

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gula adalah pemanis alami yang berasal dari tanaman tebu dan biasanya digunakan sebagai bahan tambahan dalam makanan atau minuman. Tanaman tebu merupakan tanaman semusim yang batangnya mengandung gula. Tebu termasuk dalam kelompok rumput-rumputan, seperti padi dan glagah. Produksi gula terus meningkat seiring dengan tingginya permintaan konsumen yang mengharapkan gula dengan kualitas dan kuantitas yang memadai. Gula kristal putih dibuat dari tebu melalui berbagai proses seperti sulfinasi, karbonatasi, fosfatasi, atau metode lain agar dapat dikonsumsi dengan aman (Soejana, 2021).

Dalam konteks industri, pengendalian mutu dalam proses produksi merupakan tindakan pengawasan terhadap perlakuan atau pengoperasian bahan baku pada setiap tahap produksi untuk memastikan kualitas produk akhir tetap sesuai dengan standar yang ditetapkan. Pengawasan ini mencakup berbagai aspek, seperti kondisi mesin, kinerja tenaga kerja, dan kebersihan, yang semuanya merupakan bagian dari pengendalian mutu selama proses berlangsung. Selain pengawasan tersebut, kualitas produk yang dihasilkan juga sangat dipengaruhi oleh kualitas bahan baku yang digunakan dalam proses produksi (Saputra & Zein, 2023).

PT Riset Perkebunan Nusantara (PT RPN) merupakan anak perusahaan dari Holding Perkebunan Nusantara, saat ini tengah melakukan penelitian untuk meningkatkan efisiensi proses analisis kualitas bahan baku di sejumlah pabrik gula. Salah satu teknologi yang mulai diimplementasikan adalah *Near Infrared Spectroscopy* (NIR), yang memungkinkan analisis bahan secara cepat, non-destruktif, dan relatif akurat. Namun, meskipun teknologi ini menjanjikan, penerapannya masih terbatas karena biaya investasi yang sangat tinggi serta kebutuhan proses ukur yang kompleks berbasis data dari metode konvensional.

Berdasarkan hasil wawancara yang sudah dilakukan pada tanggal 23 April 2025 bersama Bapak Rasyid selaku *RnD* di P3GI yang terlampir pada **Lampiran A**, saat ini metode penilaian kualitas tebu di PT Perkebunan Nusantara masih bersifat konvensional dan bergantung pada pengamatan visual yang cenderung

subjektif. Tebu yang diangkut menggunakan truk langsung dimasukkan ke jalur *conveyor* tanpa standar yang ditetapkan, sehingga tercampur dengan tanah, daun, dan kotoran lainnya. Penilaian kebersihan dilakukan dengan cara memantau tebu di atas *conveyor*, yang kemudian diklasifikasikan secara manual oleh petugas pabrik. Proses ini tidak hanya memakan waktu dan tenaga, tetapi juga rentan terhadap ketidakkonsistenan serta keterbatasan persepsi manusia. Dengan memanfaatkan perkembangan teknologi, kualitas sistem penilaian dapat ditingkatkan melalui penggunaan kamera yang terpasang di atas *conveyor* dan dilengkapi dengan model deteksi objek berbasis *deep learning* yang memungkinkan identifikasi dan klasifikasi kualitas tebu secara otomatis, cepat, dan lebih akurat.

Seiring dengan perkembangan teknologi *deep learning* pendekatan baru berbasis pengolahan citra digital mulai banyak diterapkan di sektor agrikultur. Arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan model *You only look once* (YOLO) telah berhasil digunakan dalam klasifikasi mutu komoditas pertanian seperti kentang dan jagung berdasarkan penampilan visual (Alfiano & Rahayu, 2024). Teknologi ini memungkinkan klasifikasi kualitas secara otomatis, cepat, dan konsisten tanpa perlu intervensi manual atau peralatan laboratorium yang mahal.

Penelitian ini berfokus pada rancang bangun klasifikasi kualitas tebu berdasarkan tingkat kebersihannya menggunakan pendekatan *deep learning*, dengan studi kasus di PT Perkebunan Nusantara. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan kamera untuk menangkap gambar batang tebu saat melewati *conveyor* selama proses penerimaan bahan baku di pabrik. Kamera akan melakukan penangkapan gambar setiap 10 detiknya. Gambar-gambar tersebut dianalisis menggunakan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) yang telah dilatih untuk mengklasifikasikan tingkat kebersihan tebu ke dalam dua kategori, yaitu bersih dan kotor. Model ini dijalankan di server pemrosesan berbasis *deep learning* melalui REST API yang dapat terhubung dengan perangkat keras seperti Raspberry Pi, sehingga memungkinkan klasifikasi dilakukan secara otomatis, cepat, dan objektif. Sistem ini diharapkan dapat menggantikan metode manual yang selama ini digunakan, serta menjadi alternatif yang lebih terjangkau dibandingkan teknologi seperti *Near Infrared Spectroscopy* (NIR), yang mahal dan memerlukan proses penyesuaian parameter yang kompleks. Dengan demikian, penelitian ini

bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, serta konsistensi dalam proses penilaian bahan baku tebu, sekaligus mendorong penerapan kecerdasan buatan dalam industri agribisnis nasional.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah “ Bagaimana cara membangun klasifikasi kualitas tebu berdasarkan tingkat kebersihannya menggunakan pendekatan *deep learning* dengan menerapkan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) dan model *You only look once* (YOLO) untuk pengembangan sistem klasifikasi? ”

1.3 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup penelitian tidak terlalu luas, batasan masalah yang diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada klasifikasi kualitas tebu berdasarkan tingkat kebersihan tebu bukan pada kematangan atau kandungan gula tebu.
2. Model deep learning dikembangkan menggunakan citra tumpukan tebu yang diambil dari kamera dengan mempertimbangkan variasi sudut pengambilan gambar, jarak pengambilan, dan karakteristik batang tebu, tanpa mempertimbangkan kondisi cuaca.
3. Dataset yang digunakan untuk pelatihan model terdiri dari citra batang tebu yang merupakan data primer dan diambil langsung oleh peneliti menggunakan kamera.
4. Sistem dikembangkan dengan menggunakan perangkat keras berupa kamera untuk menangkap citra, Raspberry Pi sebagai perangkat pemrosesan model sekaligus pengiriman data ke sistem web.
5. Sistem ini dirancang untuk digunakan pada satu titik lokasi penurunan tebu saja, dan belum mendukung penerapan di beberapa lokasi secara bersamaan.
6. Penelitian ini dibatasi pada pabrik gula yang menggunakan satu unit *crane* sebagai alat pembongkaran dan satu *conveyor* tunggal yang langsung mengalirkan tebu menuju gilingan tanpa melalui meja tebu.
7. Sistem monitoring berbasis web ini hanya berfungsi untuk mengelola data *supplier*, data pemasokan, hasil klasifikasi, nilai NIR, dan interpretasi kualitas

tebu, dengan tidak mencakup pengambilan keputusan atau pengendalian proses operasional.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menerapkan model YOLOv11 untuk klasifikasi kualitas tumpukan tebu berdasarkan citra dari kamera.
2. Merancang sistem berbasis Raspberry Pi yang dapat mengintegrasikan model YOLO untuk klasifikasi kualitas tebu secara otomatis di lapangan.
3. Sistem klasifikasi yang dikembangkan dapat membantu pekerja dalam melakukan pemantauan kualitas bahan baku.

1.4.2 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Membantu perusahaan dalam meningkatkan akurasi dan kecepatan pemeriksaan tingkat kebersihan tumpukan tebu dibandingkan dengan metode pemeriksaan manual.
2. Mengurangi ketergantungan terhadap metode konvensional dan alat analisis mahal seperti NIR dengan solusi yang lebih sederhana dan ekonomis berbasis citra digital.