

**OPTIMALISASI PARAMETER PADA PROSES *ROASTING* KOPI  
TERHADAP KUALITAS KOPI**



**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata I  
Pada Program Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang

**Disusun :**

**Muhammad Ramadhanni**

**2102220039**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS TRIDINANTI**

**2025**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG



TUGAS AKHIR  
OPTIMALISASI PARAMETER PADA PROSES ROASTING KOPI  
TERHADAP KUALITAS KOPI

Disusun:  
Muhammad Ramadhanni  
2102220039

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Herivanto Rusmarvadi, ST., Dip.PG., MT.

Pembimbing I

Ir. Zulkarnain Fatoni, MT., MM.

Pembimbing II

Imam Akbar, ST., MT.



Disahkan Oleh :  
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ani Frida, ST., MT.

**PERBAIKAN SKRIPSI**

**OPTIMALISASI PARAMETER PADA PROSES ROASTING KOPI  
TERHADAP KUALITAS KOPI**

**Disusun :**

**Muhammad Ramadhanni  
2102220039**

Telah Diuji Dan Dinyatakan Lulus Dalam Ujian Sarjana  
Pada Tanggal 25 Juli 2025

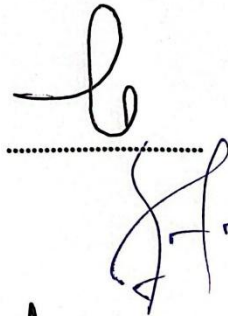
**Tim Penguji**

**Nama :**

**Tanda Tangan**

**Ketua Penguji**

Ir. Togar Partahi Oloan Sianipar, MT.



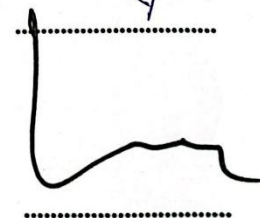
**Penguji 1**

Heriyanto Rusmaryadi, ST., Dip.PG., MT.



**Penguji 2**

Ir. Madagaskar, M. Sc.



### LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini :

Nama : Muhammad Ramadhanni

Nim : 2102220039

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini berjudul “**OPTIMALISASI PARAMETER PADA PROSES ROASTING KOPI TERHADAP KUALITAS KOPI**” adalah benar merupakan karya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam Tugas Akhir ini diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila Dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan ditemukan pelanggaran atas karya Tugas Akhir ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan Tugas Akhir dan gelar yang saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Palembang, Agustus 2025  
Yang membuat pernyataan



Muhammad Ramadhanni  
NIM:2102220039

## LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai Civitas Akademika Program Studi Teknik Mesin Fakultas teknik Universitas Tridinanti, saya yang bertanda dibawah ini :

Nama : MUHAMMAD RAMADHANNI  
Nim : 2102220039  
Fakultas : TEKNIK  
Program studi : TEKNIK MESIN  
Jenis karya : TUGAS AKHIR / SKRIPSI

Demi pengembangan ilmu pengetahuan untuk memberikan kepada pihak Universitas Tridinanti Palembang hak bebas Royalti Noneksklusif (*non exclusive royalty free right*) atas karya ilmiah ini saya yang berjudul **“OPTIMALISASI PARAMETER PADA PROSES ROASTING KOPI TERHADAP KUALITAS KOPI”**. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalti eksklusif ini Universitas Tridinanti Palembang berhak menyimpan, mengalih mediakan, mengolah dalam bentuk data base dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan saya dibuat dengan sebenarnya dan tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Palembang, agustus 2025

Yang menandatangani,

  
Muhammad Ramadhanni

## LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Muhammad Ramadhanni  
Nim : 2102220039  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : **OPTIMALISASI PARAMETER PADA PROSES  
ROASTING KOPI TERHADAP KUALITAS KOPI**

Menyatakan dengan ini bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya saya sendiri yang didampingi oleh pembimbing bukan hasil penjiplakan/plagiat. Dan telah melewati proses Plagiarism Checker yang dilakukan pihak Jurusan, apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui

Verifikator plagiat



Martin Luther King, S.T., MT.,

Palembang 3 Agustus 2025

Yang menyatakan



Muhammad Ramadhanni



## Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: 1 1  
Assignment title: 245-B2-Informatik 2 -- No Repository 042  
Submission title: Muhammad Ramadhanni (2102220039)  
File name: Muhammad\_Ramadhanni\_2102220039\_.pdf  
File size: 2.07M  
Page count: 51  
Word count: 8,345  
Character count: 48,704  
Submission date: 02-Aug-2025 07:08AM (UTC+0200)  
Submission ID: 2706369138



## 5% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

### Top Sources

|    |                                                                                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5% |  Internet sources                 |
| 1% |  Publications                     |
| 1% |  Submitted works (Student Papers) |

---



## **MOTTO**

“Dunia boleh saja menahanku atau perlahan bongkar mimpiku, Dunia boleh saja menahanku kupunya doa ibu”

(Tapi,Perunggu)

“Masa depan kadang menakutkan penuh dengan ketidak pastian lebih mudah jika tidak dipikirkan, Kita bisa membuat rencana untuk sekian tahun kedepan tapi percuma jika selesai ditengah jalan”

( Timur,The adams)

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan do’a, dukungan, dan pertanyaan-pertanyaan terkait perkembangan skripsi setiap hari.
2. Saudara saya (Indah dan Daffa) yang tidak banyak membantu, tetapi ikut mendo’akan saya selalu.
3. Sahabat Bulu babi (Dwi, Satria, Figo, Ridho, Nuril, dan Reynal) yang sering saya repotkan, tetapi saya yakin mereka tidak pernah keberatan.
4. Teman-teman TM 2021 yang keren-keren dan kocak
5. Tidak lupa, saya persembahkan juga untuk almamater tercinta, Fakultas Teknik Mesin. Semoga almamater selalu menjadi wadah pendidikan yang unggul dan menghasilkan lulusan yang berkualitas. Salam “Solidarity M Forever’

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulisan panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat, karuniah dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini yang berjudul, “ **OPTIMALISASI PARAMETER PADA PROSES *ROASTING* KOPI TERHADAP KUALITAS KOPI**” dengan waktu yang telah ditentukan. Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan strata-1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan dan semangat dari berbagai pihak. Selain itu pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Edizal AE, MS., selaku Rektor Universitas Tridinanti.
2. Ibu Dr. Ani Firda, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
3. Bapak Heriyanto Rusmaryadi, ST., Dip.PG., MT., selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti.
4. Bapak Martin Luther King, S.T., MT., selaku Sekertaris program studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti.
5. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, MT., MM., selaku pembimbing I
6. Bapak Imam Akbar, ST., MT., selaku pembimbing II
7. Seluruh Staf Dosen Dan Karyawan Fakultas Teknik Mesin Universitas Tridinanti atas ilmu yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna dikarenakan

terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak khususnya Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti.

Palembang, Juni 2025

Penulis

Muhammad Ramadhanni

NIM.2102220039

## DAFTAR ISI

|                                                                   |                              |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| LEMBAR PENGESAHAN PERSETUJUAN SKRIPSI .....                       | ERROR!                       |
| BOOKMARK NOT DEFINED.                                             |                              |
| LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT ....                              | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....                          | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI .....                                | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| MOTTO .....                                                       | IX                           |
| KATA PENGANTAR.....                                               | X                            |
| DAFTAR ISI.....                                                   | XII                          |
| DAFTAR GAMBAR .....                                               | XV                           |
| DAFTAR TABEL .....                                                | XVI                          |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                             | XVII                         |
| ABSTRAK .....                                                     | XVIII                        |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                           | 1                            |
| 1.1. Latar Belakang.....                                          | 1                            |
| 1.2. Rumusan Masalah.....                                         | 4                            |
| 1.3. Tujuan Penelitian .....                                      | 5                            |
| 1.4. Manfaat Penelitian .....                                     | 5                            |
| 1.5. Batasan Masalah .....                                        | 6                            |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....                                     | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| 2.1. Perbedaan Kopi Robusta dan Arabika .....                     | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2. Proses Roasting Kopi.....                                    | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.1. Tahapan dalam Proses <i>Roasting</i> .....                 | Error! Bookmark not defined. |
| 2.3. Pengaruh Parameter Proses Produksi Kopi .....                | Error! Bookmark not defined. |
| 2.3.1. Pengaruh <i>Temperatur</i> pada Proses <i>Roasting</i> ... | Error! Bookmark not defined. |

|                                                                        |                                     |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 2.3.2. Pengaruh Waktu <i>Roasting</i> terhadap Karakteristik Kopi..... | <b>Error!</b>                       |
| <b>Bookmark not defined.</b>                                           |                                     |
| 2.3.3. Pengaruh <i>Cooling</i> dan <i>Resting</i> pada Kopi.....       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.3.4. Pengaruh Waktu <i>Resting</i> terhadap Profil Rasa Kopi .....   | <b>Error!</b>                       |
| <b>Bookmark not defined.</b>                                           |                                     |
| 2.4. Kualitas Kopi.....                                                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.4.1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Warna Kopi ....                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.4.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Keasaman Kopi .....             | <b>Error!</b>                       |
| <b>Bookmark not defined.</b>                                           |                                     |
| 2.5. Metode Pengujian Warna dan Keasaman                               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.6. Metode Taguchi .....                                              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.6.1. Prinsip Dasar Metode Taguchi.....                               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.6.2. Penggunaan <i>Orthogonal Array</i> dalam Eksperimen             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>not defined.</b>                                                    |                                     |
| 2.6.3. Optimasi Parameter Proses Menggunakan Metode Taguchi .....      | <b>Error!</b>                       |
| <b>Bookmark not defined.</b>                                           |                                     |
| 2.7. Persamaan Analisis of Varians (ANOVA)                             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.8. Penelitian Terdahulu .....                                        | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>                                 | <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b> |
| 3.1. Diagram Alir Penelitian .....                                     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.2. Jenis dan Pendekatan Penelitian .....                             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.3. Bahan dan Alat Penelitian.....                                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.4. Variabel Penelitian .....                                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.4.1. Variabel Bebas ( <i>Independen</i> ):.....                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.4.2. Variabel Terikat ( <i>Dependen</i> ):.....                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.5. Desain Experimen.....                                             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.6. Prosedur Penelitian .....                                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.7. Teknik Analisis Data.....                                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.8. Jadwal Penelitian .....                                           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

4.1. Desain Experimen.....**Error! Bookmark not defined.**

4.2. Hasil dan Pembahasan Analisis Parameter *Roasting*.... **Error! Bookmark not defined.**

4.2.1. *S/N Ratio (Larger is Better)*.....**Error! Bookmark not defined.**

4.3. Uji Asumsi (Normalitas).....**Error! Bookmark not defined.**

4.3.1. Hubungan *Residual* dan *Percentil* .....**Error! Bookmark not defined.**

4.4. Analysis of Variance .....**Error! Bookmark not defined.**

4.4.1. Total *Sum of Squares* (SS Total) .....**Error! Bookmark not defined.**

4.4.2. Rata-Rata *S/N Ratio* Tiap Faktor dan Total *Sum of Squares* Tiap-TiapFaktor.....**Error! Bookmark not defined.**

Suhu:.....**Error! Bookmark not defined.**

Waktu *Roasting*:.....**Error! Bookmark not defined.**

4.4.3. *SS Error (Residual Error)*.....**Error! Bookmark not defined.**

4.4.4. Derajat Kebebasan (*degrees of freedom*)/ df ... **Error! Bookmark not defined.**

4.4.5. *Mean Square*/ Rata-rata (MS).....**Error! Bookmark not defined.**

4.4.6. *F-Value*.....**Error! Bookmark not defined.**

4.4.7. Persentase Kontribusi Tiap-Tiap Faktor ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.5. Prediksi dan Optimasi Parameter .....**Error! Bookmark not defined.**

**BAB V KESIMPULAN DAN SARANERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

5.1. Kesimpulan.....**Error! Bookmark not defined.**

5.2. Saran .....**Error! Bookmark not defined.**

**DAFTAR PUSTAKA..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

## DAFTAR GAMBAR

|             |                                            |                              |
|-------------|--------------------------------------------|------------------------------|
| Gambar 2.1. | Perbedaan kopi robusta dan arabica ...     | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 2.2. | Proses <i>roasting</i> kopi .....          | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 2.3. | Tahapan dalam proses <i>roasting</i> ..... | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 2.4. | <i>Cooling tray</i> .....                  | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 2.5. | Skala Agtron .....                         | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 2.6. | Alat pH meter .....                        | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 3.1  | Diagram alir penelitian .....              | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 3.2  | Bahan dan alat .....                       | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4.1  | Hasil berdasarkan desain eksperimen .....  | Error! Bookmark not defined. |

Gambar 4.2 Hubungan antara nilai *residual* terhadap *persentil* kumulatif.... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Gambar 4.3 Efek suhu, waktu *roasting* dan waktu *reasting* terhadap nilai keasaman berdasarkan *S/N Ratio* .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.4 Hasil Prediksi Optimal .....**Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Variabel bebas atau faktor .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.2. Desain Experimen .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.3. Jadwal Kegiatan Penelitian .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.1. Desain experiment pengaruh suhu, waktu *roasting* dann waktu *resting* terhadap keasaman dan warna kopi.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.2. *S/N Ratio* untuk Masing-Masing Baris..**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.3. *Residual SN ratio* .....**Error! Bookmark not defined.**



Tabel 4.4. Urutan data *S/N Ratio* dari terkecil ke terbesar **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.5. Hubungan antara *residual* dan *persentil* **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.6. *Aanalysis of Variance* ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.7 Tabel Level Optimal ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.8. Aktual vs prediksi ..... **Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| Data <i>Roasting</i> Kopi.....      | L1 |
| Form Konsultasi Skripsi.....        | L2 |
| Form perbaikan penguji skripsi..... | L3 |

## ABSTRAK

Kopi merupakan komoditas dengan nilai ekonomi tinggi, di mana kualitasnya sangat dipengaruhi oleh proses pemanggangan (roasting). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh suhu pemanggangan, waktu roasting, dan waktu resting terhadap keasaman (pH) dan warna biji kopi, serta menentukan kombinasi parameter optimal menggunakan metode Taguchi. Penelitian ini menggunakan biji kopi Robusta dengan desain eksperimen L9 Orthogonal Array (3 faktor, 3 level) untuk meminimalkan jumlah percobaan. Hasil analisis menunjukkan bahwa suhu roasting memberikan kontribusi terbesar (63,49%) terhadap keasaman, di mana suhu 220°C menghasilkan pH lebih tinggi (keasaman lebih rendah). Waktu roasting (12 menit) dan waktu resting (24 jam) juga memengaruhi hasil, meskipun dengan kontribusi lebih kecil. Kombinasi optimal untuk mencapai keasaman rendah dan warna gelap (Dark Roast) adalah suhu 220°C, waktu roasting 12 menit, dan waktu resting 12 jam. Temuan ini memberikan panduan teknis bagi industri kopi untuk meningkatkan konsistensi kualitas produk. Penelitian ini juga merekomendasikan eksplorasi lebih lanjut terkait interaksi antarparameter dan analisis kimia mendalam untuk memahami mekanisme degradasi senyawa asam selama roasting.

**Kata kunci:** kopi, roasting, keasaman, warna, metode Taguchi, optimasi.

## **ABSTRAK**

Coffee is a commodity with high economic value, where its quality is greatly influenced by the roasting process. This study aims to analyze the effect of roasting temperature, roasting time, and resting time on the acidity (pH) and color of coffee beans, and to determine the optimal parameter combination using the Taguchi method. This study used Robusta coffee beans with an L9 Orthogonal Array experimental design (3 factors, 3 levels) to minimize the number of trials. The analysis results show that roasting temperature has the largest contribution (63.49%) to acidity, where a temperature of 220°C produces a higher pH (lower acidity). Roasting time (12 minutes) and resting time (24 hours) also affect the results, although with smaller contributions. The optimal combination to achieve low acidity and dark color (Dark Roast) is a temperature of 220°C, a roasting time of 12 minutes, and a resting time of 12 hours. These findings provide technical guidance for the coffee industry to improve product quality consistency. This study also recommends further exploration of the interaction between parameters and in-depth chemical analysis to understand the mechanism of acidic compound degradation during roasting.

**Keywords:** coffee, roasting, acidity, color, Taguchi method, optimization.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan telah menjadi bagian dari budaya global. Di Indonesia, kopi tidak hanya menjadi sumber pendapatan bagi jutaan petani, tetapi juga telah menjelma menjadi ikon budaya yang mendunia. Menurut data *International Coffee Organization* (ICO, 2022), konsumsi kopi global mencapai lebih dari 166 juta kantong (60 kg per kantong) pada tahun 2021, dengan tren pertumbuhan rata-rata 1,5% per tahun. Di tengah persaingan pasar yang ketat, kualitas kopi menjadi faktor penentu utama dalam memenangkan preferensi konsumen. Kualitas ini sangat dipengaruhi oleh proses pascapanen, terutama tahap *roasting* (pemanggangan), yang mengubah biji kopi hijau (*green bean*) menjadi produk siap seduh dengan karakteristik sensorik yang unik.

Proses *roasting* adalah tahap kritis yang menentukan profil sensorik kopi, termasuk warna, keasaman, aroma, dan rasa. Selama pemanggangan, terjadi serangkaian reaksi kimia kompleks seperti reaksi Maillard, karamelisasi, dan pirolisis, yang mengubah komposisi kimia biji kopi (Tarigan et al., 2022). Misalnya, suhu tinggi dapat mempercepat pembentukan senyawa melanoidin yang memengaruhi warna

gelap, sementara waktu pemanggangan yang lebih lama dapat meningkatkan degradasi asam klorogenat, mengurangi keasaman (Perrone et al., 2010). Namun, interaksi antar parameter ini belum sepenuhnya dipahami, terutama dalam konteks optimalisasi yang holistik.

Warna biji kopi panggang adalah indikator visual utama kematangan dan sering dikaitkan dengan preferensi konsumen. Warna ini diukur menggunakan skala Agtron atau CIELAB, dan berkorelasi dengan tingkat pirolisis senyawa organik. Di sisi lain, keasaman kopi yang diukur melalui pH atau kadar asam organik karakteristik rasa yang dinamis, mulai dari *brightness* yang menyegarkan hingga rasa kecut yang tidak diinginkan (Yergenson & Aston, 2020). Kedua parameter ini saling berinteraksi misalnya, pemanggangan yang terlalu singkat pada suhu rendah dapat menghasilkan kopi dengan keasaman tinggi tetapi warna yang pucat, sementara pemanggangan ekstrem dapat mengurangi keasaman tetapi menyebabkan rasa pahit berlebihan. Oleh karena itu, menemukan titik optimal antara parameter proses dan kualitas akhir menjadi tantangan utama.

Tantangan lain dalam industri kopi adalah inkonsistensi produk akibat variasi input biji mentah dan ketergantungan pada metode pemanggangan konvensional yang mengandalkan pengalaman empiris roaster. Studi oleh (Wang & Lim, 2015) menunjukkan bahwa 68% roaster skala kecil di Asia Tenggara masih menggunakan pendekatan *trial-and-error*, yang berisiko terhadap produktibilitas. Di sinilah pendekatan ilmiah seperti metode Taguchi sebuah teknik optimasi berbasis desain

eksperimen dapat berperan. Metode ini memungkinkan identifikasi kombinasi parameter optimal dengan jumlah eksperimen minimal, sekaligus meminimalkan efek variasi lingkungan. Penelitian sebelumnya oleh (Andruszkiewicz et al., 2020) telah berhasil mengaplikasikan Taguchi untuk optimasi roasting biji kakao, namun aplikasinya pada kopi terutama dengan mempertimbangkan fase *cooling bean* (pendinginan pasca-panggang) masih terbatas.

Fase *cooling bean* pasca-panggang sering diabaikan dalam literatur, padahal proses ini menghentikan reaksi termal secara tiba-tiba dan memengaruhi stabilitas senyawa volatil. Waktu resting yang tidak tepat (misalnya, pendinginan terlalu lambat) dapat menyebabkan *over-roasting* residual, sementara pendinginan terlalu cepat berisiko menyebabkan retaknya struktur biji. Penelitian awal oleh (Schenker et al., 2002) mengindikasikan bahwa pendinginan aktif dengan udara dalam 3-5 menit pasca-panggang dapat mempertahankan 15% lebih banyak senyawa aromatik dibandingkan pendinginan alami. Namun, interaksi waktu resting dengan parameter pemanggangan lainnya belum dieksplorasi secara sistematis.

Beberapa penelitian terdahulu telah menyentuh aspek parsial dari topik ini. Misalnya, penelitian oleh (Park et al., 2011) menggunakan *Response Surface Methodology (RSM)* untuk mengoptimalkan suhu dan waktu pemanggangan arabika, namun mengabaikan faktor pendinginan. Sementara itu, (Santos et al., 2016) mengevaluasi pengaruh waktu resting terhadap keasaman, tetapi hanya pada level suhu konstan. Adapun studi yang mengintegrasikan ketiga faktor (suhu, waktu panggang, waktu resting) dengan pendekatan Taguchi belum ditemukan, terlebih dengan fokus

pada warna dan keasaman sebagai respon kunci. Ruang kosong inilah yang menjadi basis justifikasi akademik penelitian ini.

Metode Taguchi dipilih karena kemampuannya mengatasi keterbatasan pendekatan konvensional dalam menghadapi kompleksitas interaksi parameter. Dengan menggunakan *orthogonal array (OA)*, metode ini dapat menyederhanakan desain eksperimen dari 27 kombinasi (jika menggunakan 3 level dan 3 faktor) menjadi hanya 9 percobaan, sehingga efisien secara biaya dan waktu sebuah keunggulan krusial bagi UMKM kopi yang memiliki sumber daya terbatas. Selain itu, konsep *signal-to-noise ratio (S/N ratio)* dalam Taguchi memungkinkan optimasi yang robust terhadap noise, seperti variasi kualitas biji mentah.

Dari perspektif industri, temuan penelitian ini diharapkan dapat menjadi panduan teknis bagi roaster dalam menyeimbangkan parameter proses untuk mencapai profil sensori yang diinginkan. Bagi akademisi, penelitian ini memperkaya *literatur* tentang dinamika termokimia selama pemanggangan kopi dan memperkenalkan pendekatan sistematis dalam mengelola kompleksitas proses. Secara sosioekonomi, optimasi proses dapat meningkatkan nilai tambah produk kopi lokal, mendukung daya saing global produsen Indonesia.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, pertanyaan penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh suhu pemanggangan, waktu *roasting*, dan waktu *resting* pada terhadap warna biji kopi dan tingkat keasaman kopi?
2. Kombinasi parameter (suhu, waktu *roasting*, waktu *resting*) seperti apa yang menghasilkan kualitas kopi optimal berdasarkan respon warna dan keasaman?
3. Bagaimana validasi eksperimen konfirmasi terhadap hasil optimasi metode Taguchi?



### 1.3. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh individual dan interaksi parameter suhu pemanggangan, waktu pemanggangan, dan waktu *resting* pada fase *cooling bean* terhadap warna dan keasaman (diukur melalui pH dan total asam titrasi) biji kopi.
2. Menentukan kombinasi optimal dari ketiga parameter tersebut menggunakan metode Taguchi untuk memaksimalkan kualitas kopi berdasarkan respon warna dan keasaman.
3. Memvalidasi hasil optimasi dengan eksperimen konfirmasi untuk memastikan konsistensi dan kehandalan model yang dihasilkan.

### 1.4. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Akademis:
  - Memperkaya literatur tentang dinamika reaksi termokimia selama proses *roasting* dan *cooling bean*, terutama terkait hubungan parameter proses dengan atribut sensori kopi.
  - Mengaplikasikan metode Taguchi dalam konteks baru, yaitu optimasi fase *cooling bean* pada industri kopi, yang belum banyak dieksplorasi sebelumnya.

## 2. Manfaat Praktis:

- Memberikan panduan teknis bagi roaster dalam menentukan parameter pemanggangan dan pendinginan yang optimal untuk menghasilkan kopi dengan profil warna dan keasaman yang konsisten.
- Mengurangi biaya produksi melalui minimasi eksperimen *trial-and-error*.

## 3. Manfaat Sosial-Ekonomi:

- Meningkatkan daya saing produk kopi lokal Indonesia di pasar global melalui peningkatan kualitas dan standarisasi proses.
- Mendukung keberlanjutan usaha mikro dan kecil (UMKM) kopi dengan menyediakan metode yang mudah diadopsi.

### 1.5. Batasan Masalah

#### 1. Parameter yang Diteliti:

- Fokus pada tiga faktor: suhu pemanggangan ( $^{\circ}\text{C}$ ), waktu pemanggangan (menit), dan waktu *resting* pada *cooling bean* (menit).
- Respon utama: warna (menggunakan analisis colorimeter CIELAB) dan keasaman (pH meter dan titrasi asam).

#### 2. Metodologi:

- Menggunakan metode Taguchi dengan *Orthogonal Array* L9 (3 faktor, 3 level) untuk optimasi, sehingga interaksi non-linear di luar desain eksperimen ini tidak diuji.

- Proses pemanggangan dilakukan di laboratorium menggunakan mesin roasting skala kecil (100-200 gram biji), yang mungkin berbeda dengan kondisi industri skala besar.

### 3. Material:

- Penelitian menggunakan biji kopi Robusta asal dataran tinggi Indonesia (contoh: Semendo, Gayo, Toraja, atau Kintamani) dengan tingkat kematangan dan penyimpanan biji mentah yang seragam.
- Tidak memvariasi jenis kopi (misalnya Robusta vs Arabika) atau metode pengolahan pascapanen (honey process vs full wash).

### 4. Asumsi:

- Variasi kualitas biji mentah (misalnya kadar air, ukuran biji) dianggap homogen melalui preparasi sampel standar (penyortiran dan penyimpanan terkontrol).
- Faktor lingkungan seperti kelembaban ruangan dan tekanan udara dianggap konstan selama eksperimen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andruszkiewicz, P. J., D'Souza, R. N., Corno, M., & Kuhnert, N. (2020). Novel Amadori and Heyns compounds derived from short peptides found in dried cocoa beans. *Food Research International (Ottawa, Ont.)*, 133, 109164. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109164>
- Bagdonaite, K., Derler, K., & Murkovic, M. (2008). Determination of Acrylamide during Roasting of Coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(15), 6081–6086. <https://doi.org/10.1021/jf073051p>
- Davis, A. P., Gole, T. W., Baena, S., & Moat, J. (2012). The Impact of Climate Change on Indigenous Arabica Coffee (*Coffea arabica*): Predicting Future Trends and Identifying Priorities. *PLoS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047981>
- Fadhil, R., Safrizal, S., Rizal, K., Sukarno Putra, B., & Firmansyah, J. (2023). Study of variations in the roasting time of gayo arabica coffee in the drying phase. *Coffee Science*, 18, 1–12. <https://doi.org/10.25186/.v18i.2085>
- Frost, S. C., Ristenpart, W. D., & Guinard, J. X. (2020). Effects of brew strength, brew yield, and roast on the sensory quality of drip brewed coffee. *Journal of Food Science*, 85(8), 2530–2543. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15326>
- Ilze, L., & Kruma, Z. (2019). *Influence of the roasting process on bioactive compounds and aroma profile in specialty coffee: a review*. <https://doi.org/10.22616/foodbalt.2019.002>
- Maidin, S., Fadani, I., Nor Hayati, N. M., & Albaluooshi, H. (2022). APPLICATION OF TAGUCHI METHOD TO OPTIMIZE FUSED DEPOSITION MODELING PROCESS PARAMETERS FOR SURFACE ROUGHNESS. *Jurnal Teknologi*. <https://doi.org/10.11113/jurnalteknologi.v84.18430>
- Park, S.-J., Moon, S.-W., Lee, J., Kim, E.-J., & Kang, B.-S. (2011). Optimization of Roasting Conditions for Coffee Beans by Response Surface Methodology. *Korean Journal of Food Preservation*, 18(2), 178–183.

<https://doi.org/10.11002/kjfp.2011.18.2.178>

Perrone, D., Donangelo, R., Donangelo, C. M., & Farah, A. (2010). Modeling Weight Loss and Chlorogenic Acids Content in Coffee during Roasting. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(23), 12238–12243. <https://doi.org/10.1021/jf102110u>

Philippe, L., Benoît, B., & Hervé, E. (2009). Breeding Coffee (*Coffea arabica*) for Sustainable Production. In *Breeding Plantation Tree Crops: Tropical Species* (pp. 525–543). Springer New York. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-71201-7\\_14](https://doi.org/10.1007/978-0-387-71201-7_14)

Santos, J. R., Lopo, M., Rangel, A. O. S. S., & Lopes, J. A. (2016). Exploiting near infrared spectroscopy as an analytical tool for on-line monitoring of acidity during coffee roasting. *Food Control*. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.08.007>

Schenker, S., Heinemann, C., Huber, M., Pompizzi, R., Perren, R., & Escher, F. (2002). Impact of roasting conditions on the formation of aroma compounds in coffee beans. *Journal of Food Science*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb11359.x>

Tarigan, E. B., Wardiana, E., Hilmi, Y. S., & Komarudin, N. A. (2022). The changes in chemical properties of coffee during roasting: A review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 974(1), 012115. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/974/1/012115>

Tseng, W. K., Hung, K. C., Tzeng, F. Y. F., & Wu, T. C. (2017). Taguchi analysis for quality stabilization of coffee roast. *Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Applied System Innovation: Applied System Innovation for Modern Technology, ICASI 2017*, 488–491. <https://doi.org/10.1109/ICASI.2017.7988460>

Wang, X., & Lim, L.-T. (2015). Physicochemical Characteristics of Roasted Coffee. In *Coffee in Health and Disease Prevention* (pp. 247–254). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00027-9>

Wulandari, S., Ainuri, M., & Sukartiko, A. C. (2022). *Sensory Evaluation of Robusta Coffee under Various Postharvest and Processing*.

Yergenson, N., & Aston, D. E. (2020). Online determination of coffee roast degree toward controlling acidity. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*. <https://doi.org/10.1177/0967033520924493>