

**TUGAS AKHIR**

**ANALISA SUHU UDARA RUANG PENDINGIN DAN PINDAH PANAS  
YANG TERJADI PADA MESIN PENDINGIN BIJI KOPI TIPE *ROTARY  
HYBRID***



**NOVIANDRI DIAN NUGROHO  
19212014004**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL GHAZALI CILACAP  
CILACAP  
2021**

## PERNYATAAN ORISINILITAS TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Noviandri Dian Nugroho  
NIM : 19212014004  
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknologi Industri/Teknik Mesin  
Tahun : 2021  
Judul Tugas Akhir : Analisa Suhu Udara Ruang Pengering dan Pindah  
Panas yang Terjadi Pada Mesin Pengering Biji Kopi  
Tipe Rotary Hybrid

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini benar – benar orisinal/asli dibuat oleh saya sendiri, tidak ada pihak lain yang membuat tugas akhir ini, tidak ada unsur plagiat kecuali pada bagian – bagian yang disebutkan rujukannya. Jika suatu hari ditemukan adanya indikasi dibuat oleh pihak lain atau plagiat, maka saya bersedia menerima konsekuensi dari Institusi.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran tanpa ada paksaan.

Cilacap, 24 Desember 2021

ang menyatakan  
  
Noviandri Dian Nugroho

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Sebagai Civitas Akademik Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap, saya yang

Nama : Noviandri Dian Nugroho  
NIM : 19212014004  
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknologi Industri/Teknik Mesin  
Tahun : 2021  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas tugas akhir saya yang berjudul: “Analisa Suhu Udara Ruang Pengering dan Pindah Panas yang Terjadi Pada Mesin Pengering Biji Kopi Tipe Rotary Hybrid” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Adanya Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap (UNUGHA Cilacap) berhak menyimpan, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran tanpa ada paksaan.

Cilacap, 24 Desember 2021

Yang menyatakan



Noviandri Dian Nugroho

## PENGESAHAN

Tugas Akhir Saudara,

Nama : Noviandri Dian Nugroho  
NIM : 19212014004  
Judul : Analisa Suhu Udara Ruang Pengering Dan Pindah Panas Yang Terjadi  
Pada Mesin Pengering Biji Kopi Tipe Rotary Hybrid

Telah disidang Tugas Akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap pada hari / tanggal :

**Rabu, 05 Januari 2022**

Dan dapat diterima sebagai pemenuhan tugas akhir mahasiswa Program Strata 1 (S.1) Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri pada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap.

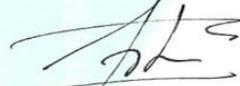
Mengetahui,

Penguji 1



**Frida Amriyati Azzizzah, M.Pd.**  
NIDN. 0607049101

Penguji 2



**Fathurohman, ST., MT.**  
NIDN. 0609018102

Pembimbing 1/Ketua Sidang



**Christian Soolany, S.TP., M.Si**  
NIDN. 0627128801

Pembimbing 2



**Dhimas Oki Permata Aji, M.Pd.**  
NIDN. 0612109001

Cilacap, 27 Januari 2022

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknologi Industri



**Christian Soolany, S.TP., M.Si.**  
NIDN. 0627128801

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianNYA sehingga saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik, Salam dan Sholawat semoga tetap tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, yang senantiasa kita nantikan syafa'atnya di hari akhir.

Laporan tugas akhir ini, diajukan dan disusun sebagai prasyarat guna memperoleh gelar Sarjana Srata 1 program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap. Keberhasilan penyusunan laporan ini tentu tidak terlepas dari sumbangsih saran dan masukan dari berbagai pihak, untuk itu ijinkan saya menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar besarnya kepada :

1. KH. Drs. Nasrulloh M.H., selaku Rektor Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap.
2. Bapak Christian Soolany, S.TP, M.Si., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri UNUGHA Cilacap , sekaligus dosen pembimbing I.
3. Bapak Dhimas Oki Permata Aji, S.Pd, M.Pd., selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin, sekaligus dosen pembimbing II.
4. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Mesin yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.
5. Bapak Cipto selaku Sekretaris Desa Cilumping yang telah dengan sabar membimbing mahasiswa dalam kunjungan praktik di Desa Cilumping
6. Bapak Sukardi dan Bapak Sholeh selaku pengusaha dan pemilik kelompok tani kopi Desa Cilumping.
7. Ayahanda Alm. Bambang Sunarko A.Md. Pd. dan Ibunda tercinta yang menjadi motivator utama saya untuk terus belajar.
8. Istri dan anak – anaku yang selalu mendukung untuk tetap sabar dan optimis.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi saya pribadi, rekan – rekan mahasiswa dan masyarakat. Aamiin

Cilacap, 24 Desember 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Noviandri Dian Nugroho', written in a cursive style.

Noviandri Dian Nugroho

# ANALISA SUHU UDARA RUANG PENGERING DAN PINDAH PANAS YANG TERJADI PADA MESIN PENGERING TIPE ROTARY HYBRID

## ABSTRAK

Kopi salah satu komoditas unggul di Indonesia baik untuk kebutuhan dalam Negeri maupun luar Negeri. Salah satu produsen kopi berada di Desa Cilumping Kecamatan Dayeuhluhur Kabupaten Cilacap. Kopi yang dihasilkan oleh kelompok tani desa tersebut sudah sempat ditampilkan di Jerman. Salah satu kendala yang dihadapi kelompok petani kopi adalah ketika proses panen kopi, cara pengeringannya masih dilakukan secara manual. Proses pengeringannya mengandalkan energi matahari sebagai sumber utama untuk pengeringan. Cara ini menjadi tidak efektif ketika musim penghujan tiba. Salah satu upaya adalah melakukan pengeringan buatan menggunakan mesin pengering biji kopi. Prinsipnya yaitu memberikan energi panas tambahan dari panas hasil pembakaran biomassa pada tungku biomassa yang dialirkan ke ruang pengering. Perhitungan analisis teknik dan analisis perpindahan panas menjadi faktor fundamental untuk menghasilkan sebaran suhu yang terjadi pada ruang pengering, sehingga biji kopi yang dikeringkan mencapai kadar air sesuai standar. Tujuan penelitian ini adalah mengamati pola sebaran suhu udara pada tungku biomassa, ruang pengering dan bahan biji kopi dan mengamati pola sebaran suhu yang dihasilkan di ruang pengering. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimental dan analisis data dengan menggunakan pengambilan data secara duplo dilakukan dengan durasi pengeringan selama 5 jam. Variabel yang diamati yaitu waktu proses pengeringan, suhu udara, dan kadar air akhir biji kopi setelah proses pengeringan. lokasi pengamatan meliputi suhu udara masuk HE, Suhu udara keluar HE, Suhu masuk ruang pengering, suhu bahan, dan suhu keluar bahan. Hasil penelitian menunjukkan bawah sebaran suhu udara pada tungku biomassa rata – rata adalah 201.9 °C, ruang pengering 53.5 °C, dan biji kopi pada proses pengeringan biji kopi menggunakan mesin pengering biji kopi *type rotary hybrid* 32.5 °C. Suhu yang dihasilkan diruang pengering pada mesin pengering biji kopi *type rotary hybrid* terdiri dari suhu masuk ruang pengering rata – rata 53.5 °C, suhu bahan 32.5 °C, dan suhu keluar ruang pengering 41.4 °C. Nilai kadar air akhir biji kopi pasca proses pengeringan rata – rata adalah sebesar 14.2 % b/b.

**Keyword : Kopi, Proses Pengering, Mesin Pengering Biji Kopi, Suhu Udara**

# **ANALYSIS OF AIR TEMPERATURE OF THE DRYING CHAMBER AND HEAT TRANSFER THAT HAPPENED IN THE ROTARY HYBRID TYPE**

## **ABSTRACT**

Coffee is one of the leading commodities in Indonesia, both for domestic and foreign needs. One of the coffee producers is located in Cilumping Village, Dayeuhluhur District, Cilacap Regency. The coffee produced by the village farmer group has already been shown in Germany. One of the obstacles faced by the coffee farmer group is that during the coffee harvesting process, the drying method is still done manually. The drying process relies on solar energy as the main source for drying. This method becomes ineffective when the rainy season arrives. One of the efforts is to do artificial drying using a coffee bean dryer. The principle is to provide additional heat energy from the heat from the combustion of biomass in the biomass furnace which is flowed into the drying chamber. Calculations of technical analysis and heat transfer analysis are fundamental factors to produce the temperature distribution that occurs in the drying chamber, The temperature produced in the drying room on the rotary hybrid type coffee bean dryer consists of an average drying chamber inlet temperature of 53.5 °C, material temperature of 32.5 °C, and a drying chamber exit temperature of 41.4 °C. The value of the final moisture content of coffee beans after the drying process on average is 14.2% w/w.so that the dried coffee beans reach the standard moisture content. The purpose of this study was to observe the pattern of air temperature distribution in the biomass furnace, drying room and coffee bean material and observe the temperature distribution pattern produced in the drying room. The method used in this study is experimental and data analysis using duplicate data collection is carried out with a drying duration of 5 hours. The variables observed were drying process time, air temperature, and the final moisture content of the coffee beans after the drying process. The observation locations include the temperature of the HE inlet air, the HE outlet air temperature, the drying chamber inlet temperature, the material temperature, and the material exit temperature. The results showed that the average distribution of air temperature in the biomass furnace was 201.9 °C, drying chamber 53.5 °C, and coffee beans in the coffee bean drying process using a rotary hybrid type coffee bean dryer 32.5 °C. and a drying chamber exit temperature of 41.4 °C. The value of the final moisture content of coffee beans after the drying process on average is 14.2% w/w.

**Keyword : Coffee, Drying Process, Coffee Bean Drying Machine, Air Temperature**

## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN ORISINILITAS TUGAS AKHIR</b>	ii
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR</b>	iii
<b>PENGESAHAN</b>	iv
<b>KATA PENGANTAR</b>	v
<b>ABSTRAK</b>	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	xi
<b>DAFTAR TABEL</b>	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	1
<b>1.1. Latar Belakang Masalah</b>	1
<b>1.2. Rumusan Masalah</b>	2
<b>1.3. Batasan Penelitian</b>	2
<b>1.4. Tujuan Penelitian</b>	2
<b>1.5. Manfaat Penelitian</b>	3
1.5.1. Bagi Petani Kopi	3
1.5.2. Bagi Peneliti	3
1.5.3. Bagi Institusi Pendidikan	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	4
<b>2.1. Pengeringan</b>	4
<b>2.2. Pengering Efek Rumah Kaca (ERK)</b>	5
<b>2.3. Perpindahan Panas</b>	8
<b>2.4. Motor Listrik</b>	10
<b>2.5. Jenis – Jenis Kopi</b>	10
<b>2.6. Pengolahan Pascapanen Kopi</b>	11
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	14
<b>3.1. Waktu dan Tempat Penelitian</b>	14
<b>3.2. Alat dan Bahan</b>	14
<b>3.2.1. Alat</b>	14
<b>3.2.2. Bahan</b>	14
<b>3.3. Prosedur Penelitian</b>	14
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	18
<b>4.1. Analisa Suhu di Tungku Biomassa</b>	18

<b>4.2. Analisa Suhu di <i>Heat Exchanger</i></b>	19
<b>4.3. Analisa Suhu di Ruang Pengering</b>	19
<b>4.4. Kadar Air</b>	20
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	22
<b>5.1. Kesimpulan</b>	22
<b>5.2. Saran</b>	22
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	23
<b>LAMPIRAN</b>	25

## DAFTAR GAMBAR

<b>PERNYATAAN ORISINILITAS TUGAS AKHIR</b>	2
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR</b>	3
<b>PENGESAHAN</b>	4
<b>KATA PENGANTAR</b>	5
<b>ANALISA SUHU UDARA RUANG PENDINGIN DAN PINDAH PANAS YANG TERJADI PADA MESIN PENDINGIN TIPE ROTARY HYBRID</b>	7
<b>ABSTRAK</b>	7
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	11
<b>DAFTAR TABEL</b>	13
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	1
<b>1.1. Latar Belakang Masalah</b>	1
<b>1.2. Rumusan Masalah</b>	2
<b>1.3. Batasan Penelitian</b>	2
<b>1.4. Tujuan Penelitian</b>	2
<b>1.5. Manfaat Penelitian</b>	3
1.5.1. Bagi Petani Kopi	3
1.5.2. Bagi Peneliti	3
1.5.3. Bagi Institusi Pendidikan	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	4
<b>2.1. Pengerinan</b>	4
<b>2.2. Pengerinan Efek Rumah Kaca (ERK)</b>	5
<b>2.3. Perpindahan Panas</b>	8
<b>2.4. Motor Listrik</b>	10
<b>2.5. Jenis – Jenis Kopi</b>	10
<b>2.6. Pengolahan Pascapanen Kopi</b>	11
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	14
<b>3.1. Waktu dan Tempat Penelitian</b>	14
<b>3.2. Alat dan Bahan</b>	14
3.2.1. Alat	14
3.2.2. Bahan	14
<b>3.3. Prosedur Penelitian</b>	14
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	18
<b>4.1. Analisa Suhu di Tungku Biomassa</b>	18

<b>4.2. Analisa Suhu di <i>Heat Exchanger</i></b>	19
<b>4.3. Analisa Suhu di Ruang Pengering</b>	21
<b>4.4. Kadar Air</b>	23
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	24
<b>5.1. Kesimpulan</b>	24
<b>5.2. Saran</b>	24
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	25
<b>LAMPIRAN</b>	27

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jenis Produk dan tipe pengering yang digunakan	6
Tabel 2. Contoh Performansi Lapangan Pengering Efek Rumah Kaca	8
Tabel 3. Pengukuran Penelitian	17
Tabel 4. Hasil pengukuran sebaran suhu pada tungku biomassa	18
Tabel 5 Hasil pengukuran sebaran suhu di HE	20
Tabel 6 Hasil pengukuran sebaran suhu di ruang pengering	22
Tabel 7 Perhitungan kadar air	24

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Kopi merupakan salah satu minuman populer saat ini. Indikatornya adalah bertumbuhnya kedai kopi yang tersebar diseluruh penjuru Nusantara dan berkembang setiap tahunnya hingga mencapai 10 %. Potensi inilah membuat Indonesia menempati urutan keempat pasar ritel kopi terbesar di Dunia (Mintel, 2008). Indonesia juga berada di urutan keempat setelah Brazil, Kolombia, dan Vietnam sebagai Negara terbesar penghasil kopi di dunia (ICO] International Coffee Organization, 2020). Produksi dan konsumsi kopi Indonesia dari tahun 2017 hingga 2021 diproyeksikan meningkat mencapai 10,54% dan 8,22% (Pertanian, 2017). Kopi yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah kopi jenis arabika dan robusta yang masing- masing memiliki citarasa yang khas. Citarasa kopi ini umumnya akan berbeda satu sama lainnya bergantung dari tanah tempat kopi tersebut ditanam (Gumulya D, 2017).

Kabupaten Cilacap salah satu daerah di Selatan Pulau Jawa yang menghasilkan Kopi dengan citarasa yang baik. Hal ini dibuktikan dengan turut sertanya kopi Cilacap pameran COTECA di Jerman. Kopi ini ditanaman di Desa Cilumping Kecamatan Dayeuhluhur Kabupaten Cilacap. Untuk menentukan cita rasa kopi dengan mutu yang sesuai standar dipengaruhi oleh proses pengolahan pascapanen. Fundamental untuk pengolahan kopi yaitu pada saat proses pengeringan (Cilacap, 2020).

Proses pengeringan saat ini masih dilakukan secara manual, yaitu menjemur biji kopi pada lahan datar dengan memanfaatkan energi matahari sebagai sumber pengering utama. Cara ini menjadi tidak efektif saat musim penghujan tiba. Hal ini mengakibatkan proses pengeringan menjadi terganggu dan menurunnya kualitas biji kopi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut penggunaan teknologi tepat guna menjadi pilihan yang tepat. Mesin pengering biji kopi sudah banyak digunakan oleh masyarakat, salah satunya adalah mesin pengering biji kopi tipe *hybrid*. Mesin pengering ini mengkombinasikan sumber energi matahari sebagai pengering utama dan panas hasil pembakaran biomassa sebagai sumber panas

tambahan. Disain mesin pengering biji kopi harus melakukan perhitungan analisis yang akurat untuk mendapatkan suhu udara pengering yang tepat.

Panas yang dihasilkan dari pembakaran biomassa menjadi sumber energi tambahan untuk mempercepat proses pengeringan tanpa menurunkan kualitas biji kopi. Analisa perpindahan panas dari setiap komponen mesin pengering menjadi sangat fundamental untuk menghasilkan suhu pengeringan yang tepat pada biji kopi sehingga mutu biji kopi tetap terjaga dengan baik.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang dijelaskan pada latar belakang, dapat dirumuskan permasalahan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana sebaran suhu udara pada tungku biomassa, ruang pengering dan biji kopi pada proses pengeringan biji kopi menggunakan mesin pengering biji kopi *type rotary hybrid*?
2. Bagaimana suhu yang dihasilkan diruang pengering pada mesin pengering biji kopi *type rotary hybrid* ?
3. Bagaimana nilai kadar air akhir biji kopi pasca proses pengeringan ?

## **1.3. Batasan Penelitian**

Adapun batasan masalah pada Penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini hanya akan fokus pada Analisa sebaran suhu udara yang terjadi saat proses pengeringan biji kopi menggunakan mesin pengering biji kopi *hybrid*.
2. Penelitian dilakukan dengan melakukan pengamatan suhu udara pada tungku biomassa, ruang pengering, dan suhu bahan biji kopi.

## **1.4. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui sebaran suhu udara pada tungku biomassa, ruang pengering dan biji kopi pada proses pengeringan biji kopi menggunakan mesin pengering biji kopi *type rotary hybrid*
2. Mengetahui suhu yang dihasilkan diruang pengering pada mesin pengering biji kopi *type rotary hybrid*.

3. Mengetahui nilai kadar air akhir biji kopi pasca proses pengeringan.  
Setelah parameter diatas tercapai, tujuan akhir penelitian ini adalah agar mesin pengering kopi *type rotary hybrid* dapat dimanfaatkan oleh masyarakat di Desa Cilumping sebagai salah satu alternatif dalam mengeringkan biji kopi dengan memanfaatkan biomasa sebagai bahan bakar.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

#### 1.5.1. Bagi Petani Kopi

- a. Mendapatkan informasi mengenai teknologi pengeringan yang menggunakan sistem pemanas buatan.
- b. Memberikan informasi suhu pengeringan yang sesuai untuk pengeringan biji kopi

#### 1.5.2. Bagi Peneliti

- a. Mengetahui kondisi sebenarnya yang terjadi di petani kopi.
- b. Memberikan peningkatan keahlian profesi sehingga menumbuhkan rasa percaya diri.

#### 1.5.3. Bagi Institusi Pendidikan

- a. Sebagai salah satu alat evaluasi terhadap kurikulum yang berlaku.
- b. Sebagai salah satu acuan untuk melakukan penelitian berikutnya..

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pengeringan

Peneliti Henderson dan Perry menyebutkan proses pengeringan adalah pengeluaran air atau pemisahan air dalam jumlah yang relatif kecil dari bahan dengan menggunakan energi panas. Proses pengeringan terdiri dari dua periode yaitu periode pengeringan dengan laju tetap atau konstan dan periode dengan laju menurun. Periode pengeringan dengan laju tetap merupakan proses perpindahan massa air yang berasal dari permukaan bahan. Proses ini terjadi karena adanya perbedaan tekanan uap air antara permukaan bahan dengan udara pengering, proses ini akan terus berlangsung sampai air bebas pada permukaan telah hilang. Sedangkan pengeringan dengan laju menurun akan berlangsung setelah pengeringan laju konstan selesai. Kadar air diantara kedua periode tersebut disebut dengan kadar air kritis. Pengeringan dengan laju menurun akan berhenti hingga tercapai kadar air keseimbangan (Henderson, 1976). Menurut Brooker ada 3 hal yang mempengaruhi proses pengeringan yaitu kecepatan udara, suhu udara, dan kelembaban udara (Brooker, D.B, 1974).

Pengeringan merupakan kegiatan yang penting didefinisikan dalam pengawetan bahan atau tujuan industry pengolahan hasil pertanian. Metode pengeringan secara umum dilakukan dengan dua cara yaitu pengeringan *nature drying* dan *artificial drying*. *Nature drying* adalah metode pengeringan yang memanfaatkan energi matahari sebagai energi pengeringannya. Metode pengeringan ini biasanya dilakukan dengan cara menjemur bahan dibawah teriknya matahari dimana bahan padat yang dikeringkan diletakan di lamoran (Sopyan, 2001). Metode pengeringan dengan penjemuran ini cukup sederhana dan murah dengan ketersediaan energi sepanjang tahun. Sinar infra merah matahari mempunyai kemampuan dapat menembus ke dalam sel bahan yang dikeringkan (Taib, Gunarif, Gumbira Said, 1988).

Pengeringan yang menggunakan alat pengering (pengering buatan) memiliki kelebihan dimana suhu, kelembaban nisbi udara dan kecepatan

pengeringan dapat diatur dan dikontrol dengan baik. Menurut Sopyan cara lain untuk melakukan proses pengeringan adalah dengan memanfaatkan radiasi matahari sehingga energi dapat terperangkap dan tidak keluar ke udara bebas. Metode pengeringan ini merupakan modifikasi dari penjemuran dengan memiliki tingkat pemanasan yang tinggi karena mampu mengumpulkan panas dan mencegah keluarnya panas menuju udara bebas (Sopyan, 2001).

## **2.2. Pengerik Efek Rumah Kaca (ERK)**

Pengeringan di terik matahari cukup efektif karena suhu yang dicapai sekitar 35 – 45 °C. (Soeharto, 1991). Namun, pengeringan langsung di bawah matahari terkendala oleh tidak konstannya radiasi matahari. Radiasi matahari cenderung berubah setiap waktu akibat pengaruh kondisi awan dan posisi koordinat lokasi. Oleh karena itu saat ini mulai terjadi kecenderungan untuk menggunakan pengering buatan. Soeharto dalam bukunya menyatakan bahwa pengering buatan ini lebih baik karena tidak tergantung matahari dan bahkan dalam kasus tertentu (misalnya bahan kripik kentang) tidak begitu baik mutunya jika terkena sinar UV (dapat menghitam akibat tumbuh jamur).

Desrosier dalam bukunya menyatakan bahwa pengeringan buatan berarti mengendalikan kondisi iklim di dalam suatu ruangan atau lingkungan mikro. Sedangkan untuk penjemuran langsung kondisinya diserahkan pada kondisi lingkungan sekitarnya seperti radiasi matahari, kecepatan angin, kelembaban udara, suhu udara dan lain sebagainya. Bahan pangan kering yang berasal dari suatu unit pengering buatan dapat memiliki kualitas yang lebih baik daripada yang dikeringkan dengan matahari. Ditinjau dari pergerakan bahan padatnya, pengeringan dapat dibagi menjadi dua, yaitu pengeringan *batch* dan pengeringan kontinyu. Pengeringan *batch* adalah pengeringan dimana bahan yang dikeringkan dimasukkan ke dalam alat pengering dan didiamkan selama waktu yang ditentukan. Pengeringan kontinyu adalah pengeringan dimana bahan basah masuk secara sinambung dan bahan kering keluar secara sinambung dari alat pengering (Desrosier NW, 2008).

Berdasarkan kondisi fisik yang digunakan untuk memberikan panas pada sistem dan memindahkan uap air, proses pengeringan dapat dibagi menjadi tiga, yaitu :

1) Pengeringan kontak langsung

Pengering kontak langsung merupakan pengeringan dengan menggunakan udara panas sebagai medium pengering pada tekanan atmosferik. Pada proses ini uap yang terbentuk terbawa oleh udara.

2) Pengeringan vakum

Pengeringan vakum merupakan pengering yang menggunakan logam sebagai medium pengontak panas atau menggunakan efek radiasi. Pada proses ini penguapan air berlangsung lebih cepat pada tekanan rendah.

3) Pengeringan beku

Pengering beku adalah pengeringan yang melibatkan proses sublimasi air dari suatu material beku.

Banyak tipe pengering yang dapat digunakan untuk pengeringan bahan pangan. Pada umumnya pemilihan tipe pengering ditentukan oleh jenis komoditi yang akan dikeringkan, bentuk akhir yang dikehendaki, faktor ekonomi dan kondisi operasinya. Jenis produk yang dikeringkan dan tipe pengering yang digunakan umumnya adalah sebagai berikut (Desrosier NW, 2008) :

Tabel 1. Jenis Produk dan tipe pengering yang digunakan

<b>Pengering</b>	<b>Produk</b>
Pengering rak hampa	Produksi bahan pangan tertentu yang terbatas
Pengering drum	Susu, sari sayuran, pisang
Pengering hampa kontinu	Buah – buahan dan sayuran
Pengering ban berjalan	Sayuran
Pengering bedeng apung	Sayuran
Pengering busa padat	Sari buah
Pengering beku	Daging
Pengering putar	Telur utuh, kuning telur, susu Sebagian produk daging

Pengering kabinet	Buah – buahan dan sayuran
Pengering tungku	Apel dan Sebagian sayuran
Pengering terowongan	Buah – buahan dan sayuran

Pengering tipe efek rumah kaca (ERK) sendiri tergolong kedalam pengering kontak langsung karena selain memanfaatkan radiasi matahari juga menggunakan medium udara sebagai pembawa panas. Prinsip dari pengering ERK ini adalah sebagaimana fenomena efek rumah kaca yang terjadi di atmosfer. Radiasi matahari gelombang pendek memasuki suatu bangunan dengan dinding dan atap transparan, kemudian panas diserap oleh sistem yang ada di dalamnya dan selanjutnya diradiasikan kembali dalam bentuk gelombang panjang dengan energi yang lebih rendah dari sebelumnya, karena itulah ia tidak dapat menembus dinding dan panas menjadi terakumulasi di dalam bangunan tersebut.

ERK dapat dibuat dengan konfigurasi rancangan yang berbeda tergantung pada komoditas yang akan dikeringkan, ruang yang tersedia, radiasi matahari, lama penyinarannya dan lain sebagainya. Hingga saat ini terdapat beberapa jenis ERK yang telah diuji oleh bagian Energi dan Elektrifikasi Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, FATETA- IPB, yaitu sebagai berikut (Abdullah K, 2007):

- a. Tipe ERK dengan plat penyerap panas yang dipasang pada lokasi spesifik dengan wadah pengering berupa *flat bed*, *trolleys*, *drum*, *bunker* dan lainnya.
- b. Geometri piramida terpotong
- c. Tipe terowongan
- d. Pengering tipe resirkulasi

Disain standar untuk pengering ERK terdiri atas dinding transparan, terbuat dari lembaran polikarbonat, *UV stabilized plastic*, *fiberglass* atau plastik polietilen. Komponen utama lainnya yaitu *drying bin* atau troli yang dilengkapi rak, komponen pengatur pergerakan udara dan unit pemanas tambahan (Abdullah K, 2007). Pengering ERK ini biasanya menggunakan pemanas tambahan untuk memenuhi kebutuhan panas total yang tidak bisa sepenuhnya disuplai dari energi surya. Pemanas tambahan itu dapat berupa tungku (dengan *heat exchanger*),

radiator dan lainnya. Penggunaan kombinasi energi surya dan energi pemanas tambahan tersebut sering dikenal dengan pengering ERK-hibrid.

Tabel 2. Contoh Performansi Lapangan Pengering Efek Rumah Kaca

<b>Komoditas</b>	<b>Suhu Pengeringan</b>	<b>Waktu Pengeringan</b>	<b>Masa Awal Bahan</b>	<b>Tipe Kontainer</b>	<b>Pemanas Tambahan</b>
Biji Koko	49.2	32	400	Flat Bed	-
Kopi Robusta	37	60	1114	Rak	-
Vanili	51	52	52	Rak	Batubara
Kayu	49	96	780	Rak	Tungku Arang
Ikan Segar	40	48	600	Rak	Tungku Kayu Bakar

### 2.3. Perpindahan Panas

Perpindahan panas yang terjadi akibat pembakaran bahan bakar terjadi secara konduksi, konveksi, dan radiasi. Pada keadaan mantap (*steady state*), kehilangan panas dari hasil pembakaran terjadi melalui permukaan dinding tungku dan melalui saluran udara dan gas hasil pembakaran. Sedangkan untuk gabungan aliran kalor konduksi dan konveksi dinyatakan dalam koefisien pindah panas menyeluruh (Holman, 1986).

Pada keadaan mantap, kehilangan panas dari hasil pembakaran terjadi melalui permukaan dinding tungku secara konveksi (QL11) dan radiasi (QL12), yaitu:

$$QL11 = h \times A \times (T_t - T_{ling}) \dots \dots \dots (1)$$

$$QL12 = e_b \times \sigma \times A \times (T_t^4 - T_{ling}^4) \dots \dots \dots (2)$$

di mana :

$T_t$  = suhu permukaan tungku (K)

$T_{ling}$  = suhu lingkungan (K)

$H$  = konveksi udara luar ( $W/m^2K$ )

$A$  = luas permukaan lapisan luar dinding tegak ( $m^2$ )

$e_b$  = emisivitas bahan

$\sigma$  = konstanta Steven-Boltzman ( $w/m^2K^4$ )

Panas yang hilang melalui dinding dasar tungku secara konveksi (QL21) dan radiasi (QL12), yaitu:

$$QL21 = h_d \times A_d \times (T_t - T_{ling}) \dots\dots\dots (3)$$

$$QL22c = e_b \times \sigma \times A_d \times (T_t^4 - T_{ling}^4) \dots\dots\dots (4)$$

di mana :

$h_d$  = konveksi udara di bawah tungku ( $W/m^2K$ )

$A_d$  = luas permukaan luar dinding dasar tungku ( $m^2$ )

Panas yang hilang melalui saluran udara masuk.

$$QL3 = A_m \times \sigma \times (T_g^4 - T_{ling}^4) \dots\dots\dots (5)$$

di mana :

$A_m$  = luas saluran udara masuk ( $m^2$ )

$T_g$  = suhu ruang pembakaran (K).

Panas efektif yang tersedia untuk pemanasan sebagian terbawa aliran udara dan sebagian diterima alat memasak. Panas yang ke alat memasak diterima oleh air dan untuk menaikkan suhu alat memasak serta terbuang melalui dinding alat memasak.

Panas yang terbawa aliran udara, yaitu:

$$QL4 = m_a \times C_{pu} \times (T_k - T_{ling}) \dots\dots\dots (6)$$

di mana :

$m_a$  = laju massa udara (kg/s)

$C_{pu}$  = kapasitas panas udara (kJ/kg K)

$T_k$  = suhu udara/gas yang keluar (K)

$T_{ling}$  = suhu udara lingkungan (K).

Panas untuk menaikkan suhu alat masak, yaitu:

$$QL5 = M_p \times C_{pp} \times \Delta T \dots\dots\dots (7)$$

di mana :

$M_p$  = massa alat memasak (kg)

$C_{pp}$  = kapasitas panas alat memasak (KJ/kg K)

$\Delta T$  = perubahan suhu alat memasak (K).

Panas yang hilang melalui dinding alat masak, yaitu:

$$QL6 = h \times Ap \times (T_p - T_{ling}) + e_p \times \sigma \times Ap \times (T_p^4 - T_{ling}^4) \dots \dots \dots (8)$$

di mana :

$Ap$  = luas permukaan alat masak yang memancarkan panas ( $m^2$ )

$T_p$  = suhu alat masak (K)

$e_p$  = emisivitas bahan alat masak.

Panas yang diterima oleh air (untuk menaikkan suhu air), yaitu:

$$Q_{out} = m_{air} \times C_{p_{air}} \times (T_2 - T_1) + M_{uap} \times H_{fg} \dots \dots \dots (9)$$

Dimana :

$m_{air}$  = massa air (kg)

$C_{p_{air}}$  = kapasitas panas air (4.2kJ/kg°C)

$T_2$  = suhu akhir air

$T_1$  = suhu awal air

$m_{uap}$  = massa air yang diuapkan (kg)

$H_{fg}$  = panas laten penguapan air (kJ/kg).

#### 2.4. Motor Listrik

Motor listrik dapat digolongkan menjadi dua golongan sesuai dengan sumber arus listrik, yaitu motor listrik arus searah atau DC dan motor listrik arus bolak-balik atau AC. Motor listrik AC yang kecil banyak dipakai pada peralatan rumah tangga misalnya alat cukur, alat kecantikan, alat dapur, dan sebagainya. Sedangkan motor listrik yang besar banyak digunakan pada kompresor, penggiling jagung, dan alat-alat bengkel atau pabrik. Dasar utama yang menyebabkan motor berputar ialah reaksi antar kutub magnet. Kutub yang senama tolak-menolak dan kutub yang tak senama tarik-menarik. Reaksi medan magnet listrik pada stator dan medan magnet penghantar yang dialiri arus listrik (Sularso dan Suga Kiyokatsu, 1997).

#### 2.5. Jenis – Jenis Kopi

Tanaman kopi termasuk dalam famili Rubiaceae dan terdiri atas banyak jenis *Coffea arabica*, *Coffea canephora*, dan *Coffea liberica*. Tetapi, hanya ada

dua spesies yang banyak dibudayakan secara komersial yaitu kopi Arabika (*Coffea arabica*) dan kopi Robusta (*Coffea canephora*). Kopi Arabika berasal dari Etiopia dan tumbuh dengan baik di ketinggian 600-2.000 m. Kopi Robusta tumbuh dengan baik jika dibawah ketinggian 600m. Produksi kopi jenis Arabika jauh lebih besar mencapai 75% jika dibandingkan dengan kopi Robusta yang hanya meliputi 25% (Mussatto SI, Machado EMS, Martins S, 2011). Kedua jenis kopi inilah yang banyak dibudidayakan di Indonesia.

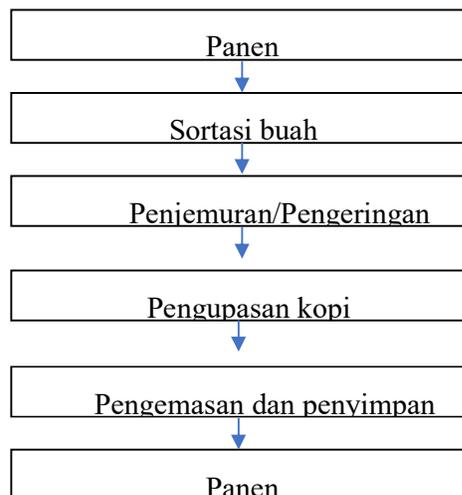
Kopi Robusta dapat dikatakan sebagai kopi kelas dua setelah kopi Arabika, karena rasanya lebih pahit, sedikit asam, dan mengandung kafein dalam kadar yang jauh lebih tinggi daripada Arabika. Kadar air biji kopi.

## 2.6. Pengolahan Pascapanen Kopi

Proses pengolahan pasca panen kopi dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu:

### 1. Pengolahan Kering (*Dry Process*)

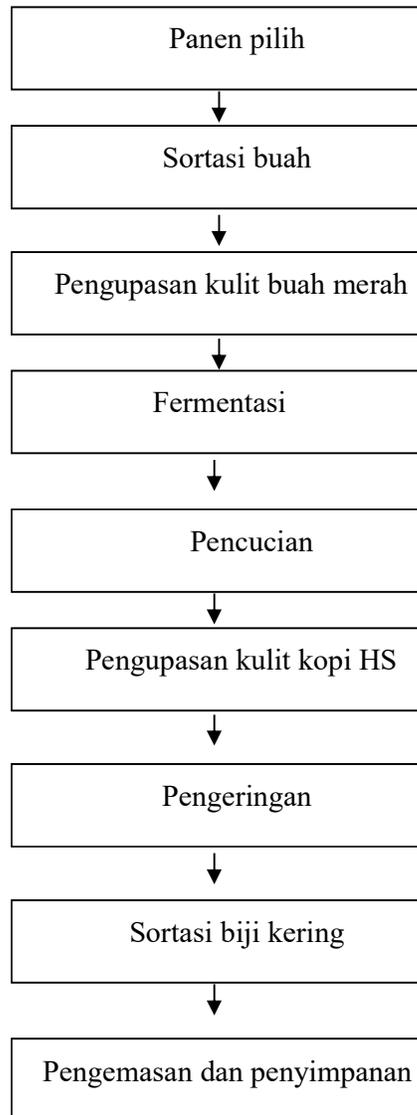
Metode proses kopi secara kering banyak dilakukan petani, mengingat kapasitas olah kecil, mudah dilakukan dan peralatan sederhana. Tahapan pascapanen kopi secara kering dimulai dari proses pemanenan buah kopi, kemudian dilakukan sortasi buah kopi, biji kopi yang sudah disortasi selanjutnya di lakukan proses pengeringan dengan cara penjemuran menggunakan sinar matahari, selanjutnya dilakukan proses pengemasan dan disimpan (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2015). Tahapanya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan pascapanen kopi secara kering

## 2. Pengolahan Basah (*Fully Washed*)

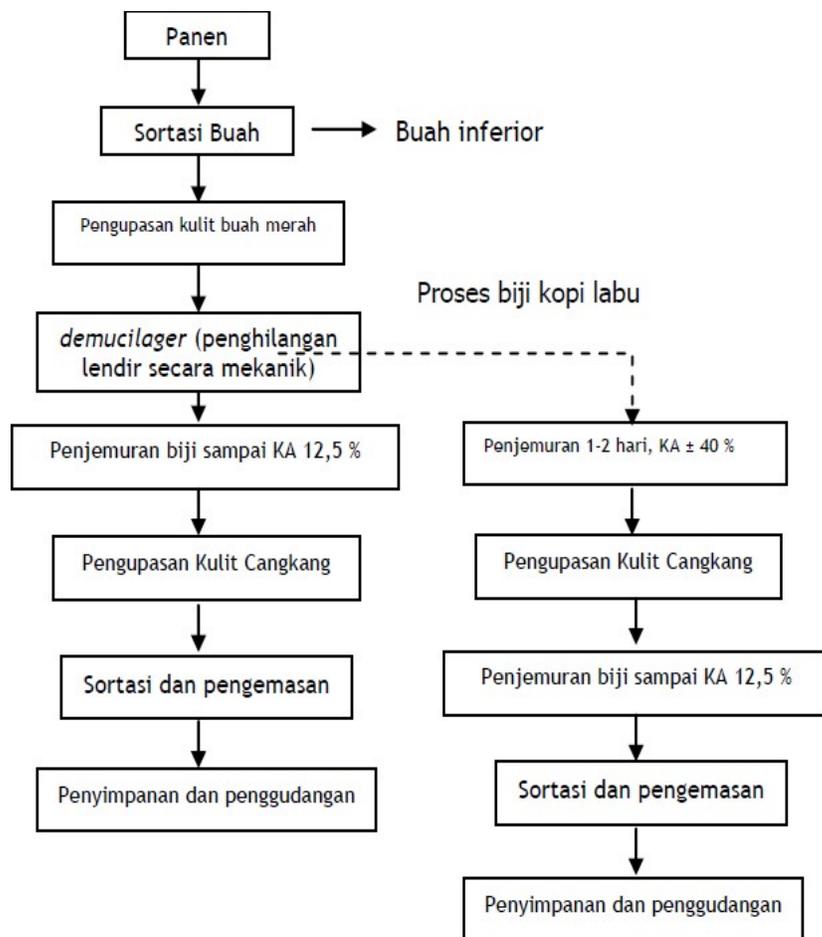
Metode proses pengolahan kopi secara basah dimulai dari proses pemanenan, kemudian sortasi buah kopi, setelah disortasi dilakukan proses pengupasan buah kopi, selanjutnya fermentasi, kemudian dilakukan pencucian, setelah selesai pencucian dilakukan pengupasan kulit kopi, selanjutnya dikeringkan dan sortasi biji kering kemudian dilakukan pengemasan dan penyimpanan (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2015). Tahapan proses ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan proses kopi secara basah

### 3. Pengolahan Semi Basah

Pengolahan semi basah dilakukan untuk menghemat penggunaan air dan menghasilkan kopi dengan cita rasa yang khas (berwarna gelap dengan fisik kopi agak melengkung). Kopi Arabika yang diproses secara semi-basah biasanya memiliki tingkat keasaman lebih rendah dengan *body* lebih kuat dibanding dengan kopi yang diproses secara basah penuh. Proses secara semi-basah juga dapat diterapkan untuk kopi Robusta. Secara umum kopi yang diproses secara semi-basah mutunya baik. Proses secara semi-basah lebih singkat dibandingkan dengan proses secara basah. Untuk dapat menghasilkan biji kopi hasil proses semi-basah yang baik, maka harus mengikuti prosedur seperti pada Gambar 3 (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2015)



Gambar 3. Tahapan proses kopi secara semi-basah

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan dimulai dari Bulan Juli – Desember 2021. Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi, Fakultas Teknologi Industri UNUGHA CILACAP. Jadwal setiap kegiatan terlampir pada Lampiran 1.

#### **3.2. Alat dan Bahan**

##### **3.2.1. Alat**

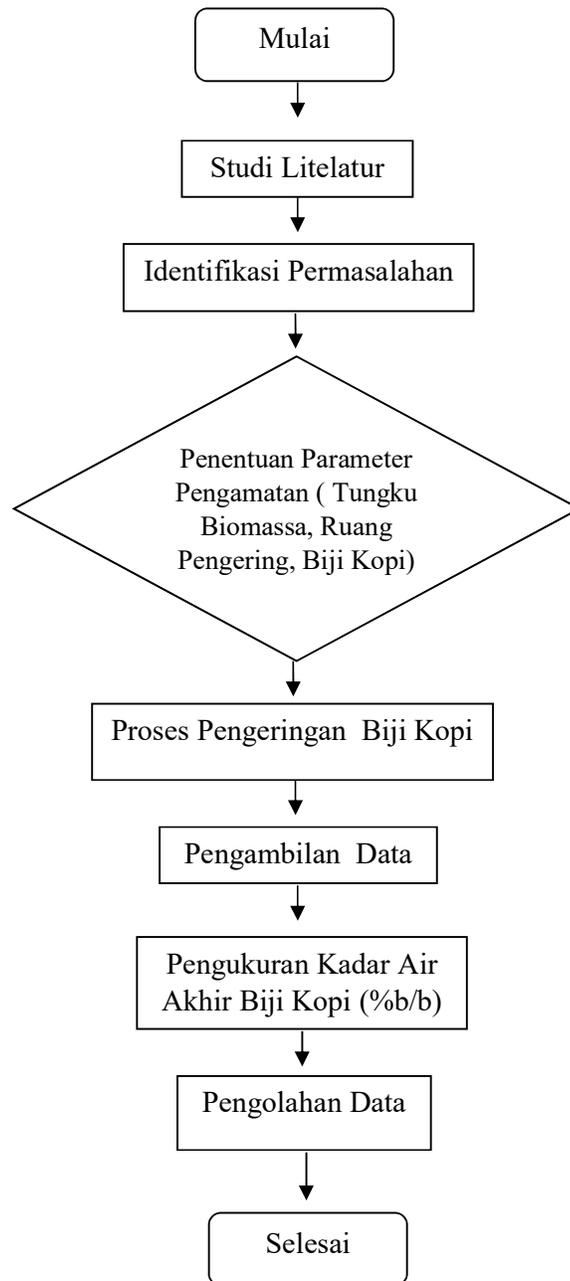
- 1) 1 unit mesin pengering biji kopi
- 2) Termometer digital
- 3) Timbangan Digital
- 4) Stopwatch
- 5) Wadah

##### **3.2.2. Bahan**

- 1) Biji Kopi

#### **3.3. Prosedur Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan dua tahap yang terdiri dari penelitian utama (pengambilan data suhu pada tungku biomassa, ruang pengering, dan bahan) dan analisis data (kadar air biji kopi awal, kadar air akhir biji kopi, dan laju pengeringan). Pengambilan data penelitian dilakukan sebanyak dua kali atau duplo dimulai dari pukul 10.00 – 15.00 selama 5 jam dengan pengamatan suhu dimulai pada interval 15 menit. Prosedur tahapan penelitian disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Prosedur Penelitian

Penjelasan prosedur penelitian adalah sebagai berikut ini untuk masing – masing tahapan :

1) Studi Litelatur

Tahapan ini dilakukan pencarian dan telaah Pustaka – Pustaka yang melakukan kajian mengenai biji kopi, proses pengeringan, teori perpindahan panas dan Analisa pola sebaran udara pada proses pengeringan.

2) Identifikasi masalah

Identifikasi masalah yaitu melakukan pengelompokan permasalahan – permasalahan pada proses pengeringan biji kopi, selanjutnya menentukan Batasan – Batasan permasalahan yang akan diselesaikan pada penelitian ini.

3) Penentuan Parameter Pengamatan

Tahapan ini meliputi pembatasan data – data yang akan diamati selama proses pengeringan biji kopi ini berlangsung. Selain penentuan parameter pada tahapan ini juga ditentukan titik – titik pengambilan suhu selama proses pengeringan berlangsung.

4) Proses Pengeringan Biji Kopi

Proses pengeringan biji kopi dilakukan selama 5 jam, dimulai dari pukul 10.00 – 15.00 menggunakan biji kopi dengan kapasitas awal 5 kg.

5) Pengambilan Data

Pengambilan data yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan dengan interval 15 menit sekali sejak awal proses pengeringan berlangsung atau dimulai pukul 10.15.

6) Pengukuran Kadar Air Biji Kopi

Pengukuran kadar air biji kopi dengan cara mengambil sampel biji kopi hasil proses pengeringan. Selanjutnya dilakukan analisis kandungan kadar air yang terkandung pada biji kopi menggunakan Standar Pengujian Kadar Air yang sudah mengacu standar.

7) Pengolahan Data

Data – data yang diperoleh dari pengamatan suhu disajikan dalam bentuk grafik untuk melihat bagaimana pola sebaran suhu yang terjadi selama proses pengeringan. Sedangkan data kadar air ditampilkan nilai kadar air akhir basis basah dalam bentuk persentase.

### 3.4. Parameter pengukuran

Pengukuran dilakukan bersamaan dengan proses pengeringan biji kopi menggunakan mesin pengering biji kopi. Pengambilan data dilakukan secara dua kali dan disajikan dalam bentuk grafik. Parameter yang diukur pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 3. Pengukuran Penelitian

No	Parameter	Percobaan
1	Waktu (Menit) Menit 15 – menit 300	2 Kali Ulangan
2	Suhu Udara masuk <i>Heat Exhanger</i> (HE) (°C)	2 Kali Ulangan
3	Suhu Udara keluar <i>Heat Exhanger</i> (HE) (°C)	2 Kali Ulangan
4	Suhu Udara Masuk Ruang Pengering (°C)	2 Kali Ulangan
5	Suhu Bahan Biji Kopi (°C)	2 Kali Ulangan
6	Suhu Keluar Ruang Pengering (°C)	2 Kali Ulangan
7	Kadar air awal biji kopi (% b/b)	2 Kali Ulangan
8	Kadar air akhir biji kopi (% b/b)	2 Kali Ulangan

**BAB IV**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

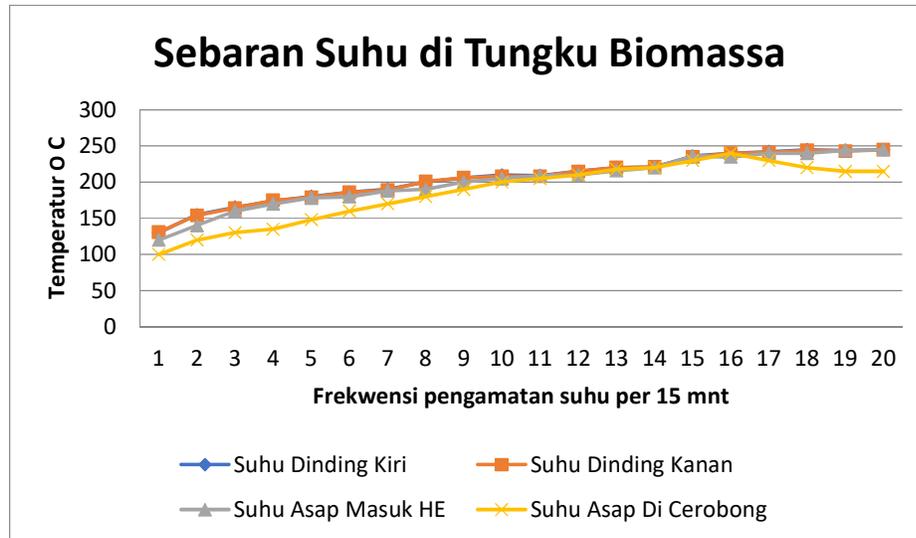
**4.1. Analisa Suhu di Tungku Biomassa**

Panas yang dihasilkan dari dari tungku biomassa adalah hasil pembakaran biomassa pada ruang pembakaran yang memanaskan *heat exchanger*. Pindah panas yang terjadi pada proses ini yaitu terjadi dari radiasi pembakaran biomassa berpindah secara konduksi ke pipa *heat exchanger*. Ada beberapa titik pengamatan yang diukur pada tungku biomassa, mulai dari dinding – dinding biomassa sampai dengan suhu asap yang masuk kedalam *heat exchanger*.

Hasil pengamatan sebaran suhu pada tungku biomasa sebagai berikut :

<b>WAKTU (MENIT)</b>	<b>SUHU DINDING KIRI TUNGKU (°C)</b>	<b>SUHU DINDING KANAN TUNGKU (°C)</b>	<b>SUHU ASAP MASUK HE (°C)</b>	<b>SUHU ASAP DICEROBONG (°C)</b>
15	130	131	120	100
30	155	154	140	120
45	165	164	160	130
60	174	175	170	135
75	180	179	178	148
90	186	186	180	160
105	190	189	188	170
120	200	201	190	180
135	206	206	200	190
150	210	208	205	200
165	209	208	209	205
180	215	215	210	210
195	220	220	216	218
210	221	221	220	220
225	236	235	236	230
240	240	240	235	240
255	242	241	240	230
270	245	244	240	220
285	244	243	244	215
300	245	245	245	215
Rata - Rata	205.65	205.25	201.3	186.8

Tabel 4 Hasil pengukuran sebaran suhu pada tungku biomassa



Gambar 5. Sebaran suhu di tungku biomassa

Suhu dinding kiri tungku rata – rata adalah 201.9 °C dan suhu dinding kanan tungku rata – rata 201.8 °C. Sebaran pada suhu dinding di tungku biomassa cenderung sama sebesar 201 °C. Untuk suhu asap yang masuk melewati *heat exchanger* rata – rata 195.9 °C dan suhu asap yang keluar melewati cerobong adalah 181.8 °C. Suhu panas yang terjadi di dalam tungku biomassa selanjutnya berpindah kedalam pipa *heat exchanger*, proses perpindahannya terjadi secara konduksi. Pindah panas adalah perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu diantara benda atau material. Pindah panas konduksi yaitu pindah panas di dalam bahan atau dari suatu bahan ke dalam bahan yang lain dengan saling menukar energi kinetik antara molekul tanpa ada pergerakan dari molekul tersebut (Holman, 1986).

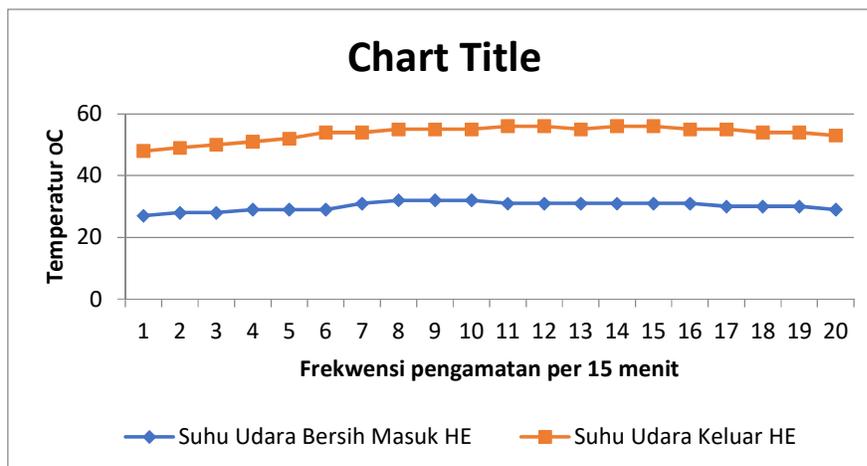
#### 4.2. Analisa Suhu di *Heat Exchanger*

Suhu yang terjadi di pipa *heat exchanger* berasal dari panas pembakaran biomassa pada tungku biomassa. Proses perpindahan panas ini terjadi secara konveksi karena adanya Gerakan fluida panas udara menuju cerobong tungku biomassa. Gambar 6 menunjukkan pola sebaran suhu di dalam *heat exchanger*.

Hasil pengamatan sebaran suhu di Heat Exchanger sebagai berikut :

WAKTU (MENIT)	SUHU UDARA BERSIH MASUK HE (°C)	SUHU UDARA KELUAR HE (°C)
15	27	48
30	28	49
45	28	50
60	29	51
75	29	52
90	29	54
105	31	54
120	32	55
135	32	55
150	32	55
165	31	56
180	31	56
195	31	55
210	31	56
225	31	56
240	31	55
255	30	55
270	30	54
285	30	54
300	29	53

Tabel 5 Hasil pengukuran sebaran suhu di HE



Gambar 6. Sebaran Suhu di *Heat Exchanger*

Suhu bersih yang masuk ke HE rata rata 29.9 °C. Kondisi pada suhu ini adalah kondisi suhu udara yang bergerak menuju pipa HE. Untuk Suhu udara yang keluar dari HE rata – rata adalah sebesar 53.5 °C. Suhu yang keluar dari HE ini yang selanjutnya ditarik oleh pompa blower menuju ruang pengeringan. Pindah panas yang terjadi pada HE adalah pindah panas konveksi. Pindah panas konveksi yaitu transfer energi yang disebabkan adanya pergerakan fluida panas (Holman, 1986). Jumlah pipa *heat exchanger* ada 32 pipa tube yang menghasilkan pola sebaran suhu panas yang sama. Panas yang timbul dari pipa *heat exchanger* selanjutnya ditarik oleh kipas *blower* menuju ruang pengering.

#### 4.3. Analisa Suhu di Ruang Pengering

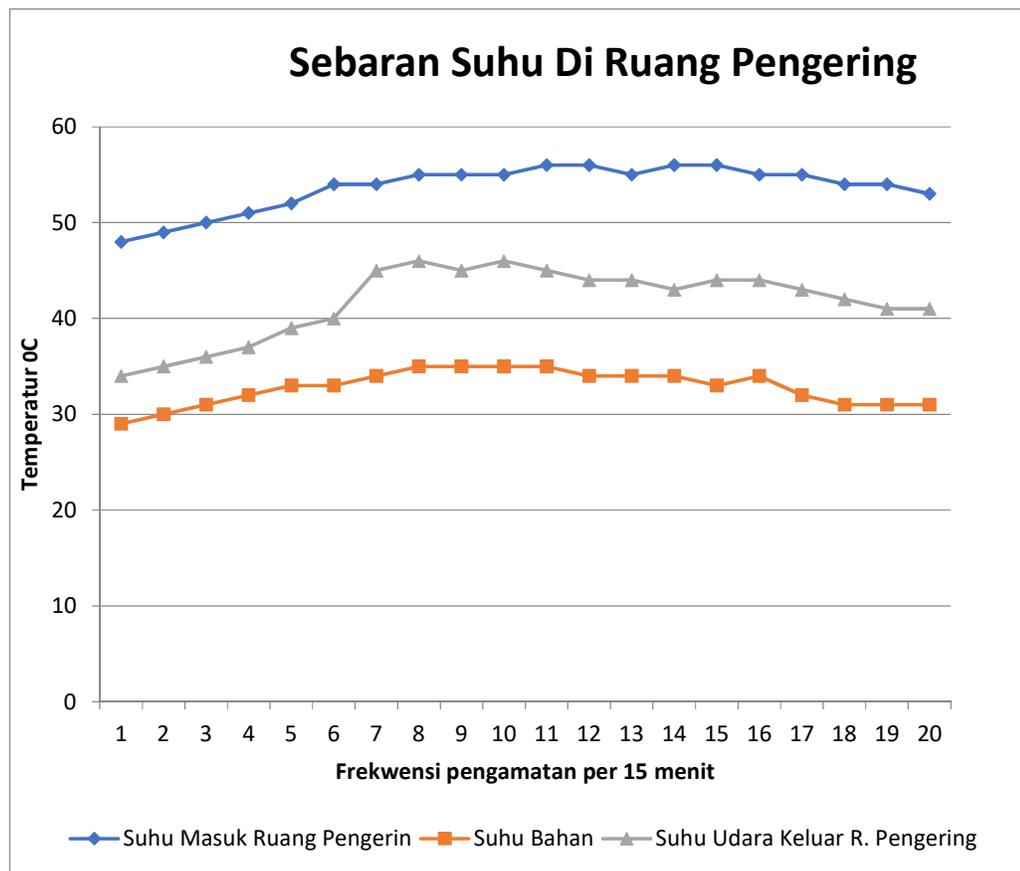
Suhu ruang pengering tempat utama untuk proses pengeringan biji kopi. Ketepatan dalam melakukan disain akan mempengaruhi pola sebaran suhu untuk proses pengeringan. Pengukuran yang dilakukan pada ruang pengering yaitu suhu masuk ruang pengering, suhu bahan, dan suhu keluar ruang pengering. Suhu yang masuk kedalam ruang pengering dari menit ke 15 sampe menit 300 rata – rata adalah 53.3 °C, suhu bahan berkisar 32.5 °C, dan suhu keluar ruang pengering rata – rata 41.1 °C. Gambar 7 menunjukkan pola sebaran suhu yang terdapat didalam ruang pengering.

Hasil pengamatan suhu di ruang pengering sebagai berikut :

WAKTU (MENIT)	SUHU MASUK RUANG PENERING (°C)	SUHU BAHAN (°C)	SUHU UDARA KELUAR RUANG PENERING (°C)
15	48	29	34
30	49	30	35
45	50	31	36
60	51	32	37
75	52	33	39
90	54	33	40
105	54	34	45
120	55	35	46
135	55	35	45
150	55	35	46

165	56	35	45
180	56	34	44
195	55	34	44
210	56	34	43
225	56	33	44
240	55	34	44
255	55	32	43
270	54	31	42
285	54	31	41
300	53	31	41
Rata - Rata	53.65	32.8	41.7

Tabel 6 Hasil pengukuran sebaran suhu di ruang pengering



Gambar 7. Sebaran suhu diruang pengering

Suhu yang ideal untuk mengeringkan biji kopi yaitu berkisar 50 – 60 °C. Penelitian ini suhu diruang pengering sebesar 53.5 °C artinya masih masuk

kedalam range suhu yang ideal untuk mengeringkan biji kopi. Suhu pengeringan yang tinggi dapat merusak kandungan yang terdapat didalam biji kopi sehingga dapat menurunkan mutu dari biji kopi.

#### 4.4. Kadar Air

Kadar air merupakan kandungan air yang terdapat didalam bahan. Standar mutu dari kadar air yang ideal untuk biji kopi berkisar 12 – 13 % b/b (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2015). Penelitian ini menguji kadar air biji kopi yang sudah dikeringkan selama 5 jam diperoleh rata – rata kadar air sebesar 14.2 % b/b. Nilai kadar air akhir ini lebih tinggi dari standar yang sudah ditetapkan. Faktor – faktor yang mempengaruhi diantaranya kelembaban udara biji kopi setelah proses pengeringan dan belum optimalnya desikator yang menyerap uap air setelah proses pengeringan. Namun nilai ini masih masuk nilai toleransi untuk kadar air biji – bijian berkisar 15 % b/b.

Kadar air yang rendah membuat kandungan biji kopi akan semakin baik, karena tidak adanya air dalam komposisi kopi akan lebih memurnikan cita rasa dari biji kopi berasal.

Berikut ini table perhitungan kadar air :

$$H_2O = \frac{(\text{berat wadah + Sampel}) - (\text{Berat akhir})}{(\text{Berat Sample buah kopi})} \times 100 \%$$

No	Berat Kopi setelah (gr)	Berat Wadah (gr)	Berat sample dan wadah (gr)	Berat Akhir (gr)	Nilai Kadar Air (%)
1	2,124	37.58	2,162	1858.43	14.27
2	2,101	36.89	2,138	1838.71	14.24
3	2,106	38.02	2,144	1848.33	14.04
4	2,224	37.79	2,262	1942.56	14.35
5	2,305	38.11	2,343	2019.47	14.04
	<b>10,860</b>				<b>14.19</b>
	<b>Total Buah Kopi</b>				<b>rata - rata kadar air</b>

Tabel 7 Perhitungan kadar air

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian ini maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sebaran suhu udara pada tungku biomassa rata – rata adalah 201.9 °C, ruang pengering 53.5 °C, dan biji kopi pada proses pengeringan biji kopi menggunakan mesin pengering biji kopi *type rotary hybrid* 32.5 °C.
2. Suhu yang dihasilkan diruang pengering pada mesin pengering biji kopi *type rotary hybrid* terdiri dari suhu masuk ruang pengering rata – rata 53.5 °C, suhu bahan 32.5 °C, dan suhu keluar ruang pengering 41.4 °C.
3. Nilai kadar air akhir biji kopi pasca proses pengeringan rata – rata adalah sebesar 14.2 % b/b.

Setelah dilakukan pengamatan sebaran suhu, pengamatan suhu ruang pengering pada mesin pengering tipe rotary hybrid dan kadar air setelah pengeringan pada mesin pengering, diharapkan :

1. Bermanfaat bagi masyarakat sebagai alat mengeringkan kopi didaerah pegunungan yang memiliki suhu udara lingkungan yang rendah dengan tingkat kelembaban udara tinggi.
2. Berfungsi sebagai contoh alat pengering dengan memanfaatkan biomassa yang banyak terdapat di masyarakat pedesaan

#### **5.2. Saran**

Untuk pengembangan selanjutnya dalam menganalisa pola sebaran aliran udara dan proses pindah panas perlu dilakukan dengan simulasi untuk membandingkan antara pengamatan aktual dan simulasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah K. (2007). *TEKNOLOGI BERBASIS SUMBER ENERGI TERBARUKAN UNTUK PERTANIAN*. CREATA-IPB.
- Brooker, D.B, F. W. B.-A. and C. W. H. (1974). *Drying Cereal Grains*. The AVI Publishing Co.
- Cilacap, B. P. S. K. (2020). *Badan Pusat Statistik Kabupaten Cilacap*. BPS Cilacap.  
<https://cilacapkab.bps.go.id/publication/2020/02/28/559b12fad2cd88e1d0d221a6/kabupaten-cilacap-dalam-angka-2020--penyediaan-data-untuk-perencanaan-pembangunan.html>
- Desrosier NW. (2008). *Teknologi Pengawetan Pangan* (Miljohardjo M (ed.); 3rd ed.). Jakarta : UIPress.
- Gumulya D, H. I. . S. (2017). Kajian Budaya Minum Kopi di Indonesia. *Dimensi*, 13(2), 154–172.
- Henderson, S. M. and R. L. P. (1976). *Agricultural Process Engineering*. The AVI Publishing Co.
- Holman, J. P. (1986). *Heat Transfer 6th ed.* (E. Jasifi (ed.); 6th ed.). Erlangga.
- ICO] International Coffee Organization. (2020). *World Coffee Production*.  
<Http://Www.Ico.Org/Prices/Po-Production.Pdf>.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2015). *No Title*.  
[http://ditjenbun.pertanian.go.id/tinymcepuk/%0AGambar/file/statistik/2015/KOPI 2013 -2015.pdf](http://ditjenbun.pertanian.go.id/tinymcepuk/%0AGambar/file/statistik/2015/KOPI%202013-2015.pdf)
- Mintel. (2020). *Market Intelligence Study*. [Www.Mintel.Com](http://www.Mintel.Com).
- Mussatto SI, Machado EMS, Martins S, T. J. (2011). Production, composition, &

application of coffee & it's industrial residues. *Food Bioprocess*, 4, 661–672.  
Pertanian, B. P. D. dan S. I. P. K. (2017). *Outlook Kopi*.

Soeharto. (1991). *Teknologi Pengawetan Pangan*. Rineka Cipta.

Sopyan, I. (2001). *Rancangan Awal Alat Pengering Energi Matahari (Solar Dryer) Untuk Pengeringan Rumput Laut*.

Sularso dan Suga Kiyokatsu. (1997). *Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin*. PT Pradnya Paramita.

Taib, Gunarif, Gumbira Said, dan S. (1988). *Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian*. PT. Mediyatama Sarana Perkasa.

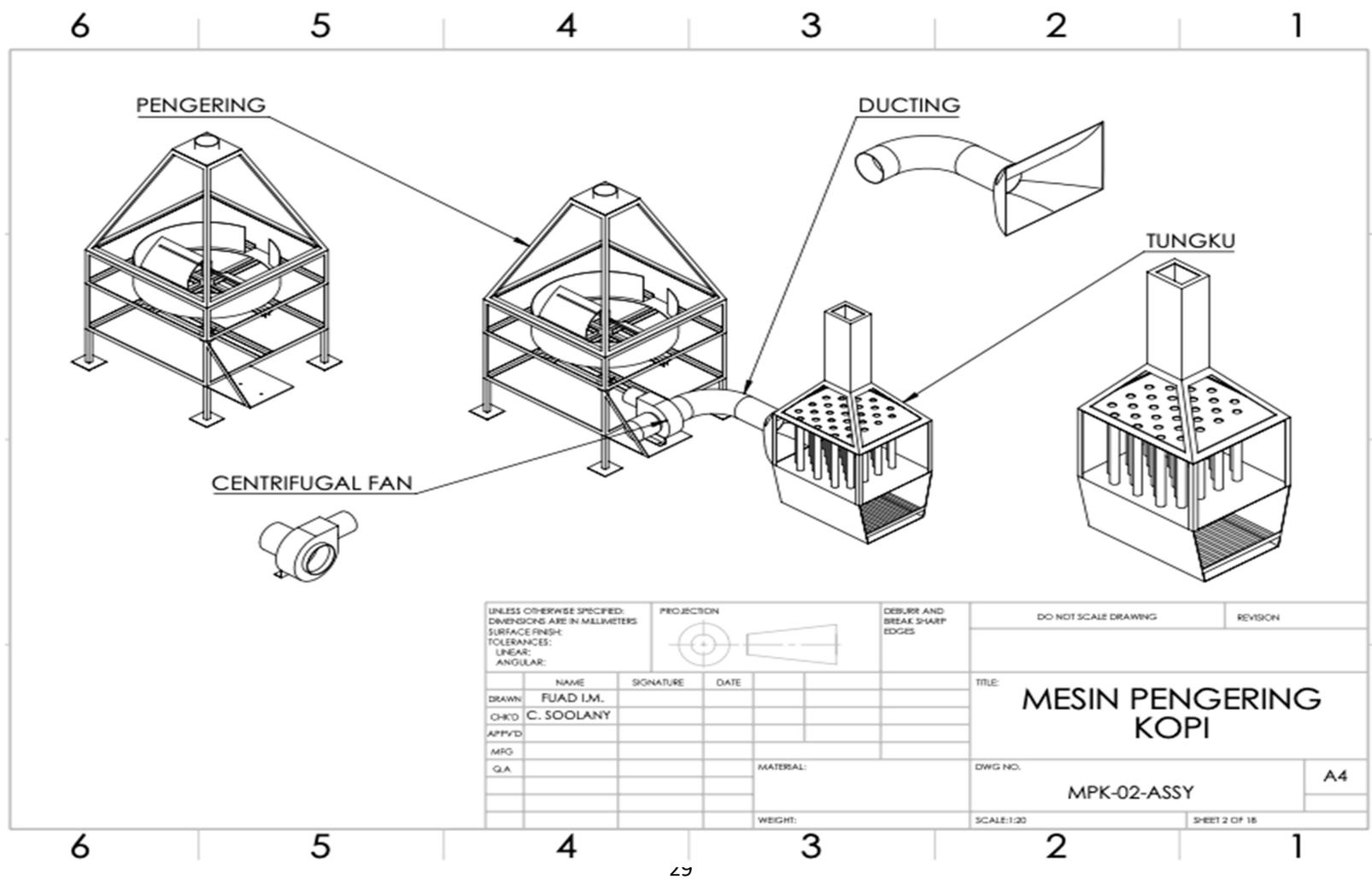
## LAMPIRAN

Lampiran 1. Jadwal Kegiatan

No.	Nama Kegiatan	Bulan ke-							Keterangan
		6	7	8	9	10	11	12	
1.	Studi Litelatur								UNUGHA
2.	Persiapan untuk proses pengeringan biji kopi								Laboratorium Konversi Energi dan perancangan mesin FTI UNUGHA
3.	Analisis Teknik								Laboratorium Konversi Energi dan perancangan mesin FTI UNUGHA
4	Seminar proposal								FTI UNUGHA
4.	Pengambilan data uji mesin pengering biji kopi								Laboratorium Konversi Energi dan perancangan mesin FTI UNUGHA
5.	Analisis data								Laboratorium Konversi Energi dan perancangan mesin FTI UNUGHA
6.	Seminar hasil penelitian								FTI UNUGHA

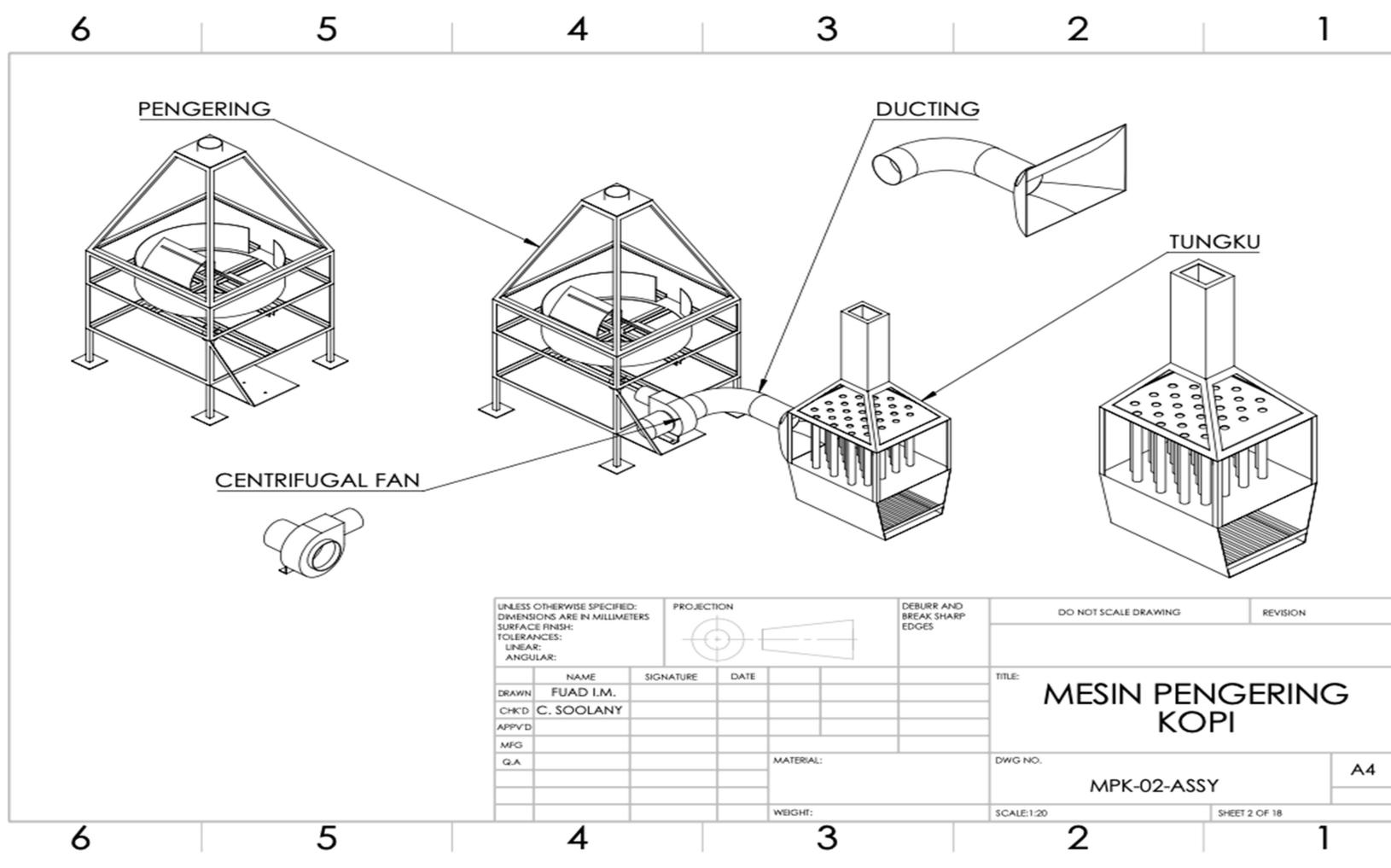
7.	Laporan Tugas Akhir									FTI UNUGHA
----	------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	------------

Lampiran 2. Gambar Teknik Mesin Pengering Biji Kopi





Lampiran 4. Gambar Ruang Pengering



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:			PROJECTION 		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION		
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE				TITLE: <b>MESIN PENERING KOPI</b>				
CHK'D	C. SOOLANY						DWG NO. <b>MPK-02-ASSY</b>				
APP'VD							A4				
MFG							SCALE: 1:20				
Q.A							SHEET 2 OF 18				
							WEIGHT:				

Lampiran 5. Foto – foto Kegiatan









