

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor agrikultur terbesar dan terpenting, khususnya di Indonesia. Kualitas *Crude Palm Oil* (CPO) yang dihasilkan sangat ditentukan oleh tingkat kematangan Buah Tandan Segar (BTS) saat dipanen. Penentuan waktu panen yang optimal adalah kunci: memanen terlalu cepat menghasilkan rendemen CPO rendah, sedangkan memanen terlambat menyebabkan peningkatan Asam Lemak Bebas (*Free Fatty Acid* - FFA), yang menurunkan kualitas minyak [1].

Saat ini, penentuan tingkat kematangan BTS masih didominasi oleh metode visual manual yang dilakukan oleh pekerja panen. Metode ini sangat subjektif, rentan terhadap kesalahan, dan bergantung pada pengalaman serta kondisi visual (misalnya, pencahayaan di lapangan). Standar panen, seperti jumlah *brondolan* lepas, seringkali diikuti oleh pemeriksaan visual warna buah (dari hitam ke merah oranye) yang kurang akurat, mengakibatkan kerugian potensial bagi perusahaan [2].

Inovasi teknologi diperlukan untuk menggantikan metode manual dengan sistem yang objektif dan terukur. Penelitian ini mengusulkan solusi berbasis IoT yang memanfaatkan Sensor Warna (misalnya, TCS3200 atau sejenisnya) sebagai mata digital. Sensor ini dapat menangkap dan mengukur spektrum warna pada permukaan buah, mengkonversinya menjadi data numerik (RGB

atau *Hue*) yang dapat secara akurat mengklasifikasikan tingkat kematangan (mentah, matang, atau terlalu matang) [3].

Sistem ini dirancang berbasis IoT (menggunakan mikrokontroler seperti ESP32) agar data hasil pengukuran warna dapat langsung ditransmisikan secara real-time ke *server* atau *platform cloud*. Data *real-time* ini penting untuk manajemen perkebunan, memungkinkan pimpinan atau mandor kebun untuk memonitor efisiensi kerja pemanen, memetakan kualitas panen di berbagai blok, dan membuat keputusan panen yang cepat dan tepat.

Berdasarkan urgensi peningkatan objektivitas dan efisiensi dalam penentuan kematangan BTS, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan alat ukur digital berbasis Sensor Warna dan terintegrasi IoT.. Maka dari uraian latar belakang di atas, peneliti mengambil judul: **“RANCANG BANGUN ALAT UKUR TINGKAT KEMATANGAN BUAH SAWIT MENGGUNAKAN SENSOR WARNA BERBASIS IOT (*INTERNET Of THINGS*)”**.

1.2 Identifikasi Masalah

Adapun masalah yang diidentifikasi dalam penelitian ini antara lain:

1. Penentuan tingkat kematangan buah sawit secara manual (visual) bersifat subjektif dan seringkali tidak akurat, yang berdampak pada rendahnya rendemen CPO atau kualitas minyak.
2. Diperlukan alat ukur yang dapat mengkonversi warna buah sawit menjadi data numerik yang objektif untuk klasifikasi kematangan yang presisi.

3. Diperlukannya implementasi sistem IoT yang stabil untuk mentransmisikan data kematangan buah secara real-time dari lokasi panen ke platform monitoring terpusat.

1.3 Rumusan Masalah

Berikut merupakan beberapa rumusan masalah yang relevan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan perangkat keras dan perangkat lunak alat ukur yang mampu membaca dan mengolah data dari Sensor Warna untuk menentukan tingkat kematangan buah sawit?
2. Bagaimana mengimplementasikan sensor warna untuk mendeteksi dan mengukur tingkat kematangan buah sawit berdasarkan nilai warna yang diperoleh?
3. Bagaimana mengintegrasikan alat ukur dengan aplikasi Blynk berbasis *Internet of Things* (IoT) sehingga hasil pengukuran tingkat kematangan buah sawit dapat dipantau secara real-time melalui perangkat smartphone?

1.4 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus penelitian, batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Fokus deteksi kematangan hanya didasarkan pada warna permukaan buah menggunakan Sensor Warna; faktor lain seperti berat, ukuran, atau kandungan FFA tidak diukur.

2. Sistem menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama untuk pemrosesan dan koneksi IoT.
3. Uji coba sistem dilakukan dalam skala prototipe di laboratorium dan/atau simulasi di lingkungan perkebunan terbatas, dan tidak mencakup implementasi pada skala industri perkebunan yang luas..

1.5 Tujuan Penelitian

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan objektivitas dan efisiensi panen kelapa sawit. Secara lebih detail, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan perangkat keras dan perangkat lunak alat ukur kematangan buah sawit berbasis Sensor Warna.
2. Mengimplementasikan sensor warna sebagai media pendeteksi tingkat kematangan buah sawit berdasarkan nilai warna yang diperoleh sehingga mampu mengklasifikasikan tingkat kematangan buah secara tepat.
3. Mengintegrasikan alat ukur dengan aplikasi Blynk berbasis *Internet of Things* (IoT) sehingga hasil pengukuran tingkat kematangan buah sawit dapat dikirim, dipantau, dan ditampilkan secara real-time melalui perangkat smartphone.

1.6 Manfaat Penelitian

Ada beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini, antara lain:

1. Manfaat Akademis: Menyediakan model implementasi alat ukur digital berbasis sensor warna yang dapat menjadi referensi dalam bidang agrikultur presisi (Precision Agriculture).
2. Manfaat Praktis: Menyediakan prototipe alat yang dapat membantu pekerja panen dan mandor kebun dalam menentukan tingkat kematangan buah sawit secara objektif dan akurat, sehingga dapat memaksimalkan rendemen dan kualitas CPO.
3. Manfaat Teknologi: Mendemonstrasikan integrasi sukses antara teknologi sensor optik (warna) dengan IoT untuk pengambilan keputusan real-time di lingkungan perkebunan.

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan penelitian ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah yang mendasari pentingnya pengukuran tingkat kematangan buah sawit secara otomatis, rumusan masalah yang akan diteliti, batasan masalah agar penelitian lebih terarah, tujuan penelitian yang ingin dicapai, manfaat penelitian baik secara teoritis maupun praktis, serta sistematika Penelitian laporan penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi landasan teori yang mendukung penelitian, meliputi penjelasan mengenai kelapa sawit dan tingkat kematangannya, sensor warna sebagai alat pendeteksi warna buah, mikrokontroler ESP8266 sebagai pengendali sistem, Internet of Things (IoT) sebagai media komunikasi data.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai metode penelitian yang digunakan, perancangan sistem alat ukur tingkat kematangan buah sawit berbasis IoT, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, diagram blok sistem, flowchart atau alur kerja sistem, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, serta tahapan pelaksanaan penelitian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil implementasi alat ukur tingkat kematangan buah sawit menggunakan sensor warna berbasis IoT, hasil pengujian sensor warna dalam mendeteksi tingkat kematangan buah sawit, analisis data hasil pengujian sistem, pembahasan mengenai kinerja alat meliputi akurasi pengukuran, kecepatan pengiriman data ke platform IoT, serta evaluasi terhadap kelebihan dan kekurangan sistem yang telah dibangun.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan sehingga dapat menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian. Selain itu, bab ini juga memuat saran sebagai penyempurna penelitian selanjutnya.