

**RANCANG BANGUN DAN UJI ALAT PENGERING KOPI  
TIPE *BED DRYER HYBRID* TENAGA SURYA DAN GAS**

**SULHIKMA RAMADHAN**

**G041191034**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAN HASSANUDDIN  
MAKASSAR**

**2023**

**RANCANG BANGUN DAN UJI ALAT PENGERING KOPI  
TIPE *BED DRYER HYBRID* TENAGA SURYA DAN GAS**

**SULHIKMA RAMADHAN**

**G041 19 1034**



Skripsi

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Teknologi Pertanian

Pada

Departemen Teknologi Pertanian

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

Makassar

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

### Rancang Bangun dan Uji Alat Pengering Kopi Tipe *Bed Dryer Hybrid* Tenaga Surya dan Gas

Disusun dan diajukan oleh

**SULHIKMA RAMADHAN**

**G041 19 1034**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 25 Juli 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

**Pembimbing Utama,**

**Pembimbing Pendamping**

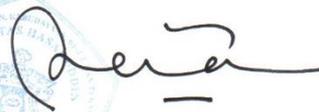


**Dr. Ir. Iqbal, S.TP., M.Si., IPM.**  
NIP. 19781125 200212 1 001



**Diah Yumeina, S.TP., M.Agr., Ph.D.**  
NIP. 19810129 200912 2 003

**Ketua Program Studi  
Teknik Pertanian**



**Diah Yumeina, S.TP., M.Agr., Ph.D.**  
NIP. 19810129 200912 2 003

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sulhikma Ramadhan  
NIM : G041 19 1034  
Program Studi : Teknik Pertanian  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul Rancang bangun dan uji Alat Pengering Kopi Tipe *Bed Dryer Hybrid* Tenaga Surya dan Gas adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari skripsi karya saya ini membuktikan bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 25 Juni 2023

Yang Menyatakan



Sulhikma Ramadhan

## ABSTRAK

Sulhikma Ramadhan (G041191034). Rancang Bangun dan Uji Alat Pengering Kopi Tipe *Bed Dryer Hybrid* Tenaga Surya dan Gas. Pembimbing: IQBAL dan DIYAH YUMEINA

Bantaeng merupakan salah satu daerah penghasil kopi di Sulawesi Selatan yang membudidayakan kopi robusta dan arabika. Masyarakat melakukan pengolahan kopi secara tradisional terutama dalam hal pengeringan kopi. Penanganan secara tradisional dapat berpotensi merusak bahan yang dikeringkan. Penanganan pasca panen memerlukan teknologi untuk mempermudah masyarakat dalam mengolah kopi. Berdasarkan hal tersebut maka dibutuhkan alat untuk membantu masyarakat dalam melakukan pengeringan. Tujuan dari penelitian ini untuk menghasilkan alat pengering tipe *bed dryer hybrid*. Penelitian ini dilakukan dengan membuat desain alat, pengadaan alat dan bahan, perakitan atau pembuatan alat serta pengujian alat. *Burner* dapat menyala otomatis jika suhu berada di bawah *setting point* dan dapat mati otomatis jika mencapai *setting point*. Sensor berfungsi untuk mendeteksi kenaikan suhu dengan akurasi pengukuran suhu 0,2 °C. Tungku dapat menaikkan suhu lingkungan rata-rata 29,8 °C menjadi suhu udara pengering rata-rata 49,9 °C. Konversi tenaga surya dapat menaikkan suhu dari suhu lingkungan rata-rata 29,8 °C menjadi suhu udara pengering rata-rata 45,3 °C. Berdasarkan hasil dari penelitian ini diperoleh sebuah alat pengering kopi tipe *bed dryer hybrid* tenaga surya dan gas yang terdiri dari beberapa komponen seperti rangka, bak penampung, tungku pemanas, penutup dan *blower*. Suhu yang terdapat pada alat pengering selalu stabil dan lebih tinggi dibandingkan suhu lingkungan alat pengering. Kelembaban rata-rata udara pengering sebesar 31,5% lebih rendah jika dibandingkan dengan kelembaban rata-rata lingkungan yaitu sebesar 67,8%. Pengeringan dengan kadar air awal biji kopi sebesar 49,8% menjadi kadar air akhir biji kopi 12%. Alat pengering yang dirancang memiliki suhu rata-rata 45,3 °C, ini menunjukkan bahwa alat ini dapat berfungsi dengan mengeringkan bahan sebanyak 45 kg.

**Kata Kunci:** Alat, Kelembaban, Kopi, Pengering, Suhu, Tradisional.

## **ABSTRACT**

Sulhikma Ramadhan (G041191034). *Design and Test of a Solar and Gas Powered Hybrid Bed Dryer Type Coffee Dryer. Supervised By: IQBAL and DIYAH YUMEINA*

*Bantaeng is one of the coffee-producing regions in South Sulawesi that cultivates robusta and arabica coffee. People do coffee processing traditionally, especially in terms of drying coffee. Traditional handling can potentially damage the dried material. Post-harvest handling requires technology to make it easier for people to process coffee. Based on this, a tool is needed to help the community in drying. The purpose of this research is to produce a hybrid bed drier. This research was carried out by making tool designs, procuring tools and materials, assembling or making tools and testing tools. The burner can turn on automatically if the temperature is below the setting point and can turn off automatically if it reaches the setting point. The sensor serves to detect temperature kenailakan with a temperature measurement accuracy of 0.2 °C. The furnace can raise the average ambient temperature of 29.8 °C to an average drying air temperature of 49.9 °C. Solar power conversion can raise the temperature from an average ambient temperature of 29.8 °C to an average drying air temperature of 45.3 °C. Based on the results of this study, a solar and gas hybrid bed drier type coffee dryer is obtained which consists of several components such as frames, storage tanks, heating furnaces, covers and blowers. The temperature contained in the dryer is always stable and higher than the ambient temperature of the dryer. The average humidity of the drying air of 31.5% is lower when compared to the average humidity of the environment which is 49.8%. The initial moisture content of coffee beans of 0.595% can be dried with the final moisture content of coffee beans being 12%. The designed dryer has an average temperature of 45.3 °C, indicating that it can function by drying 45 kg of material.*

**Keywords:** *Tools, Humidity, Coffee, Dryer, Temperature, Traditional.*

## PERSANTUNAN

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Rancang Bangun dan Uji Alat Pengering Kopi Tipe *Bed Dryer Hybrid* Tenaga surya dan Gas”. Penulis menyadari bahwa dengan selesainya penulisan skripsi ini tidak lepas dari doa dan dukungan serta semangat dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ayahanda **Sudirman** beserta Ibunda **Jumarti** atas dukungan dan pengorbanan yang tidak terhingga diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat sampai pada titik sekarang.
2. **Dr. Ir. Iqbal, S.TP., M.Si., IPM dan Diyah Yumeina, S.TP., M.Agr., Ph.D** selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, kritikan, saran serta arahan kepada penulis.
3. **Dr. Ir. Abdul Waris, M.T dan Muhammad Tahir Sapsal, S.TP., M.Si** selaku dosen penguji yang telah memberikan kritikan serta saran kepada penulis.
4. Teman-teman **KKNT MBKM Teknik Pertanian Universitas Hasanuddin** yang telah banyak membantu proses penelitian. Ucapan terimakasih terkhusus untuk **Putu Laksmna, Kiki Febrianti, Nurul Wahyuni dan Fernando**.
5. **Sentra pengolahan kopi Banyorang** selaku mitra kerjasama dalam proses penelitian yang dilaksanakan. Terkhusus kepada **Harifuddin, S.Farm dan Herlambang Putra Bagus Arifin Ahmad**.
6. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada teman-teman **TOUR GANK dan Piston 2019** yang selalu memberikan semangat dan bantuan kepada penulis terkhusus kepada **Selpiah dan Sultan Erlangga** serta teman seperjuangan **A.Muhammad Ilham dan Andi Refi Mustaqim**.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa membalas segala kebaikan mereka dengan kebaikan dan pahala yang berlipat ganda. Aamiin.

Makassar 25 Juni 2023

Sulhikma Ramadhan

## RIWAYAT HIDUP



**SULHIKMA RAMADHAN** lahir di Jampu Kabupaten Soppeng pada tanggal 03 Desember 2000. Anak pertama dari pasangan bapak Sudirman dan Jumarti. Adapun riwayat pendidikan yang sudah ditempuh oleh penulis mulai dari taman kanak-kanak sampai pada pendidikan S1 adalah sebagai berikut:

1. Memulai pendidikan pertama di Taman Kanak-Kanak di RA DDI Mattampawalie 2006-2007.
2. Melanjutkan pendidikan sekolah dasar di SDN 91 Pacongkang pada tahun 2007-2013.
3. Pada tahun 2013 melanjutkan pendidikan di SMPN 2 Liliraja dan selesai pada tahun 2016.
4. Melanjutkan pendidikan di jenjang menengah atas di SMAN 2 Soppeng pada tahun 2016 sampai tahun 2019.
5. Melanjutkan pendidikan di Universitas Hasanuddin Makassar, Fakultas Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian pada tahun 2019 sampai tahun 2023.

Penulis aktif dalam kegiatan akademik maupun non-akademik. Penulis aktif dalam mengikuti berbagai perlombaan Karya Tulis Ilmiah baik yang diselenggarakan oleh Kemenristekdikti maupun oleh Universitas-universitas. Anggota dari Ikatan Mahasiswa Pelajar Soppeng (IMPS) Rayon Liliraja. Selain itu, penulis juga aktif menjadi Asisten Laboratorium pada beberapa mata kuliah. Asisten Laboratorium yang dinaungi oleh *Agricultural Engineering Study Club* (TSC).

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PERNYATAAN KEASLIAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK .....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
PERSANTUNAN .....	x
RIWAYAT HIDUP .....	xi
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan .....	2
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Tanaman Kopi ( <i>Coffea sp</i> ) .....	3
2.2 Tanaman Kopi Robusta ( <i>Coffea canephora</i> ).....	3
2.3 Tanaman Kopi Arabika ( <i>Coffea arabica</i> ).....	5
2.4 Proses Pengolahan Biji Kopi .....	6
2.5 Pengeringan Biji Kopi.....	7
2.6 Macam-macam Alat Pengering.....	9
2.7 Konsep perancangan Alat .....	13
3. METODE PENELITIAN .....	14
3.1 Waktu dan Tempat .....	14
3.2 Alat dan Bahan.....	14
3.3 Prosedur Penelitian .....	14
3.3.1 Pengembangan Ide Desain .....	14
3.3.1.1 Penetapan Mekanisme .....	15
3.3.1.2 Konseptual Desain.....	15
3.3.1.3 Tahap Perancangan Teknik .....	15
3.3.2 Perancangan Teknik.....	15

3.3.2.1	Kebutuhan Udara Pengering.....	15
3.3.2.2	Kebuttuhan Energi Pengering .....	15
3.3.2.3	Suhu.....	16
3.3.2.4	Kelembaban.....	16
3.3.2.5	Kecepatan Udara .....	16
3.3.2.6	Intensitas Cahaya Matahari.....	16
3.3.3	Perancangan Fungsional .....	16
3.3.3.1	Rangka.....	16
3.3.3.2	Pipa Perkolasi Tungku.....	16
3.3.3.3	Tungku .....	16
3.3.3.4	Atap Transparan.....	16
3.3.3.5	<i>Blower</i> .....	17
3.3.3.6	Sensor .....	17
3.3.3.7	Kontrol .....	17
3.3.3.8	Solenoid .....	17
3.3.3.9	Pemantik Elektrik.....	17
3.3.4	Rancangan Struktural .....	17
3.3.4.1	Rangka.....	17
3.3.4.2	Pipa Perkolasi Tungku.....	17
3.3.4.3	Tungku .....	18
3.3.4.4	Atap Transparan.....	18
3.3.5	Desain Alat Pengering.....	18
3.3.6	Persiapan Alat dan Bahan.....	18
3.3.7	Pengadaan Komponen.....	18
3.3.8	Pembuatan Alat.....	18
3.3.9	Pengujian Alat.....	19
3.4	Bagan Alir Penelitian.....	20
3.5	Rancangan Fungsional dan Struktural.....	21
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	22
4.1	Hasil Rancangan Alat Pengering Tipe <i>Bed Dryer</i> .....	22
4.2	Bagian-bagian Alat Pengering Tipe <i>Bed Dryer</i> .....	23
4.3	Grafik Perbandingan Suhu Dalam dan Luar Alat Pengering .....	26
4.4	Grafik Perbandingan Kelembaban Dalam dan Luar Alat Pengering ....	27

4.5 Grafik Hasil Pengukuran Radiasi Matahari.....	28
5. PENUTUP .....	30
5.1 Kesimpulan .....	30
5.2 Saran.....	30

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Buah Kopi Robusta ( <i>Coffea Canephora</i> ) .....	4
Gambar 2. Biji Kopi Robusta .....	5
Gambar 3. Alat Pengering Tipe <i>Bed Dryer</i> .....	9
Gambar 4. Desain Alat Pengering Tipe Rumah Kaca.....	10
Gambar 5. Sketsa Alat Pengering Tipe Tray Berputar .....	11
Gambar 6. <i>Lay Out</i> Alat Pengering Tipe <i>Flat Bed Dryer</i> .....	12
Gambar 7. Alat Pengering Tipe <i>Fluidized Bed Dryer</i> .....	13
Gambar 8. Diagram Alir Penelitian .....	20
Gambar 9. Rancangan Fungsional Sistem Komtrol.....	21
Gambar 10. Rancangan Struktural Sistem Kontrol .....	21
Gambar 11. Rancangan Struktural Alat Pengering Tipe <i>Bed Dryer</i> .....	21
Gambar 12. Rancangan Alat Pengering Tipe <i>Bed Dryer</i> .....	22
Gambar 13. Hasil Pengukuran Suhu di Dalam dan di Luar Alat Pengering.....	26
Gambar 14. Hasil Pengukuran Kelembaban di Dalam dan di Luar Alat Pengering .....	27
Gambar 15. Hasil Pengukuran Radiasi Matahari.....	28
Gambar 16. Desain Rangka Alat Pengering.....	39
Gambar 17. Desain Tungku Pemanas Alat Pengering.....	39
Gambar 18. Rangka Alat Pengering Tipe <i>Bed Dryer</i> .....	40
Gambar 19. Bak Penampungan Bahan .....	40
Gambar 20. Tungku Pembakaran .....	40
Gambar 21. Penutup Alat Pengering .....	41
Gambar 22. <i>Blower</i> .....	41
Gambar 23. Kotak Pengontrol .....	41
Gambar 24. Aktivitas Selama Penelitian.....	42

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Pengukuran Suhu dalam Alat dan di Luar Alat Pengering.....	34
Tabel 2. Hasil Pengukuran Kelembaban dalam Alat dan Kelembaban Luar Alat Pengering.....	34
Tabel 3. Hasil Pengukuran Radiasi Matahari .....	35

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengukuran Perbandingan Suhu Dalam Alat dan Suhu Luar Alat Pengering.....	34
Lampiran 2. Hasil Pengukuran Perbandingan Kelembaban Dalam Alat dan Kelembaban Luar Alat Pengering.....	34
Lampiran 3. Hasil Pengukuran Radiasi Matahari .....	35
Lampiran 4. Perhitungan Kebutuhan Udara Pengering Kopi dan Ukuran <i>Blower</i> .....	36
Lampiran 5. Perhitungan Energi Alat Pengering .....	38
Lampiran 6. Desain Alat Pengering Tipe <i>Bed Dryer Hybrid</i> .....	39
Lampiran 7. Bagian-bagian Alat Pengering Tipe <i>Bed Dryer Hybrid</i> .....	40
Lampiran 8. Dokumentasi Selama Penelitian .....	42

# 1. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Sulawesi Selatan termasuk daerah yang banyak membudidayakan kopi salah satu daerah penghasil kopi adalah Kabupaten Bantaeng. Kopi di Kabupaten Bantaeng dapat ditemukan pada ketinggian 1.000-1.400 mdpl tepatnya di Desa Labbo Kecamatan Tompobulu. Jenis kopi yang dibudidayakan oleh petani adalah jenis kopi robusta dan kopi arabika. Kedua jenis kopi tersebut dapat dibudidayakan karena kondisi daerah tersebut yang cocok untuk kopi robusta dan kopi arabika.

Penanganan pasca panen yang dilakukan masyarakat Desa Labbo umumnya hanya dilakukan dengan cara tradisional. Salah satu penanganan pasca panen yang dilakukan yaitu penjemuran yang dilakukan secara langsung di atas permukaan tanah. Penjemuran dengan cara tradisional tidak efisien dilakukan karena membutuhkan waktu lama dan membutuhkan tempat luas. Selain itu, pengeringan dengan menggunakan metode seperti ini dapat berpotensi merusak bahan pertanian, bahan pertanian dapat terkontaminasi terhadap gangguan sekitar seperti kerikil, debu, kotoran ternak maupun gangguan lainnya. Pengeringan dengan metode tradisional sangat bergantung pada besarnya penyinaran matahari. Terlebih apabila masuk musim hujan pengeringan bahan pertanian akan sangat berpotensi untuk gagal. Selain itu, kopi hasil penjemuran memiliki persentase kekeringan yang tidak merata sehingga akan mengakibatkan kopi berjamur dan membusuk. Kopi yang berjamur akan membuat cita rasa pada kopi itu berkurang serta membuat kopi tidak bisa disimpan dalam waktu lama. Oleh karena itu, untuk mengatasi hal ini dibutuhkan inovasi yang tepat untuk membantu petani dapat mengeringkan kopi mereka dengan menggunakan teknologi tepat guna (Agustina *et al.*, 2016).

Teknologi tepat guna yang dapat digunakan dalam mengatasi hal tersebut adalah penggunaan alat pengering tipe *hybrid*. Pembuatan alat pengering tipe *hybrid* mampu mengefisienkan waktu pengeringan. Alat pengering ini menggunakan sistem pengering surya dan gas yang digabung dengan pengering tipe bak (*Bed Dryer*). Alat pengering ini dapat digunakan untuk berbagai jenis komoditas pertanian seperti pengeringan kopi, jagung dan sebagainya. Alat

pengering seperti ini lebih efisien pengeringannya jika dibandingkan dengan alat pengering yang sudah ada. (Syah *et al.*, 2016).

Sistem pengeringan alat ini mengandalkan panas matahari dan tungku pembakaran. Penggabungan sistem ini dapat melakukan proses pengeringan maksimal pada bahan yang dikeringkan. Meskipun masuk musim hujan, akan tetapi alat ini tetap mampu untuk melakukan proses pengeringan. Alat pengering seperti ini sangat cocok digunakan pada daerah yang memiliki kondisi cuaca yang tidak menentu (Syah *et al.*, 2016).

Berdasarkan pernyataan di atas, maka penelitian ini perlu dilakukan untuk membantu petani dalam melakukan pengeringan bahan pertanian agar dapat menghemat waktu pengeringan yang biasanya dibutuhkan oleh para petani serta agar dapat meningkatkan kualitas mutu dari bahan pertanian yang dihasilkan.

## **1.2 Tujuan dan Kegunaan**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan alat pengering tipe *bed Dryer* yang menggunakan sistem *hybrid* bertenaga surya dan gas.

Adapun kegunaan dari penelitian Rancang bangun dan uji Alat Pengering Komoditas Pertanian Tipe *hybrid* adalah mengetahui suhu maksimum yang diperoleh menggunakan alat pengering tipe *bed Dryer*.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Kopi (*Coffea sp*)

Tanaman kopi (*Coffea sp.*) merupakan salah satu jenis tanaman yang dikembangkan sejak masa pejazahan Belanda. Tanaman kopi termasuk dalam jenis tanaman perkebunan. Tanaman ini menjadi komoditas yang menjanjikan bagi devisa negara. Berdasarkan data produksi kopi di Indonesia, ekspor dan luas areal kopi Indonesia yang semakin berkembang. Sementara produksi kopi Indonesia menempati posisi ketiga setelah Brazil dan Vietnam (Anshori, 2014).

Ekspor kopi Indonesia sendiri telah mencapai sekitar 0,353 ton biji kopi. Luas areal perkebunan kopi di Indonesia sekitar 1,2 juta Ha mencakup perkebunan rakyat 96% dan 4% milik swasta dan BUMN. Jenis kopi yang berkembang di Indonesia yaitu jenis kopi arabika dan robusta. Kedua jenis kopi tersebut memiliki tingkat permintaan yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan jenis kopi lainnya (Anshori, 2014).

Kedua jenis kopi tersebut memiliki berbagai permasalahan dalam hal produktivitas dan masalah organisme pengganggu tanaman (OPT). Kualitas biji dan cita rasa kopi Indonesia menjadi tantangan yang cukup berat. Tantangan yang dihadapi berupa rentannya tanaman kopi dari berbagai macam penyakit. Penyakit yang sering ditemukan pada tanaman kopi diantaranya karat daun, hama PBKo serta beberapa OPT (Anshori, 2014).

### 2.2 Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

Tanaman kopi robusta (*coffee canephora*) merupakan jenis kopi yang pada awalnya dikenal sebagai tanaman liar. Hal ini dikarenakan tanaman kopi robusta dapat tumbuh hingga beberapa meter tingginya. Awal ditemukannya kopi robusta oleh dua orang pengembara yaitu Richard Burton dan Jhon Speake pada tahun 1.862. Kemudian disusul oleh Emil Laurent terjadi pada sekitar tahun 1.895 di Kongo. Seiring berjalannya waktu kopi robusta menjadi tanaman perkebunan yang diminati oleh masyarakat dunia (Rachmawanto *et al.*, 2018).

Untuk Indonesia sendiri kopi merupakan komoditas ekspor yang cukup tinggi. Indonesia menempati posisi ke empat dalam ekspor dan produsen kopi robusta di

dunia, setelah Brazil, Colombia dan Vietnam. Jenis kopi robusta dapat dikatakan sebagai kopi kelas dua karena memiliki rasa yang lebih pahit. Kopi robusta juga memiliki kadar kafein yang lebih tinggi, namun kadar keasamannya rendah (Rachmawanto *et al.*, 2018).



Gambar 1. Buah Kopi Robusta (*Coffea Canephora*)  
(Sumber: Herlinawati, 2020).

Tanaman kopi robusta merupakan jenis kopi yang paling terakhir dikembangkan oleh pemerintah Belanda. Kopi jenis ini dapat tumbuh pada daerah ketinggian sekitar 600 sampai 700 mdpl. Kopi robusta memiliki karakteristik yang berbeda dengan jenis kopi lainnya. Kopi robusta memiliki bentuk biji yang relatif lebih kecil dan bulat. Tanaman kopi robusta dapat tumbuh dengan baik pada temperatur kisaran 20 °C sampai 24 °C (Anshori, 2014).

Tanaman kopi robusta memerlukan sekitar tiga bulan pengeringan yang selanjutnya diikuti curah hujan yang cukup. Masa kering ini diperlukan untuk pembentukan primordia bunga, florasi dan penyerbukan. Kopi robusta melakukan pembentukan primordia bunga pada akhir musim hujan dan diakhiri pada pertengahan musim kemarau. Proses ini memerlukan waktu 2 sampai 3 bulan kemudian perkembangan terhenti atau stadium lilin (Sakiroh *et al.*, 2021).

Biji kopi robusta memiliki kelebihan yaitu biji kopi yang sangat mudah tumbuh dan relatif mudah dipanen. Hal ini disebabkan biji kopinya yang kurang sensitif terhadap iklim. Berdasarkan kelebihan inilah sehingga kopi robusta akan selalu ada untuk dipanen. Ciri-ciri tanaman kopi robusta yaitu mempunyai buah yang sangat banyak. Kopi robusta mempunyai cita rasa yang mirip seperti coklat dengan aroma yang khas (Herlinawati, 2020).

Biji kopi robusta memiliki tekstur yang lebih kasar dengan warna yang bervariasi tergantung dari cara pengolahan yang dilakukan. Buah kopi robusta memiliki ukuran yang lebih kecil jika dibandingkan dengan buah kopi arabika. Jenis kopi ini memiliki akar tunggang yang tumbuh tegak lurus sedalam hampir 45 cm berwarna kuning muda. Kopi robusta dapat tumbuh hingga 2 sampai 5 meter dari permukaan tanah atau bahkan lebih. Tergantung dari kondisi maupun daerah kopi tersebut tumbuh (Herlinawati, 2020).



Gambar 2. Biji Kopi Robusta.  
(Sumber: Herlinawati, 2020).

## **2.2 Tanaman Kopi Arabika (*Coffea arabica*)**

Kopi arabika (*Coffea arabica*) adalah jenis kopi tradisional yang banyak dikembangkan di Indonesia dengan cita rasa yang terbaik. Kopi arabika menghasilkan biji yang berwarna hijau hingga merah gelap. Kopi arabika sendiri berasal dari Etiopia dan telah banyak dikembangkan di berbagai belahan dunia. Kopi ini banyak dikembangkan di Amerika Latin, Afrika Tengah, Afrika Timur, India dan juga termasuk Indonesia (Ramadhani *et al.*, 2019).

Ciri-ciri secara umum berdasarkan daerah tumbuhnya sendiri dapat tumbuh pada daerah dengan ketinggian antara 700 hingga 1.700 mdpl. Tanaman kopi ini dapat tumbuh dengan suhu optimal 16 °C hingga 20 °C. Cita rasa yang dihasilkan dari kopi arabika berbeda dengan jenis kopi robusta. Kopi arabika memiliki cita rasa yang lebih asam dengan tingkat kafein yang lebih rendah. Ciri fisik berdasarkan bijinya yaitu memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan biji kopi robusta (Ramadhani *et al.*, 2019).

### 2.3 Proses Pengolahan Biji Kopi

Proses pengolahan biji kopi diawali dengan pengolahan pasca panen yang terdiri dari petik buah merah dan sortasi awal. Proses selanjutnya dilakukan dengan fermentasi dan pencucian, proses seperti ini menggunakan metode *semi-washed* (semi-basah) dan *washed* (basah). Biji kopi yang telah difermentasi akan dimasukkan dalam mesin pulper untuk memisahkan kulit pertama dengan biji kopi. Biji yang telah terpisah dengan kulitnya akan dikeringkan dalam bentuk gabah dan selanjutnya dimasukkan ke dalam mesin huller untuk pengupasan kulit ari. Hasil produk yang telah dikupas tersebut disebut dengan istilah labui kopi. Labui kopi selanjutnya akan dikeringkan kembali hingga mencapai kadar air 12%. Proses selanjutnya adalah grading dan sortasi, biji *greenbean* kopi harus disortasi secara fisik berdasarkan ukuran dan cacat bijinya (Kembaren & Taufiqurrahman, 2021).

Biji kopi yang siap diperjualkan atau dipasarkan merupakan biji kopi kering yang sudah terpisah terlepas dari kulit dan daging buah. Secara garis besar berdasarkan cara kerjanya, terdapat dua cara pengolahan buah kopi yaitu cara basah (*West Indische Bereiding*) dan cara kering (*Ost Indische Bereiding*). Perbedaan dari keduanya yaitu pengolahan secara kering dilakukan pengupasan kulit pertama dan kulit ari dilakukan setelah kering (kopi gelondong), sedangkan cara basah dilakukan pengupasan saat daging buah masih basah (Ridwansyah, 2003).

Penerapan teknologi yang dapat meningkatkan kualitas kopi dapat diterapkan dari berbagai proses pengolahan kopi, mulai dari tahap perkebunan, pengolahan hingga penyimpanan. Pada tahap pengolahan, proses fermentasi dapat mempengaruhi cita rasa kopi. Peningkatan kualitas kopi selama proses fermentasi disebabkan adanya aktivitas mikroba pada *pulp* kopi selama fermentasi yang menghasilkan alkohol dan asam organik. Fermentasi bertujuan untuk menghilangkan lapisan lender yang tebal tetapi juga penting untuk kualitas rasa. Fermentasi dapat dilakukan selama 12 hingga 24 jam. Suhu yang digunakan dalam proses fermentasi yaitu 30 °C, jika kurang dari 30 °C pertumbuhan bakteri akan melambat. Fermentasi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu cara basah dan cara kering. Fermentasi basah dilakukan dengan cara merendam kopi di dalam air selama 36-40 jam sedangkan fermentasi kering dilakukan dengan cara menumpuk kopi di tempat yang teduh selama 2-3 hari (Iqriani, 2021).

Terdapat dua cara yang dapat dilakukan pada proses fermentasi, yaitu fermentasi aerobik dan anaerobik. Fermentasi aerobik dilakukan pada saat ceri masih dalam keadaan berisi oksigen yang cukup. Cara fermentasinya cukup sederhana, yaitu hanya meletakkan ceri yang baru dipetik ke bak perendaman atau dalam tangki dan membiarkan mikroorganisme bekerja dengan sendirinya. Akan tetapi suhu dan waktu tetap diperhatikan serta menganalisis perkembangannya. Fermentasi anaerobic dilakukan dengan meletakkan ceri kopi ke dalam tangki, bisa sesudah pulping ataupun dalam bentuk gelondong kemudian direndam dengan air. Kopi yang direndam dibiarkan dengan kurun waktu dan suhu tertentu. Kedua proses ini bisa dilakukan, akan tetapi proses anaerobic lebih mudah dilakukan dibanding aerobik karena prosesnya lebih kompleks (Hariyanto et al., 2022).

Pengeringan benih adalah suatu cara untuk mengurangi kadar air benih di dalam benih, dengan tujuan agar benih dapat disimpan lama. Pengeringan benih dapat dilakukan dengan penjemuran dan pengeringan buatan. Pengeringan dilakukan dalam inkubator dengan suhu 40 °C, kelembaban 29%, di bawah sinar matahari dengan suhu rata 36 °C, kelembaban 38% dan dikeringanginkan di ruang kamar dengan suhu rata 29 °C, kelembaban 57%. Penurunan kadar air dengan teknik penjemuran menyebabkan peningkatan daya berkecambah dan kecepatan berkecambah benih. Peningkatan daya berkecambah dan kecepatan berkecambah akibat pengeringan diduga karena benih mempunyai sifat yang memerlukan pengeringan sebelum dikecambahkan (Suita & Syamsuwida, 2016).

## **2.4 Pengeringan Biji Kopi**

Pengeringan biji kopi merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk menurunkan kadar air lebih yang terdapat pada biji kopi. Selain itu juga bertujuan untuk membersihkan sisa-sisa lendir dan kulit buah yang masih menempel pada biji. Kandungan kadar air yang terdapat pada biji kopi setelah digiling tergolong cukup tinggi. Pengeringan sendiri terbagi menjadi dua yaitu *sun drying* dan *artificial drying* (Sihombing et al., 2022).

*Sun drying* merupakan proses pengeringan yang memerlukan sinar matahari sebagai sumber energi, sumber panas dan sinar ultraviolet. Cara pengeringan seperti ini dilakukan pada area yang terbuka serta membutuhkan hembusan angin yang

besar. Proses seperti ini membutuhkan waktu pengeringan yang berlangsung lama. Selain itu pengeringan dengan metode seperti ini tidak sepenuhnya bisa berjalan. Apabila kondisi cuaca tidak memungkinkan untuk melakukan pengeringan maka pengeringan akan terhambat (Sihombing *et al.*, 2022).

Sementara pengeringan buatan atau *artificial drying* merupakan cara pengeringan yang membutuhkan energi listrik atau energi bahan bakar. Prinsip kerja dari metode pengeringan seperti ini yaitu pemanasan secara konduksi (penghantaran panas) dan konveksi (pengaliran panas). Metode pengeringan ini sama-sama bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan pangan. Pengeringan menjadi proses yang sangat penting karena dapat menentukan kualitas penyimpanan biji kopi agar tidak mudah rusak (Sihombing *et al.*, 2022).

Pengeringan biji kopi yang menggunakan suatu alat dapat memberikan dampak baik bagi mutu biji kopi yang dihasilkan. Metode pengeringan yang cocok digunakan yaitu metode pengeringan *hybrid*. Metode ini menggunakan pengeringan matahari langsung dan juga dapat menggunakan bahan bakar sebagai pemanas. Metode ini dinilai efektif karena akan tetap melakukan pengeringan meskipun sinar matahari kurang memadai (Silvia *et al.*, 2019).

Pengeringan yang menggunakan bahan bakar akan otomatis menyala apabila suhu pengeringan terhadap biji kopi tidak terpenuhi. Tungku dan distributor panas pengering ini mampu meningkatkan temperatur udara lebih tinggi dibandingkan temperatur udara luar. Selain itu juga mampu menurunkan kelembaban relatif lebih rendah dari kelembaban relatif rata-rata udara luar. Pengeringan *hybrid* dapat menyelesaikan pengeringan biji kopi jauh lebih cepat sekitar 60 jam dengan ketebalan jemur 15 cm. Ketebalan jemur 10 cm dengan waktu 52 jam serta 36 jam untuk ketebalan jemur 5 cm pada suhu 45-60 °C (Silvia *et al.*, 2019).

Prose pengeringaan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya suhu, kelembaban udara, laju aliran udara, kadar air awal bahan dan kadar air akhir bahan. Semakin besar perbedaan suhu (antara medium pemanas dengan bahan) maka akan semakin cepat proses pindah panas berlangsung sehingga mengakibatkan proses penguapan semakin cepat pula. Semakin lembab udara di dalam ruang pengering maka akan semakin lama proses pengeringan berlangsung kering, begitu juga sebaliknya. Semakin tinggi kecepatan udara pengering akan

mempercepat proses pengeringan. Ketika suhu pengering lebih rendah maka akan memperlambat proses pengeringan. Semakin tinggi kadar air awal bahan maka proses pengeringan akan semakin lama, namun semakin rendah kadar air awal maka proses pengeringan akan semakin cepat (Rahayuningtyas & Kuala, 2016).

## 2.5 Macam-macam Alat Pengering

Penggunaan alat pengering buatan yang menjadi alternatif untuk melakukan pengeringan yang sering digunakan adalah pengering tipe bak atau *bed Dryer*. Pengering ini menggunakan prinsip perpindahan panas secara konveksi paksa dengan bantuan kipas atau *blower*. Alternatif sumber panas yang dapat digunakan oleh alat pengering tipe *bed Dryer* ini yaitu dengan bantuan biomassa. Selain itu, energi tambahan yang digunakan dalam alat pengering ini yaitu dengan bantuan energi surya. Kedua sumber ini merupakan salah satu bentuk dari pemanfaatan energi terbarukan. (Agustina *et al.*, 2016).

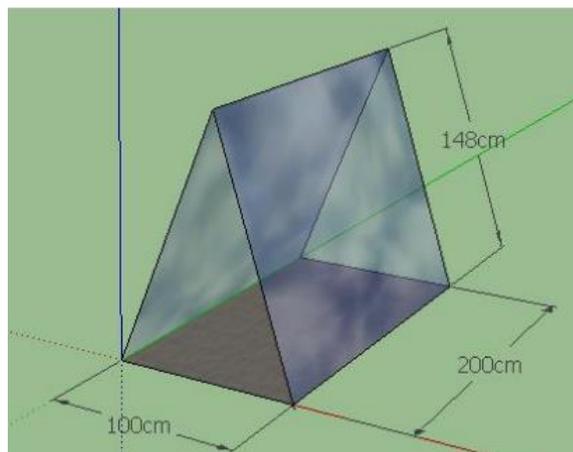
Alat pengering ini dapat ditempatkan pada suatu ruangan, namun juga dapat diletakkan pada luar ruangan. Pemempatan di luar ruangan dapat menambahkan plastik penutup transparan misalnya dari plastik UV. Plastik UV sendiri digunakan sebagai atap transparan untuk mengumpulkan panas dari sinar matahari. Alat ini mampu untuk memberikan temperetur di dalam ruang yang lebih tinggi dari pada temperatur lingkungan. Sementara kelembaban relatif di dalam ruangan lebih rendah dibandingkan kelembaban relatif lingkungan (Agustina *et al.*, 2016).



Gambar 3. Alat Pengering Tipe *Bed Dryer*.  
(Sumber: Agustina *et al.*, 2016)

Pengeringan dengan rumah kaca memiliki prinsip yaitu membuat suatu bangunan yang terbuat dari bahan transparan. Bahan transparan yang digunakan seperti kaca dapat berfungsi untuk menyerap dan menyimpulkan panas. Penggunaan bahan transparan dapat meningkatkan suhu yang terdapat di dalam ruangan rumah kaca. Pengeringan dengan rumah kaca mampu mempercepat proses pengeringan jika dibandingkan dengan pengeringan secara konvensional. Peningkatan suhu ruang dibandingkan suhu lingkungan mampu menurunkan kelembaban relatif ruangan rumah kaca (Wijayanti & Hariani, 2019).

Suhu udara tertinggi yang terdapat dalam pengering adalah 46 °C, sedangkan suhu tertinggi pada pengeringan alami 39 °C. Pengeringan dengan menggunakan alat pengering rumah kaca dapat memberikan hasil pengeringan yang higienis. Tingkat pengeringan yang terjadi tergolong seragam jika dibandingkan dengan pengeringan dengan alas terpal. Semakin tinggi temperatur udara pengering maka semakin cepat terjadi penguapan air bahan. Pengeringan biji kopi dengan menggunakan rumah kaca hanya membutuhkan waktu 7 sampai 10 hari untuk mencapai kadar air 13% (Wijayanti & Hariani, 2019).



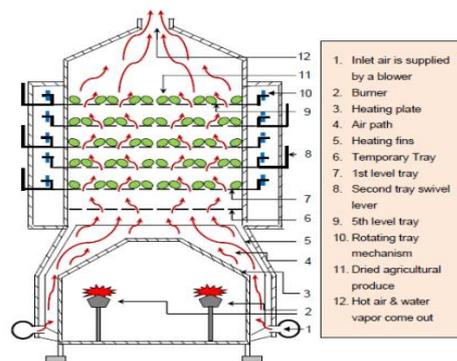
Gambar 4. Desain Alat Pengering Tipe Rumah Kaca.  
(Sumber: Wijayanti & Hariani, 2019)

Berbagai teknologi pengeringan bahan pertanian yang berbasis energi surya telah banyak dikembangkan. Meskipun teknologi ini memiliki berbagai kelebihan, akan tetapi lokasi-lokasi curam sulit untuk melakukan pengeringan. Hal ini karena sulit untuk memperoleh sinar matahari akibat banyaknya pepohonan yang menghalangi sinar matahari. Maka penggunaan alat pengering energi surya kurang

optimal apabila digunakan pada tempat-tempat tertentu. Sehingga dikembangkanlah teknologi pengering yang cocok yaitu pengering berbahan bakar murah dan mudah diperoleh (Johanes *et al.*, 2020).

Alat pengering yang tersedia di kalangan masyarakat seperti alat pengering tipe bak datar kurang ekonomis. Hal ini karena udara pemanas memanasi produk pertanian hanya sekali lintas, selanjutnya dibuang ke udara. Alat pengering lain berupa tipe kabinet sering mengalami panas berlebih pada pan tingkat terbawah. Panas berlebih yang terjadi ini diakibatkan oleh kalor radiasi tinggi. Sedangkan pan pada tingkat di atasnya mengalami penurunan kemampuan pengering yang cukup tajam (Johanes *et al.*, 2020).

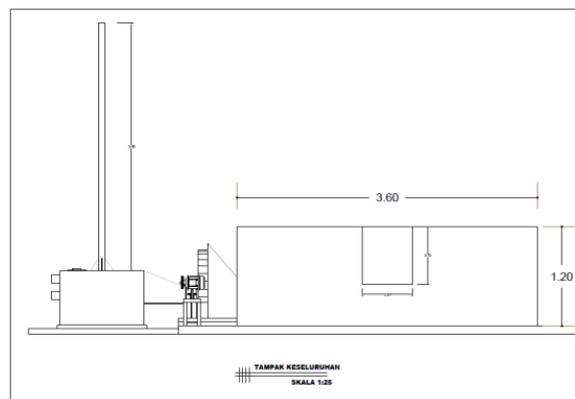
Dibutuhkan alat pengering yang tidak mengalami kontak langsung antara produk pertanian dengan gas panas hasil pembakaran. Proses pengeringan produk pertanian yang dikeringkan menggunakan kalor yang sama yaitu udara panas. Udara panas tersebut terjadi setelah udara tersebut menerima sumber kalor primer atau sekunder. Selain itu juga terdapat modifikasi atau kombinasi dengan jenis kalor yang lain. Kelebihan alat ini yaitu bahan yang dikeringkan dapat direlokasi menuju zona energi yang lebih tinggi (Johanes *et al.*, 2020).



Gambar 5. Sketsa Alat Pengering Tipe Tray Berputar.  
(Sumber: Johanes *et al.*, 2020)

Alat pengering produk pertanian memiliki berbagai jenis yang telah ada di kalangan masyarakat. Alat pengering tersebut diantaranya *flat bed Dryer*, *screen conveyor*, *drum Dryer*, *try Dryer*, *tunnel Dryer*. Alat penyering tipe *flat bed Dryer* menggunakan prinsip kerja *forced convection*. Prinsip kerjanya yaitu aliran udara di dorong secara paksa oleh *blower*. Bahan bakar yang digunakan alat ini berupa briket, kayu bakar, sekam dan juga LPG (Suhelmi *et al.*, 2022).

*Flat bed Dryer* dibedakan dalam dua jenis berdasarkan pendorongnya yaitu *axial fan* dan *centrifugal fan*. Adapun komponen yang terdapat pada alat pengering ini terdiri dari kipas (*blower*). *Blower* digunakan untuk mengalirkan udara panas menuju bahan, blade kipas yang digerakkan oleh poros. Motor listrik sebagai pusat energi mekanik dimana energi listrik diubah menjadi energi mekanik. Tungku pemanas sebagai sumber energi panas untuk selanjutnya dialirkan menuju bahan (Suhelmi *et al.*, 2022).



Gambar 6. *Lay Out* Alat Pengering Tipe *Flat Bed Dryer*.  
(Sumber: Suhelmi *et al.*, 2022)

Salah satu alat pengering yang dapat menurunkan kadar air bahan yaitu alat pengering tipe *fluidized bed Dryer*. Fluidisasi merupakan metode pengkontak antara padatan dan fluida, baik cair maupun gas dengan partikel padat. Cara kerja alat ini yaitu dengan mengalirkan fluida dari bawah ke atas. Alat pengering yang menggunakan material padat berkelakuan seperti fluida biasa disebut pengering terfluidisasi (*fluidized bed Dryer*). Prinsip kerja dari alat ini yaitu udara pengering dari ruang pemanas bergerak menuju ruang pengering (Suryadi *et al.*, 2017).

Penggunaan alat pengering ini perlu diperhatikan pengaturan suhu, kecepatan aliran udara pengering dan tebal tumpukan bahan. Sehingga hasil kering yang diharapkan dapat tercapai. Alat pengering ini memiliki kelebihan diantaranya dapat menghasilkan pengeringan yang seragam atau relatif baik. Kontinuitas produk terjamin dan dapat dioperasikan pada siang dan malam hari serta pemantauan dapat dilakukan. Metode pengeringan ini dapat dilakukan tanpa bergantung di cuaca (Suryadi *et al.*, 2017).



Gambar 7. Alat Pengering Tipe *Fluidized Bed Dryer*.  
(Sumber: Hidayati *et al.*, 2013)

## 2.7. Konsep Perancangan Alat

Tahapan dasar perancangan suatu alat dapat terdiri dari beberapa bagian di antaranya identifikasi masalah dan analisis masalah. Setelah itu dapat dilakukan perancangan konsep desain alat, analisis fungsional dan struktural serta pembuatan gambar kerja. Proses analisis masalah yang dilakukan dapat memunculkan sebuah solusi dalam menyelesaikan masalah tersebut. Solusi inilah yang selanjutnya akan memunculkan sebuah ide mengenai alat yang akan dibuat. Pembuatan alat disesuaikan berdasarkan kebutuhan yang diinginkan dan sesuai dengan yang perencanaan awal (Ahmad *et al.*, 2018)

Alat pengering dibuat untuk membantu proses pengeringan supaya bahan pertanian dapat bertahan lebih lama. Dalam proses pembuatan alat dilakukan berbagai tahapan uji pada alat. Tahapan pengujian dilakukan untuk memastikan tingkat keberhasilan suatu alat yang dibuat. Tahapan-tahapan pengujian yang dilakukan yaitu uji fungsional dan uji kinerja. Dalam pengujian ini dapat diketahui dari kapasitas kerja alat (Ahmad *et al.*, 2018).