setiap citra.
9. Penyusunan dataset teks generatif didasarkan pada label kelayakan (layak atau tidak layak) yang dikombinasikan dengan *confidence score* hasil deteksi serta fitur visual seperti *dominant color*, *color gap*, dan *dark strength* sebagai dasar pembentukan penjelasan deskriptif.
10. Mekanisme pembentukan penjelasan dalam penelitian ini dibatasi pada tiga skenario, yaitu pendekatan rule-based, pendekatan berbasis confidence score, dan pendekatan feature engineering visual berbasis warna.

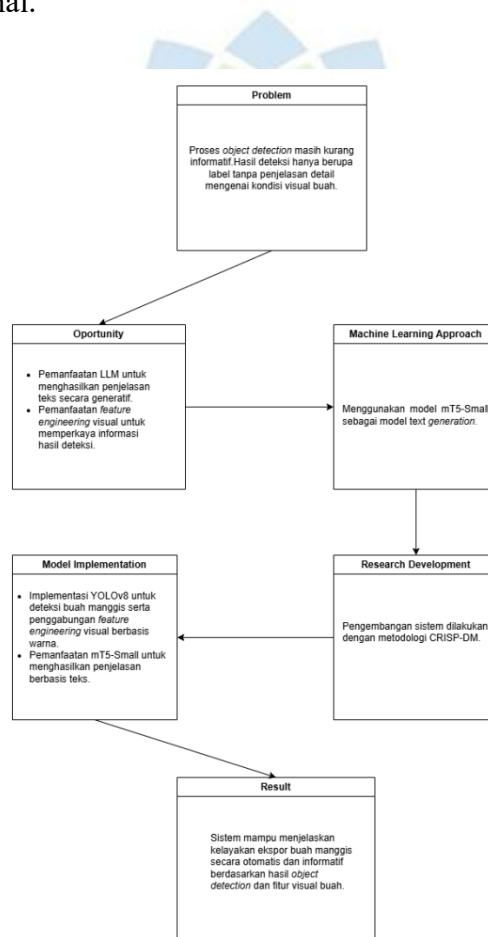
1.4. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diidentifikasi, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis penerapan dan kinerja sistem teks generatif

sebagai *explainable* AI dalam memberikan penjelasan kelayakan ekspor buah manggis berdasarkan hasil deteksi citra YOLOv8 dengan memanfaatkan LLM mT5-Small.

1.5. Kerangka Pemikiran

Gambar 1.1 menunjukkan kerangka pemikiran yang menjadi acuan dalam penelitian ini. Proses dimulai dari identifikasi masalah, kemudian melihat peluang pemanfaatan teknologi untuk sortasi buah manggis berkualitas ekspor, menentukan metode pembelajaran mesin yang akan digunakan, melakukan pengembangan penelitian, hingga implementasi model deteksi manggis untuk memperoleh hasil penelitian yang optimal.



Gambar 1. 1 Kerangka Berfikir