

RANCANG BANGUN MESIN SANGRAI BIJI KOPI OTOMATIS
KAPASITAS 1 KILOGRAMVrizky Aryal Fernando¹, Febri Pratama¹, Aan Febriansyah^{1*}, Dora Palupi¹¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Corresponding Author: aan9277@gmail.com

ABSTRAK

Kopi merupakan komoditas penting yang memiliki nilai ekonomi tinggi, baik di tingkat nasional maupun global. Proses sangrai (roasting) biji kopi memainkan peran krusial dalam menentukan cita rasa dan kualitas produk akhir. Namun, mesin sangrai otomatis yang tersedia di pasaran umumnya diperuntukkan bagi produksi skala besar dengan harga yang tidak terjangkau bagi pelaku Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun mesin sangrai biji kopi otomatis dengan kapasitas 1 kilogram yang ekonomis dan mudah dioperasikan. Mesin ini menggunakan sistem pemanas manual, pengatur suhu manual, serta dilengkapi dengan sensor suhu dan tampilan LCD untuk memantau proses sangrai. Rancang bangun mesin ini diharapkan dapat menjadi solusi efektif dan efisien bagi UMKM dalam meningkatkan kualitas produksi kopi sangrai mereka. Selain itu, dilakukan pula kajian ekonomi untuk membandingkan biaya produksi mesin ini dengan harga pasar mesin serupa. Hasil dari proyek ini diharapkan mampu mendukung pengembangan teknologi tepat guna dalam industri kopi skala kecil.

Kata kunci: mesin sangrai kopi, UMKM, kapasitas 1 kg

ABSTRACT

Coffee is an important commodity that has high economic value, both at the national and global levels. The roasting process of coffee beans plays a crucial role in determining the flavor and quality of the final product. However, the automatic roasting machines available on the market are generally intended for large-scale production with prices that are not affordable for Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs). Therefore, this research aims to design and build an economical and easy-to-operate automatic coffee bean roasting machine with a capacity of 1 kilogram. This machine uses a manual heating system, manual temperature control, and is equipped with temperature sensors and an LCD display to monitor the roasting process. The design and construction of this machine are expected to provide an effective and efficient solution for MSMEs to improve the quality of their roasted coffee production. Additionally, an economic study was also conducted to compare the production costs of this machine with the market prices of similar machines.

Keywords: coffee roasting machine, MSME, 1 kg capacity

1. PENDAHULUAN

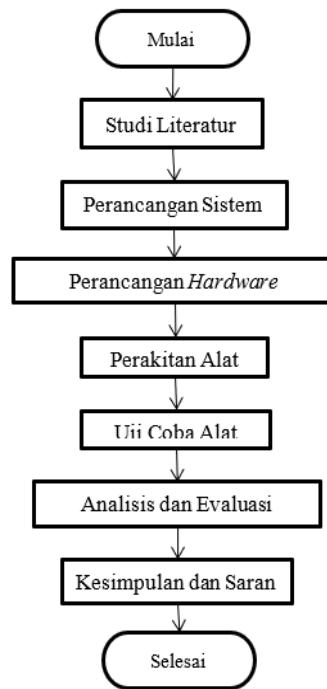
Komoditas pertanian yang banyak diminati masyarakat salah satunya adalah kopi. Jenis kopi yang banyak dikenal adalah kopi Arabica dan Robusta. Kopi robusta memiliki kandungan kafein yang lebih banyak dibandingkan dengan kopi Arabica. Biji kopi robusta beraroma yang seperti kacang-kacangan sebelum disangrai (Kinasih, Winarsih, & Saati, 2021). Pada proses sangrai, kecepatan motor dapat diatur, sehingga pengguna dapat menyesuaikan kecepatan pengadukan drum saat proses sangrai berlangsung. Hal ini berfungsi untuk menjaga keseragaman pemanggangan biji kopi (Sulistyo & Suhono, 2023). Dalam proses produksi kopi salah satu hal yang harus diperhatikan adalah proses sangrai kopi sebelum dilakukan penggilingan. Waktu pada proses pemanggangan mulai dari 15 menit sampai 20 menit, mutu biji kopi dan tingkat suhu sangrai yang diinginkan (Teniro, Zainudin, Syahidin, Ashwad, & Zunafriesma, 2022). Mesin sangrai kopi membutuhkan suhu pemanasan tabung sangrai kopi dapat mencapai suhu 150°C dalam waktu rata-rata 5.41 menit dan waktu yang dibutuhkan sistem untuk menghasilkan pematangan 100gr biji kopi adalah 40 menit. Sedangkan untuk 200gr biji kopi adalah 50 menit dan 300gr biji kopi adalah 65 menit (Rosiana & Risaldi, 2021). Berdasarkan analisis data, diperoleh hasil dari pengujian pada penyangraian kopi dengan berat 500 gram, kopi matang pada suhu 112°C dengan waktu sangrai 26-30 menit (Amri & Husaini, 2023). Biji kopi light roast dihasilkan dengan lama penyangraian 8 menit, light medium roast dengan waktu 16-22 menit, medium roast dengan waktu 29-35 menit, medium dark roast lebih dari 41 menit (Nopriandy, Suhendra, & Anjiu, 2023).

Prinsip *roaster coffe* yaitu temperatur yang pas dan lama yang tepat. Biji yang disangrai lama pada temperatur rendah akan menyebabkan minyak dan senyawa-senyawa kimia penting terbang sehingga kopi terasa hambar (Permana & Setiono, 2016). Perawatan mesin sangrai harus dilakukan secara rutin pada tiap komponen mesin sangrai biji kopi agar mesin berumur panjang, adapun hasil perawatan sangrai biji kopi otomatis, dapat menentukan komponen-komponen yang perlu dilakukan perawatan, dapat menjaga ketahanan mesin sangrai biji kopi untuk jangka waktu yang lama (Pranata, 2022)

Namun, peralatan sangrai kopi yang tersedia di pasaran umumnya dirancang untuk skala industri besar dengan harga yang tinggi dan teknologi otomatisasi yang kompleks. Hal ini menyulitkan pelaku Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) untuk mengakses teknologi tersebut. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi berupa mesin sangrai yang lebih terjangkau, sederhana, dan tetap efektif. Khususnya untuk kapasitas kecil seperti 1 kilogram (Hakim, 2022), dengan sistem monitoring yang sama yaitu, mendeteksi suhu, warna, drum rotary berputar dan meminimalisir biaya yang akan digunakan untuk mesin sangrai biji kopi.

2. METODE

Dalam penelitian ini, terdapat tahapan-tahapan yang menggambarkan proses pengerjaan dari awal hingga selesai. Penjelasan ini bertujuan untuk memperjelas langkah-langkah kerja, alat yang digunakan, serta hasil yang ingin dicapai. Adapun tahapan tersebut divisualisasikan dalam bentuk flowchart seperti Gambar 1.



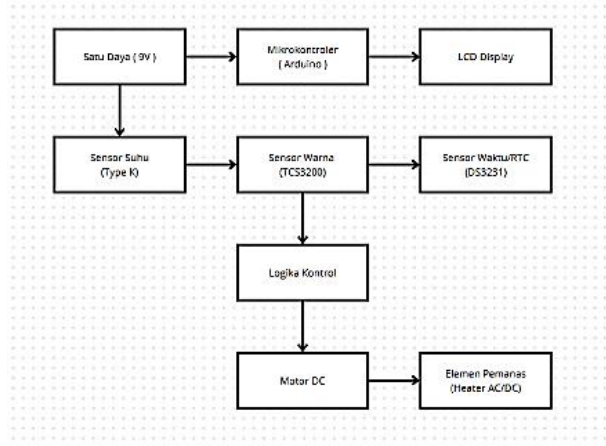
Gambar 1. *Flowchart* Metode Penelitian (Pratama, Pratikto, & Arman, 2023)

2.1 Studi Literatur

Rancang bangun mesin sangrai biji kopi merupakan topik yang banyak diteliti seiring dengan meningkatnya permintaan akan kopi berkualitas dan konsistensi hasil sangrai. Oleh karena itu, beberapa peneliti telah mengembangkan mesin sangrai otomatis yang dilengkapi dengan mikrokontroler dan sensor untuk mengatur proses sangrai secara presisi. Referensi-referensi ini memberikan gambaran untuk mengembangkan mesin sangrai berbasis Arduino yang dilengkapi dengan sensor suhu untuk memantau dan mengontrol suhu pemanggangan secara otomatis. Sistem ini memungkinkan pengaturan suhu sesuai profil sangrai yang diinginkan, sehingga kualitas rasa dan aroma kopi lebih terjaga.

2.2 Perancangan Sistem

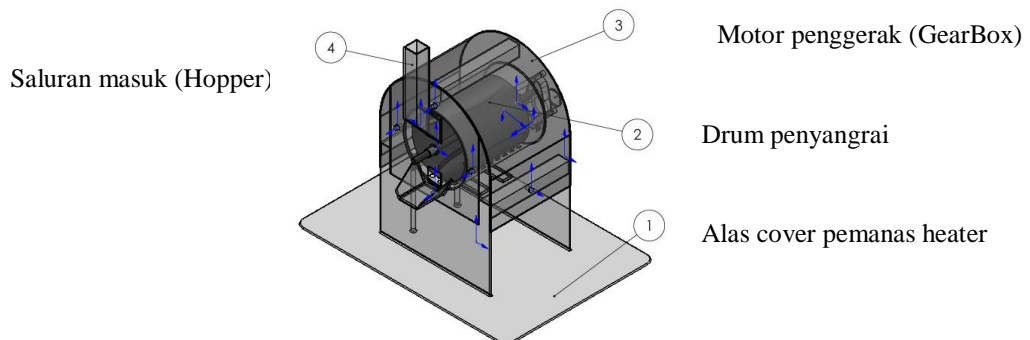
Sistem kontrol pada mesin sangrai (*Roaster*) biji kopi berperan penting untuk mengatur dan menjaga kualitas hasil sangrai. Mesin ini dirancang untuk memanaskan biji kopi hingga suhu tertentu dalam waktu tertentu agar menghasilkan aroma dan rasa yang optimal. Berikut beberapa mikrokontroler yang digunakan dalam sistem kontrol pada mesin sangrai biji kopi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan pemrograman Arduino untuk mengontrol pemanas berdasarkan data suhu, serta menghentikan proses sangrai saat warna biji kopi mencapai tingkat tertentu (warna coklat gelap). Proses ini ditampilkan melalui LCD dan disertai aktuator motor untuk mengaduk biji kopi agar pemanasan merata.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem Kontrol Mesin Sangrai Kopi

2.3 Perakitan Alat

Mesin sangrai yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin sangrai kopi semi otomatis tipe rotari dengan komponen utama yaitu drum penyangrai, rangka (dudukan) mesin, sistem kontrol temperatur, sistem penggerak dan sistem pemanas. Komponen lengkap mesin sangrai kopi dapat dilihat pada Gambar 3.

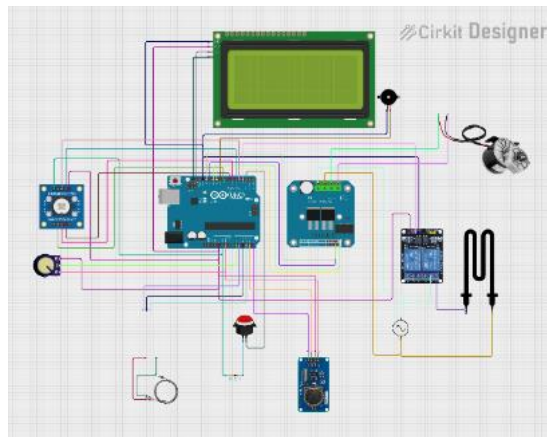


Gambar 3. Desain Mesin Sangrai Biji Kopi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Selama proses sangrai berlangsung, sistem kendali otomatis memantau suhu dan mengaktifkan pemanas atau kipas pendingin sesuai kondisi aktual. Biji kopi diaduk oleh motor *gearbox* secara konstan untuk menjaga pemerataan panas. Setelah waktu yang ditentukan tercapai, sistem otomatis akan mematikan elemen pemanas. Selama dan setelah proses sangrai, dilakukan pengamatan terhadap perubahan warna dan aroma biji kopi. Hasil dari uji coba ini kemudian dibandingkan dengan standar mutu sangrai berdasarkan tingkat warna dan karakteristik visual, serta dilakukan pengukuran kadar air dan berat kering biji kopi pasca-sangrai. Mesin sangrai ini bekerja dengan prinsip pemanasan konduksi dan konveksi dalam drum pemanggang yang berputar. Sistem penggerak menggunakan motor *GearBox* yang dikendalikan oleh PWM untuk mengatur kecepatan rotasi drum. Suhu dalam drum dipantau secara *real-time* oleh sensor suhu thermocouple K-Type yang terhubung ke modul MAX6675. Mikrokontroler Arduino Uno memproses data suhu dan mengatur elemen pemanas untuk menjaga kestabilan suhu sesuai kebutuhan roasting.

Perancangan *hardware* elektrik merupakan perakitan komponen-komponen elektrik seperti sensor suhu *Thermocouple Type-K*, *Sensor TCS3200*, *LCD 20x4*, *Real-time Clock (RTC)*, *Motor DC*, *Motor Driver BTS7960*, *Buzzer*, *Potensiometer*, *heater*, *Relay*, *Arduino Uno*, *Power supply 12v 30A*, Perancangan dan perakitan *hardware* elektrik disajikan dalam Gambar 4.



Gambar 4. *Wiring Hardware* Sistem Kontrol Mesin Sangrai Kopi

Sensor suhu *Thermocouple Type-K* adalah proses untuk mengevaluasi kinerja dan keakuratan dalam membaca suhu selama proses pemanggangan biji kopi. Tujuan utamanya adalah untuk memastikan bahwa sensor tersebut dapat mendeteksi perubahan suhu secara *real-time*, memberikan data suhu yang akurat dan stabil yang bisa dipantau lewat *lcd display* dan untuk mengontrol proses otomatis seperti memicu alarm atau menghentikan proses pemanggangan biji kopi apabila suhu telah mencapai ketentuan kematangan dari biji kopi tersebut.

Tabel 1. Hasil Uji Coba Sensor Suhu

Waktu	Sensor didalam drum	Suhu panas hitter	Hasil Biji
1 menit	31°C	40°C	-
5 menit	195°C	205°C	-
10 menit	207°C	212°C	<i>Light roast</i>
12 menit	214°C	223°C	
15 menit	220 °C	247°C	<i>Medium roast</i>
20 menit	256°C	270°C	<i>Dark roast</i>

Sensor warna *TCS3200* berfungsi sebagai pendeteksi tingkat kematangan sangrai biji kopi secara otomatis berdasarkan warna permukaan biji kopi. Dalam proses sangrai, warna biji kopi berubah dari warna hijau (*light roast*) menjadi coklat (*medium roast*), hingga coklat kehitaman (*dark roast*) semua ketentuan tersebut dapat dipantau oleh sensor *TCS3200*. Manfaat kegunaan sensor ini adalah meningkatkan konsistensi kualitas sangrai tanpa tergantung pada persepsi mata manusia, mengurangi resiko *over-roasting* dan memungkinkan sistem bekerja lebih otomatis dan presisi. Berikut hasil tes sensor warna yang digunakan untuk

mengetahui tingkat kematangan biji, dengan catatan posisi drum gelap dan membutuhkan cahaya yang memadai dari led sensor tersebut.

Tabel 2. Hasil Uji Coba Sensor Warna TCS3200 (RGB)

Jarak Biji Kopi	Coklat	Hitam
1cm	terdeteksi	terdeteksi
2cm	terdeteksi	terdeteksi
3cm	terdeteksi	terdeteksi
4cm	-	terdeteksi
5cm	-	-

Mesin ini didesain dengan prinsip mesin *portable*, karena dengan kapasitas yang tidak besar maka mesin ini didesain sebagai alat sangrai biji kopi otomatis dengan skala kecil. Dengan diameter 13,5 mm, drum mesin sangrai ini hanya mampu melakukan penyangraian dengan kapasitas 1kg dengan menggunakan heater sebagai sistem pemanngangan. Bahan yang digunakan pada perancangan alat ini menggunakan bahan stainless sebagai bahan utama, yang terutama sebagai drum tempat proses biji akan disangrai.



Gambar 5. Hasil Alat Mesin Sangrai Kopi

4. KESIMPULAN

Mesin sangrai biji kopi otomatis kapasitas 1kg berhasil dibuat dengan menggunakan sistem pemanas berbasis elemen heater listrik dan sistem pengaduk putar (*rotary drum*) untuk menjaga distribusi panas yang merata. Sistem kendali otomatis berbasis mikrokontroler arduino mampu mengatur suhu dan durasi penyangraian sesuai dengan tingkat kematangan yang diinginkan, baik *light*, *medium*, maupun *dark roast*. Sensor suhu MAX6675 bekerja secara akurat dalam rentang 30°C – 270°C dengan deviasi pembacaan rata-rata kurang dari 2%. Proses sangrai mampu mencapai suhu 220°C dalam waktu 10-13 menit. Mesin ini didesain hanya mampu menyangrai 1kg biji kopi per siklus dengan waktu 10-20 menit, dan menghasilkan biji kopi yang matang merata, menunjukkan bahwa sistem pemanas dan pengaduk bekerja optimal. Sehingga mesin ini layak digunakan untuk skala rumah tangga hingga UMKM, dan dapat dikembangkan lebih lanjut ke versi otomatis penuh dengan sistem kendali suhu dinamis atau berbasis IoT.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Bapak Aan Febriansyah, S.ST.,MT dan Ibu Dora Palupi, S.P, M.P., dosen pembimbing atas bimbingan, arahan, dan dukungan yang luar biasa selama proses penelitian ini. Tanpa bimbingan beliau, penelitian ini tidak akan dapat diselesaikan dengan semaksimal mungkin dengan baik. Selain itu, Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada keluarga tercinta dan teman-teman yang selalu memberikan dukungan moral dan motivasi. Tanpa dukungan dari semua pihak, penelitian ini tidak akan dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, & Husaini. (2023). RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI SUHU PADA PENYANGRAI BIJI KOPI BERBASIS INTERNET of THINGS. *Journal of Artificial Intelligence and Software Engineering*, 18–24.
- Hakim, R. R. (2022). *Pembuatan Mesin Penyangrai Kopi Tipe Rotari Kapasitas 1 Kg*. Jember: Program Studi Keteknikan Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember.
- Kinasih, A., Winarsih, S., & Saati, E. A. (2021). Karakteristik Sensori Kopi Arabica Dan Robusta Menggunakan Teknik Brewing Berbeda. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian (JTPHP)*, 1-11.
- Nopriandy, F., Suhendra, S., & Anjiu, L. D. (2023). Kajian Eksperimental Mesin Sangrai Kopi Semi Otomatis Tipe Drum Rotari. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 161-168.
- Permana, A., & Setiono, I. (2016). Sistem pengendalian suhu dan pemantauan kelembaban biji kopi pada mesin penyangrai berbasis Arduino 2560. *GEMA TEKNOLOGI*, 18-22.
- Pranata, D. R. (2022). Penelitian tentang analisis perawatan pada mesin sangrai biji kopi otomatis. *Jurnal Teknik Mesin*, 24–34.
- Pratama, R. A., Pratikto, & Arman, M. (2023). Sistem akuisisi data temperatur showcase berbasis IoT menggunakan ESP32 dengan sensor termokopel dan logging ke Google Spreadsheets. *The 14th Industrial Research Workshop and National Seminar* (pp. 252-257). Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- Rosiana, E., & Risaldi, Y. (2021). RANCANG BANGUN MESIN SANGRAI KOPI DENGAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO. *EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)*.
- Sulistyo, A., & Suhono, S. (2023). Implementasi Teknologi Mesin Sangrai Biji Kopi Semi Otomatis. *Jurnal Teknologi Elektro*, 8-13.
- Teniro, A., Zainudin, Syahidin, Ashwad, H., & Zunafriesma, N. (2022). Optimalisasi Pengolahan Biji Kopi Dalam Upaya Peningkatan Pendapatan Petani. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*.