

# RANCANG BANGUN APLIKASI PANTAU DAN KENDALI *MOBILE* MESIN PENGERING BIJI KOPI BERBASIS *INTERNET OF THINGS*



**NYSSA ROMANA**

**H071181313**



**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN  
ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**RANCANG BANGUN APLIKASI PANTAU DAN KENDALI *MOBILE*  
MESIN PENERING BIJI KOPI BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

**NYSSA ROMANA  
H071181313**



**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**RANCANG BANGUN APLIKASI PANTAU DAN KENDALI *MOBILE*  
MESIN PENDINGER BIJI KOPI BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

NYSSA ROMANA  
H071181313

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Sistem Informasi

pada

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI  
DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**SKRIPSI****RANCANG BANGUN APLIKASI PANTAU DAN KENDALI MOBILE  
MESIN PENGERING BIJI KOPI BERBASIS *INTERNET OF THINGS*****NYSSA ROMANA****H071181313**

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Sistem Informasi pada 26 Agustus 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan pada



Program Studi Sistem Informasi

Departemen Matematika

Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Hasanuddin

Makassar

Mengesahkan:  
Pembimbing tugas akhir,

Pembimbing Pendamping

Dr. Eng. Armin Lawi, S.Si., M.Eng  
NIP 197204231995121001

Dr. Muhammad Hasbi, M.Sc  
NIP 196307201989031003

Mengetahui:  
Ketua Program Studi,

Prof. Drs. Jeffry Kusuma, Ph.D.  
NIP 196411121987031002



## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Rancang Bangun Aplikasi Pantau dan Kendali Mobile Mesin Pengereng Biji Kopi Berbasis Internet Of Things" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Dr.Eng. Armin Lawi, S.Si., M.Eng. sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Muhammad Hasbi, M.Sc sebagai Pembimbing Pendamping. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 26 Agustus 2024



Nyssa Romana  
H071181313

## Ucapan Terima Kasih

Puji syukur Penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Rancang Bangun Aplikasi Pantau Dan Kendali *Mobile* Mesin Pengering Biji Kopi Berbasis *Internet Of Things*”. Saya menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini tidak luput dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati Penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Rektor Universitas Hasanuddin Makassar **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.**, dan seluruh Wakil Rektor dalam Lingkungan Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam **Dr. Eng Amiruddin** dan para Wakil Dekan serta seluruh staf yang telah memberikan bantuan selama penulis mengikuti pendidikan di FMIPA Universitas Hasanuddin.
3. Bapak **Dr. Firman, S.Si., M.Si.** selaku Ketua Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
4. Bapak **Prof. Drs. Jeffry Kusuma, Ph.D.** sebagai Ketua Program Studi Sistem Informasi Universitas Hasanuddin.
5. Bapak **Dr. Eng. Armin Lawi, S.Si., M.Eng.** selaku dosen pembimbing utama atas segala ilmu, bantuan, saran, nasehat, dan motivasi yang telah diberikan selama proses menjalani pendidikan serta kesabaran dalam membimbing penulis dalam proses penyusunan skripsi ini.
6. Bapak **Dr. Muhammad Hasbi, M.Sc** selaku Dosen Pembimbing pendamping yang senantiasa menyediakan waktu, pikiran dan saran-sarannya yang membangun dalam penulisan Skripsi ini.
7. Bapak **Dr. Agustinus Ribal, S.Si., M.Sc.** dan **Muhammad Sadno, S.Si., M.Si.** selaku penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat membangun demi penyempurnaan Skripsi ini.
8. Bapak Anthonius Gala dan Ibunda Ery S. Pagallungan selaku orang tua penulis yang senantiasa memberikan dukungan dan bantuan material serta kasih sayang dan selalu mendoakan sehingga Penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
9. Kakak tercinta dr.Lhorensia dan adik-adik tercinta Satrya Imanuel dan Jhosua Gala yang telah banyak memberi dukungan semangat dan doa sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
10. Psikiater dr. Mayamariska Sanusi, Sp.KJ yang telah banyak memberi bantuan konseling sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
11. Keluarga besar Sistem Informasi 2018 yang telah memberikan dukungan dan menjadi teman seperjuangan yang baik.
12. Semua Pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua belia pihak yang telah membantu Penulis. Semoga Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Makassar , 26 Agustus 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Nyssa Romana'.

Nyssa Romana

## ABSTRAK

NYSSA ROMANA. **Rancang Bangun Aplikasi Pantau Dan Kendali *Mobile* Mesin Pengering Biji Kopi Berbasis *Internet Of Things*** (dibimbing oleh Dr. Eng. Armin Lawi, S.Si., M.Eng dan Dr. Muhammad Hasbi, M.Sc).

**Latar belakang.** Indonesia, sebagai salah satu produsen kopi terbesar di dunia, menghadapi tantangan dalam meningkatkan produktivitas kopi dibandingkan dengan negara penghasil utama lainnya. Proses pengeringan biji kopi yang sering dilakukan secara tradisional dan bergantung pada cuaca menyebabkan kualitas yang tidak konsisten. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun aplikasi pantau dan kendali mobile berbasis Internet of Things (IoT) untuk mesin pengering biji kopi berbentuk tabung berputar (rotary machine). Mesin ini mengintegrasikan sensor DHT22 untuk pemantauan suhu dan kelembaban, dan dikendalikan oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan aktuator seperti motor listrik, pemanas, dan kipas. Aplikasi mobile yang dikembangkan memungkinkan pemantauan dan pengendalian proses pengeringan secara real-time melalui perangkat Android, menawarkan solusi yang efisien untuk mengatasi tantangan cuaca. **Metode.** Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode waterfall. **Hasil.** Pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu menjaga suhu dalam rentang optimal dan mengurangi kadar air biji kopi secara signifikan, dengan penurunan kadar air dari 22% menjadi 12,4% dalam waktu 2 jam. **Kesimpulan.** Dengan sistem ini, proses pengeringan tidak hanya menjadi lebih konsisten tetapi juga lebih terkontrol, sehingga memberikan manfaat yang berpotensi besar untuk industri kopi.

Kata Kunci: Produktivitas Kopi, Mesin Pengering, IoT, Sensor DHT22, Aplikasi Mobile



## ABSTRACT

NYSSA ROMANA. **Design and Development of a Mobile Monitoring and Control Application for a Coffee Bean Dryer Based on the Internet of Things** (Supervised by Dr. Eng. Armin Lawi, S.Si., M.Eng and Dr. Muhammad Hasbi, M.Sc).

**Background.** Indonesia, as one of the world's largest coffee producers, faces challenges in improving coffee productivity compared to other leading coffee-producing countries. The traditional coffee bean drying process, which often relies on weather conditions, results in inconsistent quality. **Aim.** This research aims to design and develop a mobile monitoring and control application based on the Internet of Things (IoT) for a rotary coffee bean drying machine. The machine integrates a DHT22 sensor for temperature and humidity monitoring, and is controlled by a NodeMCU ESP8266 microcontroller with actuators such as an electric motor, heater, and fan. The developed mobile application enables real-time monitoring and control of the drying process via Android devices, providing an efficient solution to weather-related challenges. **Method.** The research employed the waterfall method. **Results.** Testing showed that the system could maintain temperature within an optimal range and significantly reduce the moisture content of coffee beans, decreasing it from 22% to 12.4% within 2 hours. **Conclusion.** This system not only makes the drying process more consistent but also more controlled, offering significant potential benefits for the coffee industry.

**Keywords:** Coffee Productivity, Coffee Dryer, IoT, DHT22 Sensor, Mobile Application

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Tinjauan Pustaka .....	5
1.6.1 Internet of Things .....	5
1.6.2 Aktuator .....	10
1.6.3 Perangkat Lunak.....	12
1.6.4 Integrasi IoT dalam Pertanian.....	14
1.6.5 Penelitian Terdahulu .....	18
1.6.6 Kerangka Konseptual.....	19
<b>BAB II METODE PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	21
2.2 Tahapan Penelitian .....	21
2.2.1 Analisis Kebutuhan .....	22
2.2.2 Perancangan Sistem.....	22

2.2.3 Implementasi Sistem.....	24
2.2.4 Pengujian .....	24
2.2.5 Hasil .....	25
2.3 Arsitektur Sistem .....	25
2.4 Sumber Data .....	27
2.5 Instrumen Penelitian.....	27
<b>BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>28</b>
3.1 Hasil Rancangan Prototipe.....	28
3.1.1 Rancangan Prototipe Mesin Pengering .....	28
3.1.2 Rancangan Prototipe Mekanik.....	31
3.1.3 Rancangan Prototipe Perangkat Lunak .....	32
3.2 Hasil Implementasi Perangkat Keras Mesin Pengering Biji Kopi Berbasis <i>Internet of Things</i> .....	32
3.2.1 Rangkaian NodeMCU dan DHT22.....	32
3.2.2 Rangkaian NodeMCU dan relay .....	33
3.2.3 Rangkaian Keseluruhan Perangkat Keras Sistem.....	34
3.3 Hasil Implementasi Perangkat Lunak Pantau dan Kendali <i>Mobile</i> Mesin Pengering Biji Kopi Berbasis <i>Internet of Things</i> .....	38
3.3.1 Pembangunan Perangkat Lunak Menggunakan <i>Arduino IDE</i> .....	38
3.3.2 Implementasi Perangkat Lunak Sistem .....	47
3.4 Hasil Kinerja Aplikasi Pantau dan Kendali <i>Mobile</i> Mesin Pengering Biji Kopi Berbasis <i>Internet of Things</i> .....	48
3.4.1 Hasil Pengujian Aplikasi Pantau dan Kendali <i>Mobile</i> Mesin Pengering Biji Kopi Berbasis <i>Internet of Things</i> .....	49
3.4.2 Evaluasi Aplikasi Pantau dan Kendali <i>Mobile</i> Mesin Pengering Biji Kopi Berbasis <i>Internet of Things</i> .....	54
3.5 Pembahasan Kinerja Aplikasi Pantau dan Kendali <i>Mobile</i> Mesin Pengering Biji Kopi Berbasis <i>Internet of Things</i> .....	57
<b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>59</b>
4.1 Kesimpulan.....	59
4.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA.....	xv
LAMPIRAN.....	xvii

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spesifikasi NodeMCU ESP8266 .....	7
Tabel 2. Spesifikasi sensor DHT22.....	8
Tabel 3. Standar Mutu Umum Biji Kopi .....	16
Tabel 4. Standar Mutu Khusus Kopi Robusta Pengolahan Kering .....	16
Tabel 5. Daftar Alat dan harga Perangkat Keras.....	35
Tabel 6. Penelitian pertama menggunakan waktu 1 jam.....	50
Tabel 7. Penelitian kedua menggunakan waktu 1 jam 30 menit.....	51
Tabel 8. Penelitian ketiga menggunakan waktu 2 jam .....	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Grafik peringkat negara penghasil utama kopi berdasarkan Luas Lahan	1
Gambar 2. Grafik Konsumsi kopi Indonesia 2015-2020 .....	2
Gambar 3. <i>Internet Of Things</i> .....	5
Gambar 4. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 .....	7
Gambar 5. Sensor DHT22 .....	8
Gambar 6. Relay .....	9
Gambar 7. LCD 16x2 .....	9
Gambar 8. Modul I2C .....	10
Gambar 9. Motor listrik .....	10
Gambar 10. Elemen Pemanas .....	11
Gambar 11. Kipas .....	11
Gambar 12. Arduino IDE .....	12
Gambar 13. Firebase .....	13
Gambar 14. MIT App Inventor .....	13
Gambar 15. Proses Biji Kopi .....	15
Gambar 16. Lapisan Biji Kopi .....	15
Gambar 17. Pengukur kadar air .....	17
Gambar 18. Timbangan digital .....	17
Gambar 19. Flowchart Alur Penelitian .....	21
Gambar 20. Blok Diagram .....	22
Gambar 21. <i>Use case diagram</i> .....	23
Gambar 22. Deployment Diagram .....	24
Gambar 23. Flowchart Sistem Pantau .....	25
Gambar 24. Flowchart Sistem Kendali .....	26
Gambar 25. Rancangan prototipe mesin pengering .....	28
Gambar 26. Rancangan letak komponen pada mesin pengering .....	29
Gambar 27. Rancangan prototipe mesin pengering tampak samping dan penutup atas terbuka .....	30
Gambar 28. Rancangan silinder wadah kopi dalam ruang pengering .....	30
Gambar 29. Rancangan prototipe mekanik .....	31
Gambar 30. Rancangan prototipe perangkat lunak .....	32
Gambar 31. Rangkaian NodeMCU dan DHT22 .....	32
Gambar 32. Rangkaian NodeMCU dan relay .....	33
Gambar 33. Rangkaian Keseluruhan Perangkat Keras Sistem .....	34
Gambar 34. Hasil rancangan Elektronik .....	35
Gambar 35. Ilustrasi Letak Alat Pada Mesin Pengering .....	36
Gambar 36. Implementasi Perangkat Keras Mesin pengering .....	37
Gambar 37. Tampilan Arduino IDE .....	38
Gambar 38. Program Pendefinisian Library yang Digunakan .....	38
Gambar 39. Program Inisialisasi wifi dan firebase .....	39
Gambar 40. Program deklarasi firebase .....	39

Gambar 41. Program Inisialisasi pin DHT22 dan LCD .....	39
Gambar 42. Program Inisialisasi pin relay .....	40
Gambar 43. Program Inisialisasi dan deklarasi variabel.....	40
Gambar 44. Program Inisialisasi Koneksi WiFi dan Perangkat I/O .....	41
Gambar 45. Program Konfigurasi Koneksi Firebase dan Sinkronisasi Waktu .....	41
Gambar 46. Program Fungsi Pengambilan dan Penampilan Data dari Firebase ...	42
Gambar 47. Program Fungsi update data firebase .....	42
Gambar 48. Program pembacaan dan menampilkan suhu dan kelembapan pada serial monitor dan LCD .....	43
Gambar 49. Program pengiriman data suhu dan kelembapan ke firebase .....	43
Gambar 50. Program Penyimpanan Data Historis ke Firebase.....	45
Gambar 51. Program fungsi update relay.....	45
Gambar 52. Program fungsi manualcontrol.....	45
Gambar 53. Program fungsi autocontrolMode.....	46
Gambar 54. Program fungsi loop.....	46
Gambar 55. Tampilan Firebase .....	47
Gambar 56. Tampilan Aplikasi Mobile .....	48
Gambar 57. Tampilan Firebase dan Aplikasi mobile penelitian pertama .....	49
Gambar 58. Tampilan Firebase dan Aplikasi mobile penelitian kedua.....	50
Gambar 59. Tampilan Firebase dan Aplikasi mobile penelitian ketiga .....	52
Gambar 60. Grafik suhu pada percobaan pertama .....	54
Gambar 61. Pembacaan massa dan kadar air pertama.....	54
Gambar 62. Grafik suhu pada percobaan kedua.....	55
Gambar 63. Pembacaan massa dan kadar air kedua .....	55
Gambar 64. Grafik suhu pada percobaan ketiga.....	56
Gambar 65. Pembacaan massa dan kadar air ketiga .....	56

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Source Code Program .....	xviii
Lampiran 2 Gambar Mesin Pengering Berbasis IoT.....	xxiv
Lampiran 3 Gambar Aplikasi Pantau dan Kendali Mobile .....	xxv
Lampiran 4 Blok Aplikasi Mobile .....	xxvi

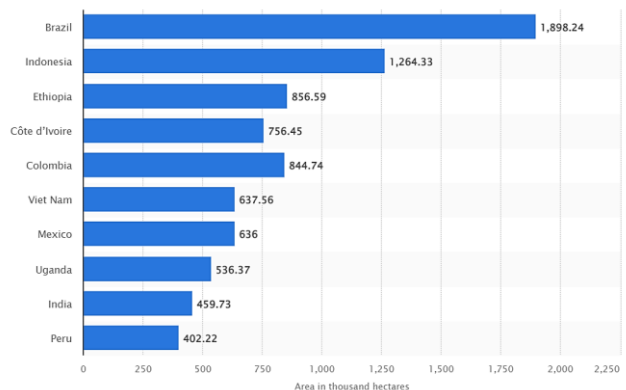
## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara agraris yang artinya sebagian besar penduduknya bekerja dalam sektor pertanian. Hal ini karena Indonesia didukung oleh kekayaan alam yang melimpah dan juga posisi Indonesia yang dinilai sangat strategis. Berdasarkan letak geografis, Indonesia terletak pada daerah tropis yang memiliki curah hujan yang tinggi. Kondisi ini membuat Indonesia memiliki lahan yang subur dan banyak jenis tumbuhan yang dapat tumbuh dengan cepat.

Ditinjau dari kontribusinya, menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) sektor pertanian Indonesia menyumbang 13,28% dari PDB pada tahun 2021, dimana sektor pertanian menjadi penyumbang terbesar kedua setelah sektor industri pengolahan. Sekitar 3,52% kontribusi sektor pertanian tersebut berasal dari subsektor perkebunan yang salah satunya adalah kopi (Kusnandar, 2022).

Dalam perdagangan skala internasional, jika dibandingkan dengan negara pengekspor utama kopi, Indonesia memiliki keunggulan pada faktor terkait sumber daya alam. Adapun luas lahan perkebunan kopi negara-negara penghasil utama kopi di dunia tahun 2020 adalah sebagai berikut:



**Gambar 1. Grafik peringkat negara penghasil utama kopi berdasarkan Luas Lahan**

Sumber: (FAO) *Food and Agriculture Organization*

Data di atas menunjukkan bahwa Indonesia menduduki peringkat kedua setelah Brazil yang memiliki luas lahan 1.898.240 Ha. Adapun luas lahan perkebunan kopi di Indonesia pada tahun 2020 adalah 1.264.330 Ha. Selanjutnya disusul oleh Ethiopia dengan luas lahan 856.590 Ha. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa Indonesia memiliki potensi dan sumber daya alam yang cukup memadai dalam perkembangan industri kopi.

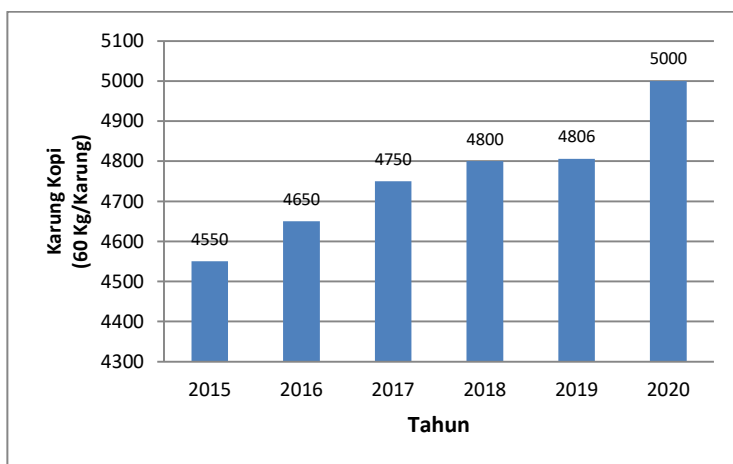


Berdasarkan status tanaman, lahan perkebunan kopi di Indonesia terbagi atas tiga macam, yaitu sebagai berikut:

1. Tanaman Belum Menghasilkan (TBM) adalah tanaman yang sampai pada saat pengamatan belum pernah memberikan hasil, karena masih muda atau tanaman sudah cukup umur tetapi belum dapat menghasilkan karena tidak cocok dengan iklim, ketinggian tempat, kondisi tanah dan sebagainya.
2. Tanaman Menghasilkan (TM) adalah tanaman yang sebelum saat pengamatan pernah memberikan hasil dan masih akan memberikan hasil, meskipun pada saat pengamatan sedang tidak menghasilkan.
3. Tanaman Tidak Menghasilkan/Tua/Rusak (TTM) adalah tanaman yang sampai dengan saat pengamatan tidak pernah memberikan hasil atau tidak akan memberikan hasil lagi disebabkan tua, rusak atau mandul.

Menurut data BPS, luas lahan Tanaman Menghasilkan (TM) pada tahun 2020 adalah 920.492 Ha dengan total jumlah produksi 757.290 ton. Sehingga produktifitas kopi Indonesia pada tahun tersebut adalah 823 Kg/Ha (Badan Pusat Statistik, 2021). Produktivitas tersebut masih tergolong rendah dibandingkan negara-negara penghasil utama kopi. Sebagai contohnya, Vietnam dengan luas lahan 637.560 Ha mampu memproduksi kopi sebesar 1.740.000 ton. Kemampuan produksi tersebut membuat Vietnam memiliki produktivitas sekitar 2.729 Kg/Ha (ICO, 2021). Faktor seperti produktivitas ini tentunya mempengaruhi jumlah kopi yang dapat diekspor oleh suatu negara.

Sementara itu berdasarkan data ICO tahun 2015-2020 konsumsi kopi di dalam negeri juga terus meningkat setiap tahunnya. Hal ini berkaitan dengan mulai menjamurnya kedai-kedai kopi di berbagai tempat termasuk kota-kota besar dan konsumsi kopi yang mulai menjadi budaya baru dalam masyarakat dari berbagai kalangan.



**Gambar 2. Grafik Konsumsi kopi Indonesia 2015-2020**

Sumber: (International Coffee Organization, 2021)

Berdasarkan data tersebut, konsumsi kopi Indonesia pada periode 2015-2020 mencapai 5000 karung kopi (dengan kapasitas 60 Kg/karung). Konsumsi tersebut terus naik sejak tahun 2015 yakni 9% persen sampai pada tahun 2020. Hal ini menunjukkan bahwa Indonesia juga memiliki peluang industri kopi dalam negeri.

Kualitas dan nilai ekspor kopi yang baik ditentukan oleh beberapa hal, salah satunya adalah kadar air. Kopi dengan kandungan air tinggi akan menghasilkan kopi dengan kualitas buruk seperti menjadi rusak, busuk, berjamur dan berubah warna. Kadar air yang dianjurkan berdasarkan mutu ekspor adalah maksimal 12,5% namun pada tingkat petani dan pedagang pengumpul, kadar air umumnya di atas 16%. Bahkan di beberapa lokasi, kadar air di atas 20% (Karolina Tarigan, 2020). Hal ini tentunya juga dipengaruhi oleh cuaca pada tiap-tiap daerah penghasil kopi. Faktor cuaca sangat berpengaruh pada lamanya waktu pengeringan yang dibutuhkan oleh para petani.

Pengeringan biji kopi merupakan salah satu tahap penting dalam proses pascapanen kopi yang mempengaruhi kualitas akhir produk. Pada umumnya, metode pengeringan tradisional yang digunakan adalah pengeringan secara alami di bawah sinar matahari. Menurut (Kusmiyati et al., 2023) pada proses alami memiliki kekurangan yaitu bergantung pada musim/cuaca, jika memasuki musim hujan maka para petani membutuhkan waktu sekitar 1 minggu untuk memastikan bahwa biji kopi telah benar-benar kering. Sedangkan proses pengeringan menggunakan oven memiliki kekurangan yaitu daya listrik yang dibutuhkan sangat besar.

Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi Internet of Things (IoT) telah banyak diimplementasikan dalam sektor pertanian untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi. IoT memungkinkan pengumpulan data secara real-time, analisis data, dan otomatisasi proses yang dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik. Dalam konteks pengeringan biji kopi, IoT dapat digunakan untuk memantau dan mengontrol kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban secara otomatis, sehingga proses pengeringan dapat berjalan lebih efisien dan konsisten. Mesin pengering ini didesain dapat terkoneksi dengan internet. Dengan inovasi ini diharapkan mesin pengering kopi dapat menjadi alternatif kepada masyarakat khususnya petani kopi untuk melakukan proses pengeringan biji kopi tanpa adanya kendala cuaca maupun daya listrik yang tinggi. Metode ini memiliki beberapa kelemahan, antara lain ketergantungan pada kondisi cuaca, waktu pengeringan yang lama, dan risiko kontaminasi oleh debu, kotoran, atau mikroorganisme. Hal ini dapat menyebabkan kualitas biji kopi menurun, baik dari segi cita rasa maupun nilai ekonomis (Kusmiyati et al., 2023).

Berdasarkan latar belakang ini, penelitian ini bertujuan untuk **merancang dan membangun aplikasi pantau dan kendali mobile untuk mesin pengering biji kopi berbasis IoT**. Aplikasi ini akan memungkinkan monitoring dan pengendalian kondisi pengeringan secara real-time melalui perangkat mobile, sehingga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas pengeringan biji kopi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah di atas, dapat dikemukakan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun mesin pengering biji kopi yang dapat dipantau dan dikendalikan menggunakan perangkat IoT?
2. Bagaimana merancang dan membangun aplikasi pantau dan kendali *mobile* yang datanya diperoleh dari mesin pengering biji kopi berbasis IoT?
3. Bagaimana menguji kinerja aplikasi pantau dan kendali *mobile* untuk mesin pengering kopi berbasis IoT?

## 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan uraian di atas maka batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian sebagai berikut:

1. Hanya melakukan pemantauan dan pengendalian pada proses pengeringan biji kopi.
2. Tidak mengamati semua faktor yang mempengaruhi pengeringan namun hanya mengamati suhu dan kelembapan ruang pada mesin pengering biji kopi.
3. Biji kopi yang dikeringkan adalah jenis kopi robusta.
4. Tidak melakukan analisa lebih lanjut terhadap database pengeringan biji kopi.
5. Aplikasi *interface* hanya dapat dijangkau oleh pengguna android.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang aplikasi pantau dan kendali mesin pengering biji kopi berbasis IoT.
2. Membangun aplikasi pantau dan kendali *mobile* yang datanya diperoleh dari mesin pengering biji kopi berbasis IoT.
3. Mengevaluasi kinerja aplikasi pantau dan kendali mobile untuk mesin pengering kopi berbasis IoT.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan uraian di atas, manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan kualitas produk dengan menghasilkan biji kopi dengan kualitas yang baik.



jaringan internet, yang memungkinkan objek tersebut untuk mengumpulkan dan bertukar data. *Internet of Things* memungkinkan suatu objek untuk digunakan dan dikendalikan melalui *remote* pada infrastruktur jaringan yang ada, sehingga menciptakan peluang untuk menggabungkan dunia fisik dan sistem berbasis komputer langsung sehingga menghasilkan peningkatan efisiensi, akurasi dan manfaat ekonomi (Widiastuti & Mirnawati, 2020).

Melalui penggunaan layanan yang sesuai penerapan IoT memberikan solusi dan fungsi yang mengembangkan wawasan serta meningkatkan potensi serta kemampuan pemantauan dan pengendalian proses ataupun aset sebuah industri (Lampropoulos dkk., 2019). Hal tersebut membuat penerapan IoT dapat menunjang peningkatan kualitas dari suatu industri.

Salah satu bentuk penerapan teknologi berbasis IoT adalah penanganan pascapanen produk pertanian. Proses pengeringan merupakan tahapan pascapanen yang memerlukan pemantauan dan pengendalian suhu dan kelembapan udara. Hal ini dikarenakan suhu dan kelembapan sangat mempengaruhi lamanya proses pengeringan. Faktor cuaca yang cenderung berubah-ubah menjadi salah satu hal yang mempengaruhinya, sehingga diharapkan teknologi IoT mampu meningkatkan kualitas hasil pertanian dan membuat proses pengeringan lebih efisien dari segi waktu dan tenaga petani.

## 1. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil (*special purpose computer*) di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, *timer*, saluran komunikasi serial dan paralel, port input/output, serta ADC. Mikrokontroler dapat kita gunakan untuk berbagai aplikasi misalnya untuk pengendalian, otomasi industri, akuisisi data, telekomunikasi, dan lain-lain. Keuntungan menggunakan mikrokontroler yaitu harganya murah, dapat diprogram berulang kali, dan dapat kita program sesuai dengan keinginan (Suhaeb dkk., 2017).

Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah NodeMCU. NodeMCU adalah sebuah board elektronik yang berbasis chip ESP8266 dengan kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler dan juga koneksi internet melalui *WiFi*. NodeMCU ESP8266 merupakan modul turunan pengembangan dari modul platform IoT (*Internet of Things*) keluarga ESP8266 tipe ESP-12. Secara fungsi modul ini hampir menyerupai dengan platform modul arduino, tetapi yang membedakan yaitu dikhususkan untuk konek ke internet.



**Gambar 4. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266**

NodeMCU memiliki beberapa pin I/O sehingga dapat dikembangkan menjadi sebuah aplikasi monitoring maupun controlling pada proyek IoT. nodeMCU ESP8266 dapat diprogram dengan *compiler* arduino yaitu menggunakan Arduino IDE. Bentuk fisik dari nodeMCU ESP8266, terdapat port USB (*mini USB*) sehingga akan memudahkan dalam pemrogramannya. Adapun spesifikasi dari NodeMCU adalah sebagai berikut:

**Tabel 1. Spesifikasi NodeMCU ESP8266**

Spesifikasi	NODEMCU V1
Mikrokontroler	ESP8266
Ukuran Board	57 mmx 30 mm
Tegangan Input	3.3 ~ 5V
GPIO	13 PIN
Kanal PWM	10 Kanal
10 bit ADC Pin	1 Pin
Flash Memory	4 MB
Clock Speed	40/26/24 MHz
WiFi	IEEE 802.11 b/g/n
Frekuensi	2.4 GHz – 22.5 Ghz
USB Port	Micro USB
USB to Serial Converter	CH340G

## 2. Sensor

Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik seperti tekanan, gaya, besaran listrik, cahaya, gerakan, kelembaban, suhu, kecepatan dan fenomena-fenomena lingkungan lainnya. Input yang terdeteksi tersebut akan dikonversi mejadi output yang dapat dimengerti oleh manusia baik

melalui perangkat sensor itu sendiri ataupun ditransmisikan secara elektronik melalui jaringan untuk ditampilkan atau diolah menjadi informasi yang bermanfaat bagi penggunaannya. Adapun pada penelitian ini menggunakan dua sensor yaitu DHT22.



**Gambar 5. Sensor DHT22**

Sensor DHT-22 atau AM2302 merupakan sensor suhu dan kelembaban. Sensor ini memiliki keluaran berupa sinyal digital dengan konversi dan perhitungan dilakukan oleh MCU 8-bit terpadu. Sensor DHT22 memiliki rentang pengukuran suhu dan kelembaban yang luas, DHT22 mampu mentransmisikan sinyal keluaran melewati kabel hingga 20 meter sehingga sesuai untuk ditempatkan di mana saja.

**Tabel 2. Spesifikasi sensor DHT22**

Spesifikasi	DHT22
Tegangan input	3.3-6V DC
Signal Output	Signal digital via 1 kawat
Range	Suhu: $-40^{\circ}\text{C}$ – $80^{\circ}\text{C}$ Kelembapan 0% - 100%
Akurasi	$\pm 2^{\circ}\text{C}$ (Suhu) $\pm 5\%$ RH (Kelembapan)
Ukuran	15.1 mm x 25 mm x 7.7 mm

### 3. Relay

Relay merupakan perangkat elektronika yang dapat menghubungkan atau memutuskan arus listrik yang besar dengan memanfaatkan arus listrik yang kecil. Selain itu relay merupakan saklar yang bekerja dengan menggunakan prinsip elektromagnet, dimana ketika ada arus lemah yang mengalir melalui kumparan, inti besi akan menjadi magnet. Setelah menjadi magnet, inti besi tersebut akan menarik jangkar besi sehingga kontak saklar akan terhubung dan arus listrik dapat mengalir. Sementara itu pada saat arus lemah yang masuk melalui kumparan diputuskan maka saklar akan terputus.

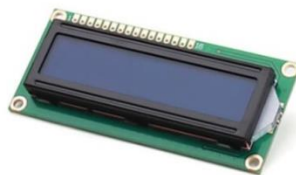


**Gambar 6. Relay**

Relay terdiri dari *coil* dan *contact*. *Coil* adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik. Sedangkan, *contact* adalah sejenis saklar yang dipengaruhi dari ada tidaknya arus listrik pada *coil*.

#### 4. LCD 16x2 I2C

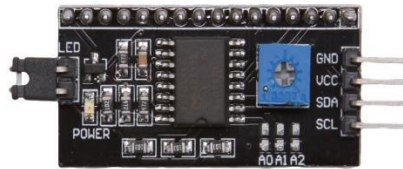
LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD (*Liquid Crystal Display*) bisa menampilkan suatu gambar/karakter dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai titik cahaya. LCD 16x2 dapat menampilkan sebanyak 32 karakter yang terdiri dari 2 baris dan tiap baris dapat menampilkan 16 karakter.



**Gambar 7. LCD 16x2**

LCD 16x2 pada umumnya menggunakan 16 pin sebagai kontrolnya. Namun akan sangat boros apabila menggunakan 16 pin tersebut sehingga digunakan driver khusus sehingga LCD dapat dikontrol dengan modul I2C atau *Inter-Integrated Circuit*. Dengan modul I2C, maka LCD 16x2 hanya memerlukan dua pin untuk mengirimkan data dan dua pin untuk pemasok tegangan.





**Gambar 8. Modul I2C**

Dengan adanya modul I2C, LCD 16x2 hanya memerlukan empat pin yang perlu dihubungkan ke NodeMCU yaitu :

1. GND : Terhubung ke ground
2. VCC : Terhubung dengan 5V
3. SDA : Sebagai I2C data dan terhubung ke pin D2
4. SCL : Sebagai I2C data dan terhubung ke pin D1

### 1.6.2 Aktuator

Aktuator adalah perangkat yang mengubah sinyal listrik menjadi output fisik. Aktuator digunakan untuk menggerakkan atau mengontrol suatu sistem yang terhubung dan dikendalikan oleh program pada mikrokontroler. Adapun aktuator yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Motor Listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektromagnet. Pada penelitian ini motor listrik digunakan untuk menggerakkan tabung/silinder pengeringan kopi. Motor listrik digunakan bersama dengan *gearbox* WPA 40 dengan rasio 1:30 sebagai pereduksi kecepatan pada motor listrik.



**Gambar 9. Motor listrik**

Adapun spesifikasi motor listrik yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Speed: 2900 RPM
2. Voltage: 220V/50Hz
3. Current: 1.5 A
4. Diameter as: 12 mm

## 2. Elemen Pemanas

Elemen pemanas merupakan alat yang mengubah energi listrik menjadi energi panas. Elemen pemanas memiliki berbagai jenis bentuk dan ukuran sesuai dengan aplikasinya pada industri.



**Gambar 10. Elemen Pemanas**

**Gambar 10** menunjukkan Elemen Pemanas. Pada penelitian ini jenis elemen pemanas yang digunakan adalah *tubular heater*. *Tubular heater* adalah elemen pemanas dirancang berbentuk tabung dengan ukuran panjang dan diameter tertentu. Pada penelitian ini tubular heater berfungsi untuk memanaskan ruang pengeringan biji kopi sehingga mencapai suhu tertentu. Adapun spesifikasi dari *tubular heater* pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tegangan: 220V
2. Daya: 300W
3. Diameter: 6,5 mm
4. Panjang: 290 mm

## 3. Kipas

Kipas merupakan suatu alat yang digunakan untuk menghasilkan angin guna mendinginkan udara. Pada penelitian ini kipas bertujuan untuk menurunkan suhu dalam mesin pengeringan.



**Gambar 11. Kipas**

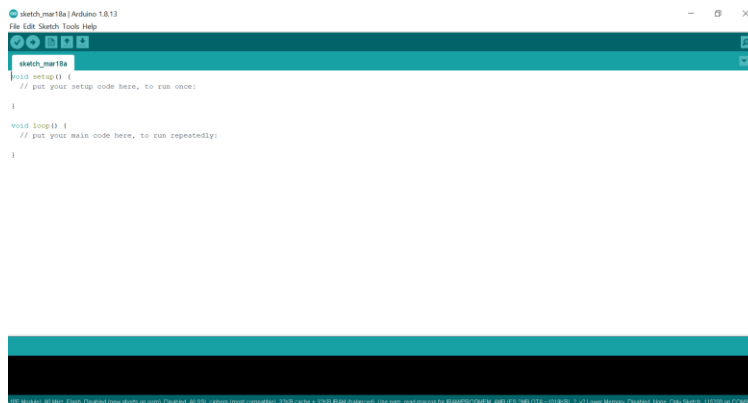
**Gambar 11** menunjukkan kipas DC. Adapun spesifikasi kipas yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Ukuran: 8cm x 8cm x 2.5cm
2. Arus : 0.30A
3. Kabel merah : +12V DC
4. Kabel hitam : -12V DC

### 1.6.3 Perangkat Lunak

#### 1. Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah *software* yang digunakan untuk membuat *sketch* pemrograman atau dengan kata lain arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram. Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, meng-upload ke board yang ditentukan, dan meng-coding program tertentu. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA yang dilengkapi dengan library C/C++ sehingga membuat operasi *input/output* lebih mudah.



**Gambar 12.** Arduino IDE

**Gambar 12** menunjukkan tampilan arduino IDE. Setiap program arduino atau yang biasa disebut *sketch* mempunyai dua buah fungsi yang harus ada dalam setiap program yaitu :

1. *void setup (){}*  
*Void setup* merupakan fungsi yang hanya menjalankan program yang ada didalam kurung kurawal sebanyak 1 kali.
2. *void loop (){}*  
*Void loop* merupakan fungsi yang akan dijalankan setelah fungsi *void setup(){}* selesai, setelah dijalankan 1 kali, fungsi ini akan dijalankan lagi dan lagi secara terus menerus sampai catu daya (*power*) dilepaskan.

#### 2. Firebase

Firebase merupakan salah satu produk Google yang dapat digunakan untuk komunikasi antar perangkat secara *online*, misalnya melakukan analisis aplikasi,

penyimpanan data, pengiriman pesan dan laporan *error* atau *bug* aplikasi (Mahendra, 2019). Sehingga dengan berbagai kemampuan tersebut firebase dapat mempermudah para *developer* untuk mengembangkan suatu aplikasi yang berhubungan dengan beberapa perangkat.

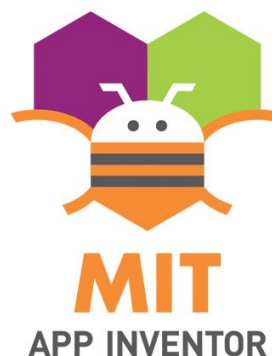


**Gambar 13. Firebase**

**Gambar 13** menunjukkan Firebase. Pada penelitian ini fitur yang digunakan pada firebase adalah *realtime database*. Dengan menggunakan fitur tersebut data akan disimpan dan dieksekusi dalam bentuk JSON dan disinkronkan secara *realtime* ke setiap user yang terkoneksi. Data yang tersimpan pada firebase akan ditampilkan pada aplikasi android untuk memudahkan pemantauan dan pengendalian jarak jauh.

### **3. MIT App Inventor**

MIT App Inventor merupakan platform berbasis web untuk memudahkan proses pembuatan aplikasi sederhana tanpa harus mempelajari atau menggunakan bahasa pemrograman yang terlalu banyak. MIT App Inventor awalnya dikembangkan oleh Google, dan saat ini dikelola oleh Massachusetts Institute of Technology.



**Gambar 14. MIT App Inventor**

**Gambar 14** menunjukkan MIT App Inventor. Dengan app inventor, pengguna bisa melakukan pemrograman komputer untuk menciptakan aplikasi perangkat lunak dengan sistem operasi berbasis android. App inventor ini berbasis *visual*

*block programming* karena memungkinkan pengguna bisa menggunakan, melihat, menyusun dan *men-drag and drops block* yang merupakan simbol perintah dan fungsi *event handler* untuk menciptakan sebuah aplikasi yang bisa berjalan di sistem android.

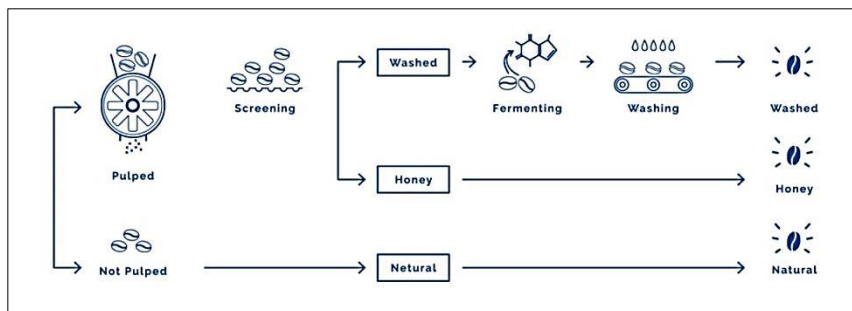
#### **1.6.4 Integrasi IoT dalam Pertanian**

Sistem pengering biji kopi berbasis Internet of Things (IoT) merupakan inovasi dalam proses pengeringan biji kopi yang memanfaatkan teknologi modern untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas. Sistem ini mengintegrasikan mesin pengering biji kopi dengan berbagai komponen IoT seperti sensor, aktuator, dan platform komunikasi berbasis internet. Sensor suhu dan kelembapan, seperti DHT22, berperan penting dalam mengukur kondisi lingkungan di dalam ruang pengering, sementara aktuator seperti pemanas dan kipas digunakan untuk mengontrol suhu dan sirkulasi udara guna mencapai kondisi ideal pengeringan. Data yang dikumpulkan oleh sensor kemudian diproses oleh NodeMCU ESP8266, sebuah microcontroller dengan konektivitas Wi-Fi, yang mengirimkan informasi ini ke platform IoT seperti Firebase.

Firebase berfungsi sebagai basis data real-time, memungkinkan aplikasi mobile atau web untuk mengakses, menampilkan, dan menganalisis data yang relevan. Dengan sistem ini, pengguna dapat memantau kondisi pengeringan secara real-time, melakukan pengendalian jarak jauh, dan mendapatkan notifikasi serta analisis data historis. Keuntungan utama dari sistem ini meliputi peningkatan efisiensi proses pengeringan, kontrol kualitas biji kopi yang lebih baik, dan kemudahan dalam pemantauan dan pengendalian dari jarak jauh. Namun, tantangan seperti memastikan konektivitas yang stabil dan melindungi data dari akses yang tidak sah memerlukan perhatian khusus dan penerapan solusi yang tepat, seperti penggunaan jaringan Wi-Fi yang handal dan implementasi enkripsi data. Secara keseluruhan, sistem pengering biji kopi berbasis IoT menawarkan pendekatan yang modern dan efektif dalam meningkatkan proses pengeringan biji kopi, dengan dampak positif yang signifikan terhadap kualitas dan efisiensi operasional.

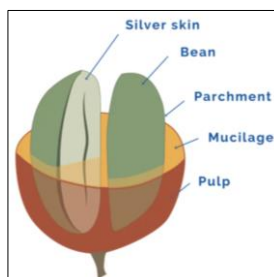
### **1. Metode Pengolahan**

Pengolahan buah kopi pascapanen yang umum digunakan saat ini adalah *semi wash process*, *full washed process*, *honey process* dan *natural/dry process*. Berikut adalah gambaran perbedaan proses pengolahan biji kopi tiap metode pengolahan.



**Gambar 15. Proses Biji Kopi**

**Gambar 15** menunjukkan proses pengolahan biji kopi. Proses basah (*washed*) air digunakan untuk mengupas buah ceri sampai ke bagian *mucilagenya*, sehingga hanya tersisa biji kopinya saja sebelum kopi tersebut dikeringkan. Pada metode *honey process* buah kopi dikupas dan dikeringkan dengan lapisan *mucilage* yang masih menyelimuti biji kopi tersebut. Pada saat tahap pengeringan lapisan *mucilage* tersebut membuat biji kopi menjadi semakin lengket yang mirip tekstur madu sehingga disebut *honey process*. Sedangkan, *natural process* adalah proses pengeringan kopi langsung dengan kulit paling luar di bawah sinar matahari. Berikut adalah gambaran lapisan pada biji kopi untuk mempermudah pemahaman.



**Gambar 16. Lapisan Biji Kopi**

**Gambar 16** menunjukkan lapisan biji kopi. Adapun pada penelitian ini peneliti menggunakan biji kopi dengan pengolahan *honey process*. Kopi yang diolah dengan *honey process* cenderung memiliki cita rasa manis yang tinggi dibandingkan dengan proses pengolahan lainnya. Metode ini banyak dipakai di Amerika tengah dan disebut dengan kata *miel*, yang artinya madu sehingga saat ini dikenal dengan *honey process*. Belakangan proses ini juga semakin banyak digunakan oleh petani Indonesia. Hal ini dikarenakan kapasitas olah kecil, mudah dilakukan dan menggunakan peralatan sederhana.

Pada *honey process*, ceri kopi akan dikupas dengan mesin pulper untuk membuang kulit dan sebagian besar daging buahnya. Mesin pulper dapat diatur untuk menentukan seberapa banyak daging buah diingikan tetap melekat dengan

biji sebelum dijemur. Kemudian biji kopi dijemur di meja – meja pengering. Lamanya tahap pengeringan pada *honey process* sekitar 8-30 hari tergantung pada ketebalan lapisan lendir. Hal tersebut cukup menghabiskan waktu yang lama padahal pengeringan merupakan suatu proses penting yang terjadi dalam industri pangan.

Berdasarkan penjelasan di atas, adapun tahapan-tahapan yang ada pada *honey process* yaitu:

1. Pemetikan ceri kopi
2. Sortasi
3. Pengupasan menggunakan mesin pulper
4. Pengeringan

## 2. Standar Mutu Biji Kopi

Syarat mutu umum dan khusus biji kopi berdasarkan pada SNI biji kopi nomer 01-2907-2008 adalah sebagai berikut:

**Tabel 3. Standar Mutu Umum Biji Kopi**

No	Kriteria	Satuan	Persyaratan
1	Serangga hidup	-	Tidak ada
2	Biji berbau busuk dan berbau kapang	-	Tidak ada
3	Kadar air	% fraksi massa	Maks. 12.5%
4	Kadar kotoran	% fraksi massa	Maks. 0.5%

Sumber : (Badan Standardisasi Nasional, 2008)

Berdasarkan **Tabel 1** mutu umum biji kopi di atas maka kriteria seperti serangga hidup, biji berbau busuk dan berbau kapang diharapkan tidak ada agar biji kopi memenuhi SNI. Selain itu terdapat persyaratan untuk kadar air yaitu maksimal 12,5% dan kadar kotoran maksimal 0,5%.

**Tabel 4. Standar Mutu Khusus Kopi Robusta Pengolahan Kering**

Ukuran	Kriteria	Satuan	Persyaratan
Besar	Tidak lolos ayakan berdiameter 6,5 mm (Sieve No.16)	% fraksi massa	Maks lolos 5%
Sedang	Lolos ayakan diameter 6,5 mm, tidak lolos ayakan berdiameter 3,5 mm (Sieve No.9)	% fraksi massa	Maks lolos 5%

Sumber : (Badan Standardisasi Nasional, 2008)

Berdasarkan tabel di atas maka syarat mutu khusus kopi robusta pengolahan kering terbagi atas dua yaitu ukuran besar dan sedang. Adapun ukuran besar dengan kriteria yaitu tidak lolos ayakan berdiameter 6,5 mm (*Sieve No.16*) atau dengan persyaratan maksimal lolos 5% fraksi massa. Sedangkan ukuran sedang dengan kriteria yaitu lolos ayakan berdiameter 6,5 mm (*Sieve No.16*) dan tidak lolos ayakan berdiameter 3.5 mm (*Sieve No.9*) atau dengan persyaratan maksimal lolos 5% fraksi massa.

### 3. Metode Pengukuran Kadar Air



**Gambar 17. Pengukur kadar air**

**Gambar 17** menunjukkan alat pengukur air. Kadar air adalah kandungan air yang terdapat dalam suatu bahan berupa biji-bijian ataupun material. Penelitian ini menggunakan Digital Grain Moisture sebagai alat pengukur kadar air biji kopi.

### 4. Metode Pengukuran Massa Biji Kopi



**Gambar 18. Timbangan digital**

Massa biji kopi adalah biji kopi yang diukur dalam satuan gram atau kilogram. Biji kopi dengan kadar air tinggi memiliki massa yang lebih besar karena air menambah massanya. Selama proses pengeringan, kadar air berkurang, menyebabkan penurunan massa bijikopi



## 5. Laju Pengeringan

Laju pengeringan terhadap suatu produk didapat dengan membandingkan perubahan berat produk yang terjadi dengan durasi proses pengeringan (Gultom, 2019). Laju pengeringan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini .

$$Q_a = \frac{W_{kb} - W_f}{N} \quad (1)$$

Dimana:

$Q_a$  = laju pengeringan (gram/jam)

$W_{kb}$  = massa biji kopi awal (gram)

$W_f$  = massa biji kopi akhir (gram)

$N$  = durasi pengeringan (jam)

### 1.6.5 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pengembang mengambil rangkuman dari beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan, sebagai berikut:

1. Andry Petrus Launda, Dringhuzen J Mamahit, Elia Kendek Allo 2017 dengan judul Prototipe Sistem Pengering Biji Pala Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Penelitian ini menggunakan sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan relatif. Kekurangan dari penelitian ini adalah pemantauan terbatas hanya melalui LCD dan tidak dapat dilakukan dengan jarak jauh.
2. Arshila Ariadna Dwirossi 2017, dengan judul penelitian Rancang Bangun Sistem Monitoring Kadar Air Biji Kopi Pada Mesin Pengering Biji Kopi Berbasis Penjejak Matahari Aktif Dengan Mikrokontroler Atmega16. Penelitian ini menggunakan objek penelitian yang sama yaitu mesin pengering biji kopi namun belum melakukan pemantauan dan pengendalian jarak jauh.
3. Anizar Indriani, Yovan Witanto, dan Hendra tahun 2019 dengan judul penelitian Pembuatan Alat Pengering Berputar (Rotary) Kopi Dan Lada Hitam Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Desa Air Raman Kabupaten Kepahiang Propinsi Bengkulu. Penelitian ini menggunakan model mesin pengering yang sama yaitu model *rotary*.
4. Asyiva Nurbaeti, Mila Kusumawardani, dan Hendro Darmono tahun 2021 dengan judul Rancang Bangun Alat Pengering Biji Kopi Berbasis Internet Of Things. Penelitian ini menggunakan perangkat IoT yang sama namun

menggunakan model mesin pengeringan yang berbeda yaitu model box pengering.

5. Simon Santo T Gultom tahun 2019 dengan judul Rancang Bangun dan Pengujian Alat Pengering Biji Kopi Tenaga Listrik dengan Pemanfaatan Energi Surya. Penelitian ini menggunakan objek penelitian yang sama yaitu biji kopi serta menghitung kadar air berdasarkan massa awal dan akhir namun tidak melakukan pemantauan dan pengendalian berbasis *Internet of Things*.

#### 1.6.6 Kerangka Konseptual

Kopi (*coffea sp*) adalah salah satu komoditas unggulan di Indonesia karena memiliki nilai jual yang cukup tinggi. Kopi memiliki kontribusi yang signifikan dalam perekonomian yaitu sebagai penghasil devisa, sumber pendapatan petani, penghasil bahan baku industri. membuka lapangan kerja dan pembangunan daerah.



Permasalahan umum yang ditemukan pada petani dan pedagang pengumpul biji kopi adalah kadar air dalam biji kopi yang tidak sesuai dengan SNI sehingga mempengaruhi nilai jual dan kualitas biji kopi. Hal tersebut disebabkan oleh minimnya penerapan teknologi pasca panen dan faktor cuaca yang terkadang tidak mendukung proses pengeringan.



*Internet of Things* merupakan sebuah teknologi yang memungkinkan adanya sebuah pengendalian, komunikasi, kerjasama dengan berbagai perangkat keras, dan pengiriman data melalui jaringan internet.



Berdasarkan hal di atas maka akan dibuatkan aplikasi pantau dan kendali *mobile* mesin pengeringan biji kopi berbasis *Internet of Things*.



Melalui aplikasi tersebut akan dilakukan pemantauan suhu, kelembapan dan massa kopi. Adapun di dalam mesin dilengkapi dengan sensor DHT22 sebagai pendeteksi suhu, aplikasi mobile untuk input massa, adar air dan waktu pengeringan, relay untuk mengatur ON/OFF aktuator, dan mikrokontroler untuk menerima dan mengirim data.