

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan strategis Indonesia yang memiliki peran penting dalam perekonomian nasional serta menjadi sumber pendapatan utama bagi jutaan petani di berbagai daerah produksi. Dalam rantai nilai industri kopi, proses penyangraian (*roasting*) memegang peranan krusial karena menentukan profil organoleptik seperti cita rasa, aroma, dan kualitas sensoris produk akhir. Tahapan ini menuntut pengendalian parameter termal yang presisi, sebab setiap penyimpangan suhu maupun durasi pemanasan dapat menyebabkan perubahan signifikan pada karakteristik fisikokimia biji kopi [1].

Dalam praktik penyangraian konvensional yang masih banyak dilakukan oleh pelaku usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM), faktor manusia menjadi penyebab utama variasi mutu hasil sangrai. Ketergantungan terhadap kemampuan sensorik serta pengalaman operator menjadikan hasil sangrai sering kali tidak konsisten, baik dari tingkat kematangan (*roast level*) maupun keseragaman warna biji. Kondisi tersebut menurunkan mutu produk sekaligus menghambat upaya standarisasi dan daya saing di pasar domestik maupun global[2].

Kemajuan teknologi otomasi berbasis sistem embedded memberikan peluang penerapan sistem kendali yang lebih akurat dan terukur dalam proses pengolahan pangan. Dalam konteks penyangraian kopi, penggunaan mikrokontroler memungkinkan pengaturan parameter proses secara real-time dengan tingkat presisi dan konsistensi tinggi. Sistem kendali otomatis terbukti mampu meminimalkan kesalahan operasional dan meningkatkan efisiensi produksi melalui pengaturan suhu, waktu, serta kecepatan rotasi drum secara terprogram. Integrasi sensor suhu digital dalam sistem ini memungkinkan pemantauan berkelanjutan untuk menjaga kestabilan kondisi proses sesuai dengan profil penyangraian yang telah ditetapkan[3].

Namun demikian, penerapan teknologi otomasi pada mesin roasting masih menghadapi kendala struktural berupa keterbatasan infrastruktur kelistrikan,

terutama di wilayah pedesaan dan dataran tinggi yang menjadi sentra produksi kopi. Ketergantungan terhadap pasokan energi listrik konvensional membatasi operasional mesin di daerah yang belum terjangkau jaringan listrik stabil atau sering mengalami fluktuasi tegangan. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi energi alternatif yang berkelanjutan, andal, dan ekonomis [4].

Energi surya fotovoltaik menjadi solusi potensial mengingat karakteristik geografis Indonesia sebagai negara tropis dengan intensitas radiasi matahari tinggi sepanjang tahun. Pemanfaatan energi surya tidak hanya mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil, tetapi juga mendukung penerapan teknologi ramah lingkungan dalam sektor agroindustri [5]. Implementasi sistem energi hybrid yang mengombinasikan sumber listrik konvensional dan energi surya fotovoltaik dapat menciptakan keseimbangan antara keandalan operasional dan keberlanjutan lingkungan. Dalam sistem ini, panel surya berfungsi sebagai sumber daya utama saat kondisi iradiasi optimal, sementara listrik PLN menjadi sumber cadangan untuk menjamin kontinuitas operasi [6].

Dari sisi ketersediaan dan penerapan teknologi, mesin roasting berkapasitas kecil hingga menengah (1–5 kg per batch) memiliki relevansi tinggi terhadap struktur industri kopi nasional yang didominasi oleh pelaku UMKM. Desain mesin dengan kapasitas yang sesuai serta kompleksitas yang mudah dikelola dapat menjadi solusi tepat guna yang terjangkau dan mudah diadopsi oleh sektor usaha tersebut. Meskipun demikian, masih terdapat kesenjangan antara ketersediaan teknologi canggih dengan aspek keterjangkauan dan kemudahan penggunaan yang dibutuhkan oleh pelaku di tingkat akar rumput [7].

Berdasarkan analisis permasalahan dan peluang tersebut, terdapat tiga aspek utama yang memerlukan intervensi teknologi, yaitu: (1) inkonsistensi mutu hasil sangrai akibat keterbatasan sistem kontrol manual, (2) kendala akses energi di wilayah produksi, dan (3) kebutuhan akan teknologi yang efisien namun ekonomis bagi pelaku UMKM. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sistem terintegrasi yang mampu menggabungkan otomasi proses dengan solusi energi terbarukan dalam satu kesatuan sistem yang efektif.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan mesin penyangrai kopi otomatis berbasis *mikrokontroler* dengan sistem energi *hybrid* listrik-surya. Pendekatan interdisipliner yang mengintegrasikan prinsip-prinsip teknik kendali, sistem energi terbarukan, dan teknologi digital diharapkan dapat menghasilkan solusi inovatif yang meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan agroindustri kopi nasional, serta memperkuat daya saing produk kopi Indonesia di pasar global.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana merancang mesin *roasting* kopi dengan kontrol otomatis berbasis *mikrokontroler*?
- 2) Bagaimana merancang sistem kontrol *roasting* kopi dengan kontrol otomatis berbasis *mikrokontroler*?
- 3) Bagaimana merancang sistem energi *hybrid* listrik-surya sebagai sumber daya mesin *roasting* kopi secara *real-time*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian Rancang Bangun Mesin *Roasting* Kopi Otomatis Berbasis *Mikrokontroler* dengan Sistem Energi *Hybrid* Listrik-Surya ini adalah sebagai berikut :

- 1) Merancang kontrol otomatisasi *roasting* berbasis *mikrokontroler* yang mampu mengatur suhu, waktu, dan putaran drum secara presisi.
- 2) Menguji sistem mesin *roasting* kopi otomatis yang dirancang untuk memastikan kestabilan suhu dan konsistensi hasil sangrai.
- 3) Merancang sistem suplai daya *hybrid* listrik-surya untuk meningkatkan efisiensi energi pada mesin *roasting*.

## 1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, penulis membatasi ruang lingkup pembahasan agar tetap terfokus pada topik utama. Batasan masalah meliputi hal-hal berikut :

- 1) Sistem kontrol otomatis difokuskan pada pengaturan suhu, mengukur berat

- awal dan akhir, kecepatan putar drum, dan waktu roasting.
- 2) Sumber energi *hybrid* yang digunakan hanya mencakup listrik PLN dan panel surya 40wp.
  - 3) Menggunakan motor DC dengan putaran 3500 rpm dan *Rated Power*(W) 125 Watt untuk melakukan *roasting* kopi.
  - 4) Menggunakan baterai dengan tegangan 12 V dan kapasitas 60Ah untuk catu daya yang dibutuhkan untuk *roasting* kopi.
  - 5) Menggunakan sensor *loadcell* tipe *single point* dengan kapasitas penampungan hingga 5 Kg untuk menimbang hasil *roasting*.
  - 6) Menggunakan panel surya dengan daya maksimum 40 Watt dengan arus 3A.
  - 7) Menggunakan jenis kopi arabica.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Rancang Bangun Rancang Bangun Mesin Roasting Kopi Otomatis Berbasis Mikrokontroler dengan Sistem Energi *Hybrid* Listrik–Surya memiliki manfaat sebagai berikut :

- 1) Mesin yang dirancang dapat meningkatkan kualitas hasil sangrai, efisiensi waktu, dan penghematan energi bagi industri kopi.
- 2) Mesin yang dirancang dapat menjadi alternatif teknologi bagi pelaku UMKM untuk meningkatkan efisiensi energi dan konsistensi kualitas produk sangrai.
- 3) Integritas sensor *load cell*, sensor suhu, sensor tegangan, dan LCD I2c 16x2 akan mempermudah pengguna dalam mengetahui hasil penimbangan, mengecek suhu saat proses roasting, dan arus yang ada pada baterai secara *real-time*.
- 4) penggunaan energi surya berpotensi menekan biaya produksi sehingga mendukung peningkatan pendapatan pelaku usaha kopi.
- 5) Penelitian ini bukan hanya menghasilkan inovasi prototipe, tetapi juga memberikan kontribusi bagi pengembangan teknologi terbarukan dan otomasi dalam sektor agroindustri.