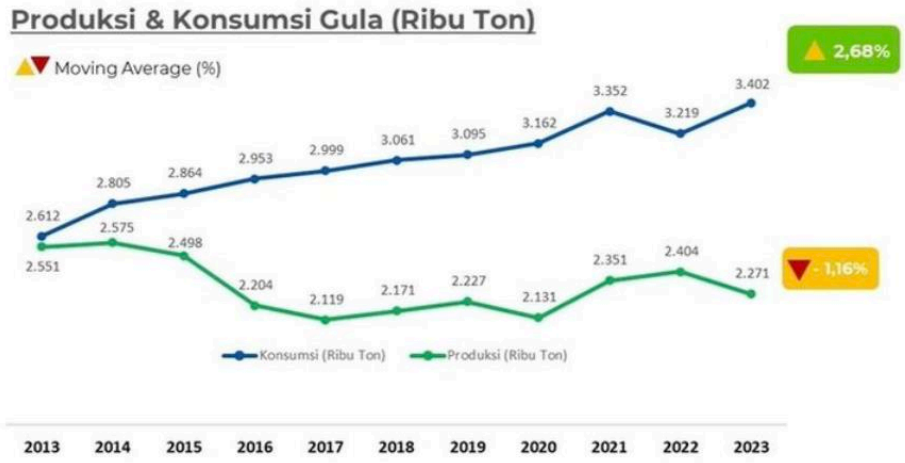
# BAB I PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang

Tanaman tebu dengan nama ilmiah *Saccharum officinarum L*. adalah tanaman perkebunan semusim yang unik karena mengandung zat gula di dalam batangnya. Tanaman ini termasuk dalam famili Poaceae atau kelompok rumput-rumputan. Secara morfologi, tanaman tebu terdiri dari beberapa bagian seperti batang, daun, akar, dan bunga. Tebu telah dibudidayakan selama ratusan tahun dan menjadi pendorong munculnya industri perkebunan gula komersial sejak abad ke-19. Tebu umumnya ditanam di wilayah tropis untuk produksi gula (Endrizal & Meilin, 2022).

Tebu memiliki nilai ekonomi yang signifikan karena digunakan untuk menghasilkan gula, etanol, dan produk turunan lainnya. Menurut Respati (2023), luas area tanam tebu di Indonesia pada tahun 2022 mencapai sekitar 513.08 ribu hektar dengan produksi gula kristal putih sebesar 2.41 juta ton. Namun, produksi tersebut masih belum mencukupi kebutuhan nasional yang diperkirakan mencapai 3.13 juta ton pada periode yang sama.




Gambar I-1. Produksi dan konsumsi gula nasional dalam 10 tahun terakhir
(Sumber: Nugraha, 2023)

Dilansir dari laman Kompas.id oleh Nugraha (2023), berdasarkan data produksi dan konsumsi gula di Indonesia yang terlihat pada Gambar I-1, konsumsi gula

nasional terus meningkat seiring dengan penurunan produksi gula. Pada tahun 2023, konsumsi gula mencapai 3.402 juta ton, mengalami kenaikan sebesar 2.68% dibandingkan tahun sebelumnya. Sementara itu, produksi gula domestik cenderung stagnan dan bahkan mengalami penurunan sebesar 1.16% pada tahun 2023, dengan produksi sebesar 2.271 juta ton (Nugraha, 2023). Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan yang signifikan antara konsumsi dan produksi gula, menyebabkan Indonesia masih harus bergantung pada impor untuk memenuhi kebutuhan gula nasional. Rendahnya produktivitas dan kualitas tebu merupakan salah satu faktor penyebab belum tercapainya swasembada gula (*Indonesia's Sugar Crisis: Balancing Self-Sufficiency and Import Dependency Amid Corruption Scandals*, 2024).

PT. Sinergi Gula Nusantara (PT. SGN) merupakan *sub holding* komoditi gula PTPN III *holding p*erkebunan yang ditugaskan untuk mengelola seluruh pabrik gula yang ada di lingkungan PTPN Group. Didirikan sebagai wujud dari salah satu Proyek Strategis Nasional (PSN) dan merupakan satu dari 88 program Kementerian BUMN tahun 2020-2023 untuk mendukung akselerasi program ketahanan pangan khususnya tercapainya swasembada gula nasional (*PT Sinergi Gula Nusantara*, 2023).

Pabrik Gula Jatiroto, sebagai salah satu pabrik gula terbesar di bawah naungan PT. SGN, memainkan peran penting dalam upaya meningkatkan produksi gula nasional. Dengan kapasitas giling mencapai 7.000 ton tebu per hari, pabrik ini terus melakukan inovasi untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produk gula yang dihasilkannya (Ramadhani & Wahyudi, 2021). PT. SGN PG. Jatiroto telah memberikan kriteria klasifikasi terhadap mutu tebu yang akan digiling berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Magfiroh dkk., 2017). Klasifikasi ini didasarkan pada kriteria uji visual tebu. Terdapat 5 kriteria mutu tebu yaitu Mutu A, mutu B, mutu C, mutu D dan Mutu E.

Akan tetapi, tantangan dalam menjaga kualitas tebu yang dipasok ke pabrik masih menjadi masalah utama. Berdasarkan dokumentasi yang dilakukan oleh pihak PT. SGN PG. Jatiroto, ditemukan bahwa saat ini proses seleksi kualitas tebu di PT. SGN PG. Jatiroto masih dilakukan secara manual melalui *input* data pada

komputer yang terhubung dengan *CCTV* di lapangan. Hal tersebut menyebabkan ketidakkonsistenan dalam hasil klasifikasi antar petugas, memicu ketidakpercayaan dari pihak petani karena adanya keluhan atas dugaan praktik tidak transparan antara petugas klasifikasi dan pengirim tebu, dan berpotensi adanya tambahan biaya yang disebabkan oleh permasalahan yang disebutkan tadi.

Berdasarkan kajian dari Albahar (2023) dalam *A Survey on Deep Learning and Its Impact on Agriculture: Challenges and Opportunities*, penerapan teknologi *deep learning* di sektor pertanian telah memberikan kontribusi signifikan dalam berbagai aspek, termasuk klasifikasi hasil panen, manajemen air, prediksi hasil panen, dan deteksi penyakit tanaman. *Deep learning* terbukti mampu meningkatkan akurasi klasifikasi dan memproses data dalam skala besar secara lebih efisien dibandingkan dengan metode konvensional karena memiliki kemampuan untuk mengelola *dataset* yang kompleks dan besar secara paralel. *Deep learning* telah diimplementasikan dalam berbagai tugas kompleks seperti segmentasi citra, pengenalan gambar, pemrosesan bahasa alami, klasifikasi gambar, maupun deteksi objek (Thai-Nghe dkk., 2022).

Deteksi objek secara *real-time* telah lama menjadi fokus utama penelitian di bidang *computer vision* dengan tujuan memprediksi kategori dan posisi objek dalam gambar secara akurat dan dengan latensi rendah (A. Wang dkk., 2024). Deteksi objek memiliki peran penting dalam visi komputer yang bertujuan untuk mengenali objek dari kelas tertentu (seperti manusia, hewan, atau mobil) dalam gambar digital. Tujuan utama deteksi objek adalah mengembangkan model dan teknik komputasi yang dapat memberikan informasi dasar yang diperlukan oleh aplikasi *computer vision*. Deteksi objek dan pelacakan sangat penting untuk mendukung efisiensi pertanian cerdas, serta membuka peluang lebih luas untuk otomatisasi sektor pertanian, seperti dalam sistem panduan otomatis mesin pertanian (Sadgrove dkk., 2018). Dua metrik yang paling signifikan dalam deteksi objek adalah akurasi (termasuk akurasi klasifikasi dan akurasi lokalisasi) serta kecepatan pemrosesan (Zou dkk., 2023).

Dalam konteks pertanian pintar, implementasi metode deteksi objek langsung untuk klasifikasi kualitas batang tebu panen menggunakan *deep learning*

menawarkan potensi besar dalam meningkatkan otomatisasi dan akurasi pengelolaan tanaman. Deteksi dan pelacakan objek menjadi penting seiring kemajuan pesat dalam teknik analisis citra dan video, menghasilkan hasil yang lebih akurat dan *real-time* (Li dkk., 2020). Dalam bidang pertanian, teknik tersebut memungkinkan pemantauan langsung kualitas dan jumlah batang tebu dalam suatu lahan memberikan wawasan berharga untuk pengambilan keputusan yang lebih baik (Christiansen dkk., 2016).

Metode deteksi objek seperti *YOLO* atau algoritma serupa telah diterapkan secara luas dalam pemantauan tanaman dan hewan. Penggunaan deteksi objek pada batang tebu dapat membantu dalam klasifikasi otomatis berdasarkan kualitas, memungkinkan identifikasi secara langsung mengenai batang dengan kualitas terbaik (Qiu dkk., 2020). YOLOv10 dipilih dalam penelitian ini karena kemampuannya yang terbukti menghasilkan akurasi deteksi tinggi dengan kompleksitas komputasi yang rendah. Penelitian yang dilakuan oleh Jin dkk. (2024) menunjukkan bahwa algoritma YOLOv10 mampu mengurangi ukuran model dan kebutuhan sumber daya tanpa mengorbankan kinerja sehingga sangat cocok digunakan dalam aplikasi pertanian. Kemampuannya yang tangguh dalam berbagai kondisi pencahayaan juga mendukung keandalannya untuk klasifikasi mutu tebu secara akurat di lapangan.

Maka dari itu, peneliti akan melakukan pelatihan, validasi, dan evaluasi model *deep learning* dengan algoritma YOLOv10 untuk mengklasifikasikan 5 kelas mutu tebu berdasarkan ciri-ciri visual. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan model *deep learning* dengan algoritma YOLOv10 yang peneliti kembangkan dapat diimplementasikan untuk sistem klasifikasi kualitas batang tebu panen secara otomatis di PT. SGN PG. Jatiroto.

## I.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang mendasari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana model *deep learning* dengan algoritma YOLOv10 dilatih dan divalidasi berdasarkan ciri-ciri visual batang tebu di PT. SGN PG. Jatiroto?

2. Bagaimana pengujian model *deep learning* dengan algoritma YOLOv10 dilakukan untuk mengukur akurasi model dalam mengklasifikasikan batang tebu di PT. SGN PG. Jatiroto?

## I.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis pelatihan dan validasi model *deep learning* dengan algoritma YOLOv10untuk klasifikasi kualitas batang tebu panen di PT. SGN PG. Jatiroto.
2. Mengukur akurasi model dalam mengklasifikasikan batang tebu panen di PT. SGN PG. Jatiroto berdasarkan pengujian model *deep learning* dengan algoritma YOLOv10.

## I.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh melalui penelitian ini adalah:

1. Bagi Pabrik Gula Jatiroto dan industri gula nasional: Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam rantai produksi gula melalui otomatisasi proses klasifikasi kualitas batang tebu. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat berkontribusi dalam upaya meningkatkan kualitas produk gula dan mengurangi ketergantungan pada impor gula nasional.
2. Bagi peneliti dalam bidang pertanian cerdas dan *deep learning*: Penelitian ini diharapkan memberikan wawasan baru tentang bagaimana deteksi objek dapat diterapkan dalam klasifikasi kualitas tanaman, khususnya tebu. Hal ini dapat menjadi referensi bagi peneliti lain dalam mengembangkan teknologi serupa untuk berbagai jenis komoditas pertanian lainnya.
3. Bagi komunitas teknologi pertanian: Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi pertanian pintar (*smart agriculture)*, khususnya dalam penggunaan *deep learning* untuk otomatisasi dan pengambilan keputusan. Hasil penelitian ini dapat menjadi inspirasi untuk meningkatkan proses-proses lain dalam pertanian yang selama ini masih dilakukan secara manual, sehingga dapat meningkatkan produktivitas sektor pertanian.

4. Bagi Universitas Telkom: Penelitian ini mendukung inovasi dalam bidang teknologi informasi dan sistem pertanian pintar, sejalan dengan misi universitas dalam pengembangan teknologi yang bermanfaat bagi masyarakat luas. Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya wawasan mahasiswa dan dosen terkait penerapan teknologi *deep learning* dalam dunia industri.

## I.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Ruang lingkup data: Penelitian ini akan menggunakan data citra batang tebu yang diambil dari kondisi tertentu di PT. SGN PG. Jatiroto sehingga hasil klasifikasi model *deep learning* mungkin tidak dapat digeneralisasi secara langsung ke kondisi geografis atau lingkungan lainnya yang memiliki karakteristik berbeda.
2. Ruang lingkup pengembangan solusi: Penelitian ini akan fokus pada klasifikasi kualitas batang tebu panen menggunakan metode *deep learning* berbasis algoritma YOLOv10. Aspek lain seperti prediksi hasil panen, optimalisasi proses pertanian, efisiensi proses bisnis, dan dampak terhadap bisnis tidak akan menjadi bagian dari penelitian ini.
3. Keterbatasan sumber daya komputasi: Kinerja model *deep learning* yang dikembangkan mungkin terbatas oleh sumber daya komputasi yang tersedia, sehingga hasil mungkin dipengaruhi oleh keterbatasan dalam jumlah data yang dapat diproses atau kompleksitas model yang dapat digunakan.
4. Tidak membahas faktor eksternal: Penelitian ini tidak akan membahas faktor eksternal yang mempengaruhi kualitas tebu, seperti iklim, kadar kandungan tebu, kondisi tanah, atau teknik budidaya, melainkan hanya fokus pada klasifikasi berbasis citra batang tebu.

## I.6 Sistematika Laporan

Penelitian ini dijabarkan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

**Bab I Pendahuluan**

Bab pendahuluan berisi penjelasan dan uraian mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat

penelitian yang merujuk pada judul penelitian yaitu implementasi implementasi model *deep learning* berbasis *YOLO* untuk klasifikasi kualitas batang tebu panen. Sistematika laporan dijabarkan agar pembaca mampu memahami konteks dan alur penelitian.

**Bab II Tinjauan Pustaka**

Bab tinjauan pustaka menyajikan literatur maupun teori yang relevan dan mendukung topik penelitian yang diangkat seperti membahas klasifikasi tanaman tebu, teknologi *deep learning*, algoritma *CNN* seperti *YOLO*, pengolahan data seperti anotasi gambar dan augmentasi gambar, dan metodologi dalam *data mining*. Pada bab ini juga dibahas penelitian terdahulu yang relevan dengan implementasi *deep learning* dalam membuat prediksi klasifikasi di sektor pertanian dan perkebunan, bertujuan untuk memberikan validasi terhadap metode ataupun pendekatan yang dipilih. Selain itu, pada bab ini terdapat pembahasan mengenai pemilihan kerangka kerja yang dipilih yaitu *Knowledge Discovery in Database* (KDD) .

**Bab III Metodologi Penelitian**

Bab metodologi penelitian membahas tentang model konseptual yang terdiri dari komponen-komponen dalam merumuskan solusi untuk menyelesaikan permasalahan penelitian. Selanjutnya, diuraikan metode penelitian yang telah dipilih yaitu *KDD*. *KDD* berisi 6 tahapan yaitu pemilihan data (*data selection*), prapemrosesan (*preprocessing*), transformasi (*transformation*), penambangan data (*data mining*), dan interpretasi atau evaluasi (interpretation). Data yang dikumpulkan adalah data visual batang tebu berdasarkan 5 kelas mutu yang disediakan oleh PT. SGN PG. Jatiroto, pembentukan model dilakukan menggunakan algoritma YOLOv10, dan evaluasi menggunakan *confusion matrix*.

**Bab IV Analisis dan Perancangan**

Pada bab analisis dan perancangan dibahas secara rinci analisis data, pengolahan data, dan pengembangan model. Analisis data bertujuan untuk mengetahui karakteristik data yang dipakai. Pengolahan data mencakup proses anotasi data, augmentasi data, dan pembagian data yang bertujuan agar data siap dipakai untuk

mengembangkan model. Pengembangan model dilakukan dengan menyiapkan terlebih dahulu lingkungan dan alat yang digunakan untuk membuat model, selanjutnya dilakukan konfigurasi untuk melatih model. Keseluruhan proses tersebut dilakukan dengan mengacu pada langkah-langkah yang ada pada kerangka kerja *KDD*.

**Bab V Validasi, Analisis Hasil, dan Implikasi**

Bab validasi, analisis hasil, dan implikasi memuat pembahasan mengenai evaluasi model dan pengujian model. Evaluasi model dilakukan untuk menganalisis hasil pelatihan model YOLOv10 berdasarkan metrik-metrik yang ditentukan dalam rangka mengetahui performa model dan memilih skenario terbaik. Selanjutnya, model terbaik diuji dengan data uji berupa video untuk memprediksi klasifikasi kelas mutu tebu.

**Bab VI Kesimpulan dan Saran**

Bab ini berisi ringkasan mengenai poin-poin penting dari seluruh pembahasan pada penelitian serta saran untuk perbaikan atau pengembangan lanjutan pada penelitian selanjutnya.