

**ANALISIS PROSES PENGERINGAN PADA MESIN  
PENGERING BIJI KAKAO TIPE *TRAY* DI OMAH KAKAO  
NGLANGGERAN PATHUK GUNUNG KIDUL**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



**Disusun Oleh:**

**Nama : Attalla Rafana Azizah**

**No. Mahasiswa : 19525058**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Bismillahirrahmanirahim dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir ini merupakan hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang saya cantumkan sumbernya sebagai referensi. Apa bila kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia untuk menerima hukuman/sanksi sesuai hukum yang berlaku di Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 9 Agustus 2023



Attalla Rafana Azizah

19525058

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**ANALISIS PROSES PENGERINGAN PADA MESIN  
PENGERING BIJI KAKAO TIPE *TRAY* DI OMAH KAKAO  
NGLANGGERAN PATHUK GUNUNG KIDUL**

**TUGAS AKHIR**

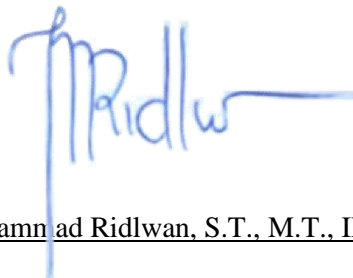
**Disusun Oleh:**

**Nama : Attalla Rafana Azizah**

**No. Mahasiswa : 19525058**

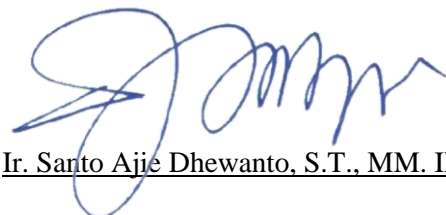
Yogyakarta, 23 Agustus 2023

Pembimbing I



Ir. Muhammad Ridlwan, S.T., M.T., IPP

Pembimbing II



Ir. Santo Aje Dhewanto, S.T., MM. IPP

# LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

## ANALISIS PROSES PENGERINGAN PADA MESIN PENGERING BIJI KAKAO TIPE *TRAY* DI OMAH KAKAO NGLANGGERAN PATHUK GUNUNG KIDUL

### TUGAS AKHIR

#### Disusun Oleh:


Nama : Attalla Rafana Azizah

No. Mahasiswa : 19525058

#### Tim Penguji

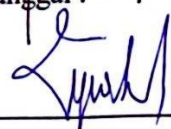
Ir. Muhammad Ridlwan, S.T., M.T., IPP

Ketua

  
Tanggal : 06/09/2023


Yustiasih Purwaningrum, S.T., M.T.

Anggota I

  
Tanggal : 5 sept 2023

Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc. IPP.

Anggota II

  
Tanggal : 6/09/2023

#### Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Laporan tugas akhir ini saya persembahkan kepada :

Ibu kandung saya, mami Lelly Sulistyaningsih yang selalu mencintai, menyayangi, bekerja keras, memberikan do'a tulus, semangat, serta dorongan disetiap proses kehidupan saya.

Bapak *by heart*, papa Andri Irwan Fanani yang selalu mencintai, menyayangi, bekerja keras untuk memberikan segala hal terbaik yang saya butuhkan dan inginkan, memberikan do'a tulus, serta menjadi seorang bapak yang melengkapi kehidupan saya.

Almarhum dan Almarhumah Eyang Hartono dan Eyang Trieningsih yang selalu menjadi semangat disetiap proses kehidupan saya.

Muhammad Imran Hafiduddin yang selalu mengasihi, menyayangi, dan mencintai saya. Serta dorongan, do'a, dan apresiasi pencapaian disetiap langkah kecil dalam proses kehidupan saya.

## HALAMAN MOTTO

*"Karena Sesungguhnya Sesudah Kesulitan Itu Ada Kemudahan, Sesungguhnya Sesudah Kesulitan Itu Ada Kemudahan. Maka Apabila Kamu Telah Selesai (Dari Sesuatu Urusan), Kerjakanlah Dengan Sungguh-Sungguh (Urusan) Yang Lain, Dan Hanya Kepada Tuhanmulah Hendaknya Kamu Berharap."*

*(2s: Al-Insyirah 5-8)*

*"Sungguh, akan kamu jalani tingkat demi tingkat (dalam kehidupan)."*

*(2s: Al-Insyiqaz 19)*

## **KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH**

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul **“Analisis Proses Pengeringan pada Mesin Pengering Biji Kakao Tipe Tray di Omah Kakao Nglanggeran Pathuk Gunung Kidul”** ini sesuai dengan waktu yang telah direncanakan.

Laporan Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan kelulusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia dan mengembangkan ilmu pengetahuan yang diterima dibangku kuliah. Disamping itu juga membentuk profesionalisme dari mahasiswa. Penyusunan laporan tugas akhir ini dapat terlaksana dengan lancar berkat dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis hendak mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr.Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP Selaku ketua jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Muhammad Ridlwan, S.T., M.T., IPP Selaku Dosen Pembimbing 1 dalam pembuatan Tugas Akhir.
3. Bapak Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., MM. IPP Selaku Dosen Pembimbing 2 dalam pembuatan Tugas Akhir.
4. Seluruh dosen, tenaga kependidikan, serta seluruh sivitas akademik Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia yang telah banyak memberikan ilmu serta pengalaman kepada penulis.
5. Ibu Lelly Sulistyaningsih dan Bapak Andri Irwan Fanani selaku orang tua yang tak henti-hentinya selalu memberikan dukungan serta doa kepada penulis.
6. Muhammad Imran Hafiduddin yang selalu memberikan semangat, motivasi, bantuan dalam setiap proses. Serta selalu menjadi tempat bertukar pikiran dan keluh kesah.
7. Moh. Sigit Ardiansyah selaku teman sejak awal msa perkuliahan hingga sama-sama seperjuangan mendapatkan gelar sarjana.
8. Bapak Ahmad Nasrodin selaku ketua kelompok Omah Kakao di Ngglanggeran Pathuk Gunungkidul yang telah menyediakan bahan dan tempat pengujian.

9. Alvina Zalfaa Dewiyanti dan Faradinda Choleysya yang selalu menjadi tempat mencari inspirasi dan menemani dalam segala hal.
10. Kawan-kawan Teknik Mesin UII 2019 yang telah kebersamai penulis selama 8 semester.
11. Banyak pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT. selalu memberikan karunia kepada seluruh pihak yang telah turut andil dalam proses pengerjaan tugas akhir. Melalui laporan tugas akhir ini, diharapkan mengalirnya manfaat secara terus menerus. Dengan senang hati, kritik beserta saran dari pembaca akan selalu diterima oleh penulis demi kebaikan dari laporan tugas akhir ini. Terima kasih.

Yogyakarta, 23 Agustus 2023



Attalla Rafana Azizah



## ABSTRAK

*Kakao (Theobroma cacao L) merupakan komoditi penting di Indonesia menjadikan Indonesia menjadi pengekspor biji kakao yang besar dan terus meningkat dari tahun ke tahun. Akan tetapi petani kakao Indonesia saat ini sebagian besar masih mengandalkan cahaya sinar matahari sebagai pengering sehingga tidak efisien. Terlebih apabila musim hujan tiba maka petani kakao hanya mengandalkan suhu ruang karena jika tidak segera dikeringkan, maka akan mengakibatkan adanya jamur dan dapat mengakibatkan kerugian. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses pengeringan pada mesin pengering biji kakao tipe tray yang dilakukan di Omah Kakao, Gunung Kidul. Metode yang digunakan adalah yang pertama dengan persiapan alat pengering hingga melakukan perhitungan penurunan kadar air dari biji kakao hingga tingkat kadar air tercapai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan massa biji kakao sebanyak 4.33 kg apabila dinyatakan dalam persentase adalah 43% yang didalamnya terdapat massa air dan massa biji kakao. Kadar air setelah dilakukan proses pengeringan dalam waktu pengeringan 480 menit (8 jam) mencapai rata-rata 5%. Rata-rata Penurunan kadar air biji kakao setiap jam adalah 64%. Konsumsi bahan bakar gas LPG dengan bahan uji 8 Kg selama proses pengujian pengeringan biji kakao sebanyak 6.65 Kg dengan konsumsi per jam adalah 0.54 Kg/jam dengan waktu pengeringan 480 menit ditambah pemanasan alat selama 30 menit.*

*Kata kunci: Pengeringan, Biji Kakao, Gunung Kidul, Mesin Pengering*

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Pernyataan Keaslian .....	ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing .....	iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji .....	iv
Halaman Persembahan .....	v
Halaman Motto .....	vi
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih .....	vii
Abstrak .....	ix
Daftar Isi .....	x
Daftar Tabel .....	xii
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Lampiran .....	xiv
Bab 1 Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan .....	3
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka .....	5
2.1 Kajian Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori .....	6
2.2.1 Tanaman Kakao .....	6
2.2.2 Anatomi Biji Kakao .....	7
2.2.3 Pengeringan .....	8
2.2.4 Klasifikasi Pengeringan .....	9
2.2.5 Faktor-Faktor dalam Proses Pengeringan .....	10
2.2.6 Kadar Air Bahan dalam Pengeringan .....	12
Bab 3 Metode penelitian .....	14
3.1 Alur Penelitian .....	14

3.2	Alur Proses Pengeringan Kakao .....	15
3.3	Bahan Penelitian .....	15
3.4	Peralatan Penelitian.....	17
3.5	Spesifikasi Alat Pengering Biji Kakao .....	17
3.5.1	Kapasitas.....	18
3.5.2	Bahan Bakar .....	18
3.5.3	Kontrol Suhu .....	19
3.5.4	Aliran Udara .....	19
Bab 4	Hasil dan Pembahasan .....	20
4.1	Pengambilan Data Proses Pengeringan.....	20
4.2	Menghitung Hasil Data Proses Pengeringan.....	24
4.2.1	Penurunan Massa Biji Kakao .....	24
4.2.2	Kandungan Air pada Biji Kakao .....	26
4.2.3	Penurunan Kadar Air pada Biji Kakao.....	28
4.3	Konsumsi Bahan Bakar Gas LPG.....	31
Bab 5	Penutup.....	33
5.1	Kesimpulan .....	33
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	33
5.3	Refleksi Tugas Akhir .....	33
Daftar Pustaka	.....	35
Lampiran.....	.....	38

## DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Alat yang digunakan dalam penelitian.....	17
Tabel 4-1 Data pengujian (Suhu, Kelembaban, Kecepatan Angin). .....	20
Tabel 4-2 Data pengujian kelembaban biji kakao. ....	21
Tabel 4-3 Data pengujian massa biji kakao.....	21
Tabel 4-4 Penurunan massa biji kakao. ....	24
Tabel 4-5 Massa Kandungan air biji kakao hasil pengeringan.....	27
Tabel 4-6 Penurunan kadar air tiap jam.....	29

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur buah kakao.....	7
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian. ....	14
Gambar 3.2 Alur proses pengeringan biji kakao. ....	15
Gambar 3.3 Biji kakao saat dikeringkan. ....	16
Gambar 3.4 Alat pengering biji kakao.....	18
Gambar 3.5 Nampan biji kakao.....	18
Gambar 4.1 Grafik temperatur proses pengujian pengeringan.....	22
Gambar 4.2 Grafik kelembaban biji kakao pada proses pengujian pengeringan. ....	23
Gambar 4.3 Grafik penurunan massa biji kakao. ....	25
Gambar 4.4 Grafik rata-rata penurunan massa biji kakao. ....	26
Gambar 4.5 Grafik penurunan kadar air tiap jam.....	30
Gambar 4.6 Grafik rata-rata penurunan kadar air biji kakao.....	31

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1 Peralatan penelitian .....</b>	<b>38</b>
--	-----------

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia sebagai negara agraris, mempunyai tanah yang subur sehingga terdapat beraneka ragam tanaman yang dapat tumbuh di Indonesia. hal tersebut menjadikan penduduk Indonesia sebagian besar adalah petani. Banyak pertanian terdapat di Indonesia, mulai dari sayur mayur, tanaman untuk industri sampai tanaman bahan pokok pangan, semuanya dikelola oleh petani. Salah satu tanaman industri yang dikelola oleh petani di Indonesia adalah tanaman Kakao.

Kakao atau biji kakao yang biasa disebut telah dikenal di Indonesia sejak tahun 1560, tetapi baru menjadi komoditi yang penting sejak tahun 1951. Ekspor biji kakao di Indonesia telah menunjukkan kecenderungan meningkat dari tahun ketahun (Siregar,T.H.S et.al., 1990). Untuk menunjang kebutuhan pasar industri, maka proses produksi biji kakao hingga menjadi bahan siap olah harus terpenuhi sesuai dengan target pasar.

Proses produksi biji kakao dimulai dengan memanen buah kakao yang sudah cukup usia. Setelah itu dilakukan proses fermentasi apabila memang diperlukan lalu dijemur dibawah sinar matahari. Apabila cuaca cukup cerah, maka dalam waktu sepuluh hingga dua puluh hari penjemuran, biji kakao yang sudah kering dapat diproses pada tahap selanjutnya.

Permasalahan yang dihadapi saat ini, masih banyak petani yang mengandalkan pengeringan hasil panen kakao di bawah terik matahari. Hal ini selain memerlukan tempat yang luas juga sangat tidak efisien dari segi tenaga, waktu, dan biaya. Utamanya sangat dipengaruhi oleh cuaca panas dan apabila musim hujan maka pengeringan tidak dapat dilakukan dengan optimal yang menyebabkan hasil pertanian menjadi kurang baik.

Oleh karena itu, pada saat masa panen terjadi turun hujan, maka petani tidak menjemur biji buah kakao di bawah sinar matahari. Melainkan hanya menjemur

dalam ruangan dengan suhu ruang yang rendah. Hal tersebut dilakukan karena apabila biji kakao tidak segera dijemur atau dibiarkan menumpuk pada tempat maka akan menimbulkan jamur yang mengakibatkan kerugian. Meskipun waktu pengeringan menjadi lebih lama hingga dua kali waktu normal, hal tersebut tetap dilakukan.

Alat pengering yang sebelumnya sudah ada dan digunakan sebagai alat pengering bibit kacang panjang dengan menggunakan bahan bakar gas yang kemudian dimodifikasi sebagai alat pengering biji kakao yang kemudian dikaji serta dioptimalisasi menjadi alat bantu yang efektif pada industri pertanian. Dengan penelitian dan analisis alat pengering ini diharapkan dapat bermanfaat bagi banyak komoditas pertanian seperti kakao, bengkuang, gabah, dan cengkeh. dengan harapan utamanya dapat mengoptimalkan proses pengeringan biji kakao sehingga menekan dari segi tenaga, waktu, dan biaya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari uraian latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana tahapan pengambilan data dan perhitungan hasil data penelitian pada alat pengering biji kakao?
2. Bagaimana kinerja penurunan massa biji kakao dan penurunan kadar air biji kakao pada alat pengering biji kakao?
3. Bagaimana perhitungan jumlah konsumsi bahan bakar pada alat pengering biji kakao?

## **1.3 Batasan Masalah**

Dalam batasan masalah antara lain:

1. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui analisis tingkat kekeringan dengan menghitung penurunan kadar air pada proses pengeringan biji kakao



2. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektifitas pengeringan biji kakao menggunakan alat pengering tipe *tray*.
3. Tidak membahas analisis simulasi udara dan perhitungan biaya yang dibutuhkan dalam proses produksi.

#### **1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan**

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah disajikan maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kinerja penurunan massa biji kakao dan penurunan kadar air biji kakao pada alat pengering biji kakao.
2. Untuk mengetahui jumlah konsumsi bahan bakar pada alat pengering biji kakao.

#### **1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan**

Dari Penelitian ini didapatkan manfaat sebagai berikut:

1. Didapatkan dari penelitian alat yang dapat dijadikan sebagai salah satu solusi permasalahan pada petani dalam proses pengeringan biji kakao.
2. Penelitian dan analisis ini diharapkan dapat mengoptimalkan fungsi alat dan hasil pengeringan biji kakao.
3. Penelitian dan analisis ini dapat membuat alat dengan efisien digunakan, sehingga menjadi solusi bagi petani untuk menekan segi tenaga, waktu, dan biaya. Serta mengoptimalkan hasil produksi biji kakao.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Pada bagian ini dituliskan urutan dan sistematika penulisan yang dilakukan. Berikut adalah ringkasan mengenai isi masing-masing bab:

##### **1. BAB I PENDAHULUAN**

Bagian ini menjelaskan tentang latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan laporan penelitian.

2. **BAB II DASAR TEORI**

Bagian ini menjelaskan tentang perkembangan terkini topik penelitian yang berupa hasil-hasil yang telah dicapai oleh penelitian sebelumnya yang sejenis, dan teori atau data informasi yang menjadi dasar identifikasi maupun penjelasan yang mendukung penelitian.

3. **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bagian ini menjelaskan tentang Alur perancangan yang didukung oleh diagram alir, serta penjelasan tentang alat dan bahan yang digunakan, metode pengujian produk dan metode pengolahan/analisis hasil pengujian.

4. **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bagian ini menjelaskan tentang hasil penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan hasil dari penelitian.

5. **BAB V PENUTUP**

Bagian ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh dari penelitian

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Pustaka**

Proses pengeringan pada industri pertanian menggunakan alat pengering berbahan bakar gas menjadi lebih efektif dibandingkan pengeringan menggunakan cahaya matahari, hal tersebut disampaikan oleh (Hendrawan, 2018) pada penelitiannya. Pada penelitian tersebut menggunakan mesin pengering tipe *tray* kapasitas 20 Kg dengan objek pengeringan kacang panjang. Berdasarkan analisis penelitian tersebut didapatkan penurunan kadar air pada proses pengeringan yang menjadi salah satu tujuan untuk mengetahui kinerja dari alat tersebut.

Penelitian lain yang menggunakan mesin pengering tipe *tray* yaitu penelitian milik (Julian, 2022). Penelitian tersebut menggunakan alat pengering dengan kapasitas 25 Kg. Bahan uji yang digunakan adalah biji kakao yang telah difermentasikan. Penelitian tersebut bertujuan untuk membuat alat pengering sederhana yang dapat dipakai oleh masyarakat, Merancang dan membuat alat pemanas berupa tungku sekam padi sebagai sumber energi panas. Sementara itu, metode yang digunakan adalah metode pengeringan berselang (*batch drying*). Proses pengeringan tidak disertai dengan pemasukan maupun pengeluaran produk selama proses pengeringan.

Sirkulasi udara pengeringan yang dijelaskan oleh penelitian milik (Julian, 2022), terdapat 3 sirkulasi yaitu aliran searah dimana arah aliran udara sejajar dengan permukaan material, aliran tegal lurus dimana arah aliran normal terhadap permukaan material, dan sirkulasi tembus merupakan aliran udara menembus tumpukan material. Ketiga hal tersebut pada proses pengeringan sangat memengaruhi waktu pengeringan. Sehingga, pada pengeringan yang dilakukan oleh (Julian, 2022) memerlukan waktu 16 jam hingga dapat menurunkan kadar air hingga 4.5%.

## **2.2 Dasar Teori**

Dalam melakukan penelitian, dasar teori menjadi dasar dalam melakukan penelitian.

### **2.2.1 Tanaman Kakao**

Kakao merupakan tanaman perkebunan yang memiliki nama ilmiah *Theobroma cacao L.* Kakao memiliki nama famili *Sterculiaceae*. Tanaman ini berasal dari Amerika Selatan yang saat ini banyak ditanam di berbagai kawasan tropika (Bulandari, 2016). Biji yang dihasilkan merupakan produk olahan dengan nama yang sangat terkenal yaitu coklat. Biji kakao adalah bahan utama pembuatan bubuk kakao (cokelat).

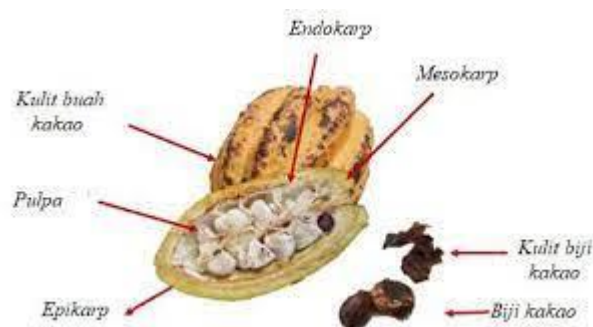
Indonesia adalah satu dari tiga negara pembudidaya Kakao di dunia atau setelah Ivory-Coast dan Ghana dengan nilai produksi mencapai 1.315.800 ton/tahun (Nababan, 2019). Masyarakat membudidaya terutama untuk dimanfaatkan buahnya (Wahyudi dan Rahardjo, 2008). Bagian buah yang dimanfaatkan yaitu kulit buah, pulp, dan biji Kakao (Sihombing, 2008).

Tanaman Kakao adalah tanaman yang melakukan kawin silang sehingga menghasilkan tingkat keragaman genotipe, terutama keragaman morfologi seperti batang, daun, bunga, bentuk dan warna buah serta besar biji maupun resistensi terhadap hama penyakit. Sifat genetik serta interaksinya dengan lingkungan sekitar dapat menentukan pertumbuhan dan produktivitas Kakao (Winarno, 1995). Syarat tumbuhnya memerlukan kondisi tanah yang gembur juga sistem drainase yang baik. Tingkat keasaman atau pH tanah yang ideal berkisar antara 6–7. Tanaman Kakao menghendaki permukaan air tanah yang dalam. Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian 0–600 meter di atas permukaan laut. Curah hujan yang optimal untuk pertumbuhan Kakao berkisar antara 1.500–2.000 mm setiap tahun, dengan penyebaran yang merata sepanjang tahun. Suhu yang ideal untuk pertumbuhan adalah sekitar 25–27°C dengan fluktuasi suhu yang tidak terlalu besar. Intensitas cahaya yang ideal bagi tanaman Kakao adalah antara 50–70% (Ilham *et al.*, 2018).

## 2.2.2 Anatomi Biji Kakao

Biji kakao dapat dibagi menjadi tiga bagian pokok, yaitu kotiledon, kulit dan lembaga. Biji kakao mengandung air, lemak, abu, nitrogen, karbohidrat dan tanin. Jumlah biji per buah sekitar 20-60 dengan kandungan lemak biji 40-59% , Biji berbentuk bulat pipih dengan ukuran 2,5x1,5 cm (Mulato. at el., 2005). Biji kakao diselimuti oleh lendir (pulp) berwarna putih. Lapisan yang lunak dan manis rasanya, jika telah masak lapisan tersebut dinamakan pulp atau mucilage. Pulp dapat menghambat perkecambahan, oleh karena itu harus dibuang untuk menghindari kerusakan biji. Dapat merusak benih dan perkecambahan temperatur optimum untuk penyimpanan benih adalah 17°C. Biji kakao bertahan 40-60% saat dikeringkan pada suhu 10°C. Benih dalam polong yang disimpan pada suhu 5-10°C akan mati dalam waktu 2 hari, benih akan bertahan sampai 100% jika disimpan pada suhu antara 15-30°C selama 3 minggu. Viabilitas benih akan berkurang dari 98% menjadi 18% pada pengeringan 45% menjadi 36,7% (Martono, 2017).

Biji kakao tersusun dalam lima baris mengelilingi poros buah. Jumlahnya beragam, yaitu 20-50 butir per buah. Jika dipotong melintang, tampak bahwa biji disusun oleh dua kotiledon yang saling melipat dan bagian pangkalnya menempel pada poros lembaga (embryo axis). Warna kotiledon putih untuk tipe criollo dan ungu untuk tipe Forastero (Lukito, 2010). Biji kakao tidak mempunyai masa dormansi sehingga untuk benih tidak memungkinkan untuk disimpan dalam waktu yang agak lama. Penyimpanan benih pada temperatur 4-15°C dapat merusak benih dan perkecambahan (Martono, 2017). Struktur buah kakao dapat dilihat pada Gambar 2.1 (Martono, 2014).



Gambar 2.1 Struktur buah kakao.

### **2.2.3 Pengerinan**

Pengerinan merupakan suatu cara yang digunakan dalam teknologi pangan untuk memperpanjang masa simpan produk dengan cara menguapkan Sebagian besar kadar air tertentu dengan menggunakan energi panas sehingga menghambat laju kerusakan bahan akibat aktifitas biologis dan kimia. Energi panas tersebut biasanya berupa udara dengan suhu tinggi (Hatta *et al.*, 2019).

Proses pengerinan memiliki beberapa variabel yang dapat mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan contohnya adalah suhu dan waktu. Semakin tinggi suhu pengerinan, maka semakin cepat laju pengerinan yang terjadi dan dapat merusak produk karena lapisan luarnya terlalu cepat kering sedangkan bagian dalamnya masih basah.

Secara umum proses pengerinan terdiri dari dua langkah proses yaitu penyiapan media pengering (udara) dan proses pengerinan bahan. Penyiapan media dilakukan dengan memanaskan udara, yang dapat dilakukan dengan pemanas alam (matahari, panas bumi) atau buatan (listrik, pembakaran kayu, arang, batubara, gas alam dan bahan bakar minyak) (Kudra dan Mujumdar, 2002). Udara yang terdapat dalam proses pengerinan mempunyai fungsi sebagai pemberi panas pada bahan, sehingga menyebabkan terjadinya penguapan air. Fungsi lain dari udara adalah untuk mengangkut uap air yang dikeluarkan oleh bahan yang dikeringkan (Muarif, 2013).

Tujuan dilakukannya pengerinan adalah untuk menurunkan kadar air pada bahan dengan penambahan panas untuk mendorong air pada bahan keluar sehingga memiliki daya simpan yang lebih lama. Pengerinan dapat dilakukan secara manual dengan memanfaatkan sinar matahari dan dapat dilakukan secara mekanis dengan menggunakan alat pengering buatan. Pengerinan dengan menggunakan sinar matahari memiliki beberapa kelemahan yaitu pengerinan yang dilakukan tergantung cuaca, memerlukan daerah pengerinan yang luas dan lebih rentan terkontaminasi zat asing, sementara pengerinan dengan alat mekanis dapat dilakukan di mana saja tidak bergantung pada cuaca dan lebih higienis (Panggabean dkk., 2017).

## 2.2.4 Klasifikasi Pengeringan

Proses pengeringan dapat diklasifikasikan menjadi pengeringan secara batch dimana bahan dimasukkan ke alat pengering dan dikeringkan dalam satu periode waktu, dan pengeringan secara kontinyu dimana bahan secara kontinyu dimasukkan ke dalam alat pengeringan dan bahan kering dikeluarkan secara kontinyu (Geankoplis, 1993). Menurut sistem proses pengeringan dibedakan menjadi 2 yaitu : *Direct Drying*, pada sistem ini bahan dikeringkan dengan cara mengalirkan udara pengering melewati bahan sehingga panas yang diserap diperoleh dari sentuhan langsung antara bahan dengan udara pengering, biasanya disebut pengeringan konveksi. Dan *Indirect Drying* pada sistem ini panas pengeringan didapat dari dinding pemanas yang bersentuhan dengan bahan yang dikeringkan secara konduksi (Rahayuningtyas & Kuala, 2016).

Pembagian pokok pada pengeringan dibagi menjadi:

### 1. Pengering adiabatic

Pengering (*dryer*) dimana zat yang dikeringkan bersentuhan langsung dengan gas panas (biasanya udara) disebut pengering adiabatik (*adiabatic dryer*) atau pengering langsung (*direct dryer*). Menurut McCabe (1993) dalam pengeringan adiabatik, zat padat kontak langsung dengan gas panas dibedakan atas:

- a. Gas ditiup melintas permukaan hamparan atau lembaran zat padat, atau melintas pada satu atau kedua sisi lembaran. Proses ini disebut pengeringan dengan sirkulasi silang.
- b. Gas ditiup melintasi hamparan butiran butiran kasar yang dibawa. Proses ini disebut pengeringan dengan sirkulasi lewat (*through-circulation drying*).
- c. Zat padat disiramkan kebawah melalui suatu arus gas yang bergerak perlahan-lahan keatas. Proses ini disebut penyiraman didalam pengering putar.
- d. Gas dialirkan melalui zat padat dengan kecepatan yang cukup untuk memfluidisasikan hamparan.
- e. Zat padat seluruhnya dibawah ikut dengan arus gas kecepatan tinggi dan diangkut secara pneumatik dari piranti pencampuran ke pemisah mekanik.

## 2. Pengering non adiabatic

Pengering (*dryer*) dimana kalor berpindah dari zat ke medium luar, misalnya uap yang terkondensasi, biasanya melalui permukaan logam yang bersentuhan disebut pengering non adiabatik (*non adiabatic dryer*) atau pengering tak langsung (*indirect dryer*). Dalam pengering non adiabatik, satu-satunya gas yang harus dikeluarkan ialah uap air atau uap zat pelarut, walaupun kadang-kadang sejumlah kecil gas penyapu (biasanya udara atau nitrogen) dilewatkan juga melalui unit itu (McCabe,1993). Pengering-pengering non adiabatik dibedakan menurut zat padat yang kontak dengan permukaan panas atau sumber panas kalor lainnya yang terbagi atas :

- a. Zat padat dihamparkan diatas suatu permukaan horizontal yang stasioner atau bergerak lambat. Pemanasan permukaan itu dapat dilakukan dengan listrik atau dengan fluida perpindahan kalor seperti uap air panas. Pemberian kalor itu dapat pula dilakukan dengan pemanas radiasi yang ditempatkan diatas zat padat itu (McCabe,1993).
- b. Zat padat itu bergerak diatas permukaan panas, yang biasanya berbentuk silinder, dengan bantuan pengaduk atau konveyor sekrup (*screw conveyer*) (McCabe,1993).
- c. Zat padat menggelincir dengan gaya gravitasi diatas permukaan panas yang miring atau dibawa naik bersama permukaan itu selama selang waktu tertentu dan kemudian diluncurkan lagi ke suatu lokasi yang baru (McCabe,1993).

### **2.2.5 Faktor-Faktor dalam Proses Pengeringan**

Pengeringan biasanya melibatkan 2 kejadian yaitu panas harus diberikan pada bahan dan air harus dikeluarkan dari bahan. Kedua fenomena tersebut meyangkut pindah panas ke dalam dan pindah massa keluar (Supriyono, 2003). Kecepatan pengeringan dipengaruhi oleh percepatan pindah panas dan pindah massa selama proses pengeringan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pindah panas dan massa tersebut adalah sebagai berikut (Estiasih, 2009) :

1. Luas permukaan



Pada pengeringan umumnya, bahan pangan yang akan dikeringkan mengalami pengecilan ukuran, baik dengan cara diiris, dipotong, atau digiling. Proses pengecilan ukuran akan mempercepat proses pengeringan. Hal ini disebabkan pengecilan ukuran akan memperluas permukaan bahan, air lebih mudah berdifusi, dan menyebabkan penurunan jarak yang harus ditempuh oleh panas.

## 2. Suhu

Semakin besar perbedaan suhu antara medium pemanas dengan bahan pangan semakin cepat pindah panas ke bahan pangan dan semakin cepat pula penguapan air dari bahan pangan. Apabila udara merupakan medium pemanas, maka faktor kecepatan pergerakan udara harus diperhatikan. Pada proses pengeringan, air dikeluarkan dari bahan pangan dapat berupa uap air. Uap air tersebut harus segera dikeluarkan dari atmosfer di sekitar bahan pangan yang dikeringkan. Jika tidak segera keluar, udara di sekitar bahan pangan akan menjadi jenuh oleh uap air sehingga memperlambat penguapan air dari bahan pangan yang memperlambat proses pengeringan. Semakin tinggi suhu udara, semakin banyak uap air yang dapat ditampung oleh udara tersebut sebelum terjadi kejenuhan. Faktor lain yang mempengaruhi kecepatan pengeringan adalah volume udara.

## 3. Kecepatan pergerakan udara

Semakin cepat pergerakan atau sirkulasi udara maka proses pengeringan akan semakin cepat. Prinsip ini menyebabkan beberapa proses pengeringan menggunakan sirkulasi udara atau udara yang bergerak seperti pengering kabinet, dan *tunnel dryer*.

### 1. Kelembaban udara

Semakin kering udara (kelembaban semakin rendah) maka kecepatan pengeringan semakin tinggi. Kelembaban udara akan menentukan kadar air akhir bahan pangan setelah dikeringkan. Proses penyerapan akan berhenti sampai kesetimbangan kelembaban nisbi bahan pangan tercapai.

### 2. Tekanan atmosfer

Pengeringan pada kondisi vakum menyebabkan pengeringan lebih cepat atau suhu yang digunakan untuk suhu pengeringan dapat lebih rendah.

Suhu rendah dan kecepatan pengeringan yang tinggi diperlukan untuk mengeringkan bahan pangan.

3. Penguapan air

Penguapan atau evaporasi merupakan penghilangan air dari bahan pangan yang dikeringkan sampai diperoleh produk kering yang stabil. Penguapan yang terjadi selama proses pengeringan tidak menghilangkan semua air yang terdapat dalam bahan pangan.

4. Lama pengeringan

Pengeringan dengan suhu tinggi dalam waktu yang pendek dapat lebih menekan kerusakan bahan pangan dibandingkan waktu pengeringan yang lebih lama dan suhu lebih pende

### 2.2.6 Kadar Air Bahan dalam Pengeringan

Kadar air bahan menunjukkan banyaknya kandungan air persatuan bobot bahan. Dalam hal ini terdapat dua metode untuk menentukan kadar air bahan yaitu berdasarkan basiskering (*dry basis*) dan berdasarkan basis basah (*wet basis*). Dalam penentuan kadar air bahan hasil pertanian biasanya dilakukan berdasarkan basis basah (*wet basis*)(Narotama et al., 2021). Kadar air suatu bahan biasanya dinyatakan dalam persentase bobot terhadap bahan basah, misalnya dalam gram air untuk setiap 100 gram bahan, dan disebut kadar air massa basah atau basis basah (bb)(Supriyono, 2003). Kadar air basis basah dapat ditetapkan dengan persamaan berikut:

$$Ka = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

Ka = kadar air basis basah (%)

W<sub>1</sub> = massa awal saat basah (Kg)

W<sub>2</sub> = massa akhir saat kering (Kg)

Sementara untuk perhitungan penurunan kadar air tiap jam dapat dihitung dengan persamaan berikut(Arief et al., 2014):

$$\text{Penurunan kadar air tiap jam (\%)} = \frac{W_t - W_k}{W_0} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

$W_t$  = massa diwaktu tertentu (Kg)

$W_k$  = massa pada kondisi setimbang (Kg)

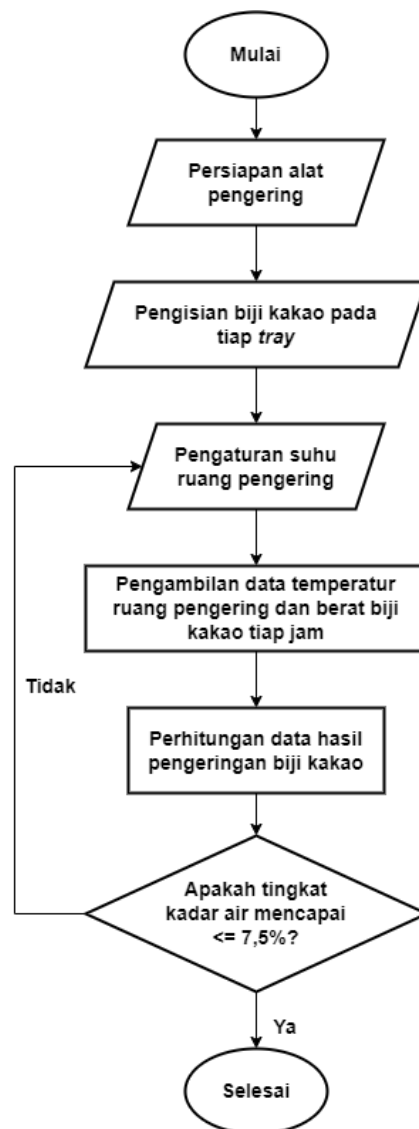
$W_0$  = massa awal kandungan air (Kg)

Kadar air untuk pengeringan biji kakao di Indonesia memiliki standar yang telah dirumuskan oleh Panitia Teknik Bahan Baku untuk Makanan dan Minuman, Departemen Pertanian. Terdapat pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2323-2002 bahwa kadar air maksimal adalah 7.5% basis basah. Pengeringan biji kakao dilakukan dengan menggunakan suhu panas antara 45° C sampai dengan 60° C selama 16-24 jam, dengan kecepatan angin 0,3 m/detik, sampai tercapai kandungan air maksimum 7,5% atau lebih rendah bila kelembaban di sekitarnya tinggi (Asosiasi Kakao Indonesia, 1989).

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Alur Penelitian

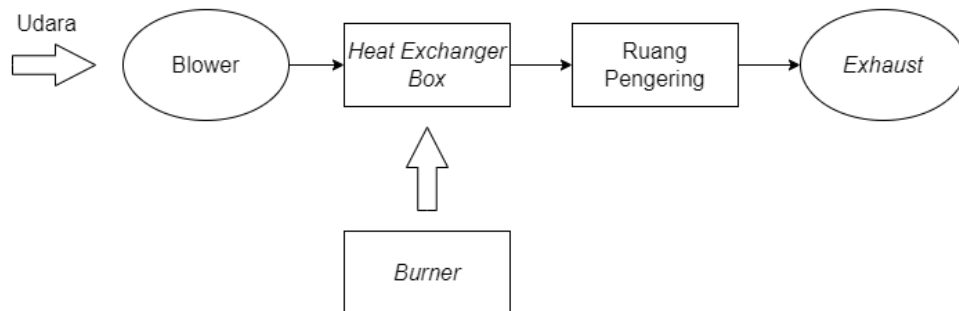
Penelitian dilakukan mulai dari persiapan alat pengering hingga melakukan perhitungan penurunan kadar air dari biji kakao. Alur proses pengeringan biji kakao dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alur penelitian.

### 3.2 Alur Proses Pengeringan Kakao

Berikut merupakan gambar diagram alur proses pengeringan biji kakao yang dilaksanakan saat penelitian.



Gambar 3.2 Alur proses pengeringan biji kakao.

Alur proses pengeringan biji kakao menggunakan alat pengering ditunjukkan dengan diagram pada Gambar 3.2. Blower sebagai alat penggerak utama untuk menggerakkan aliran udara. Udara luar yang masuk ke dalam blower kemudian mengalir menuju *heat exchanger box* yang di dalamnya terjadi perlakuan panas oleh *burner* melalui plat besi di dalam *heat exchanger box*.

Setelah suhu udara meningkat maka udara mengalir menuju ke ruang pengering melalui lubang-lubang plat sehingga udara dapat terdistribusikan keseluruh ruang. Di dalam ruang pengering akan menguapkan kandungan air pada biji kakao dan kemudian udara akan keluar melalui *exhaust*. Alur tersebut akan terus menerus berulang hingga mencapai kadar kekeringan yang telah ditentukan.

### 3.3 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian adalah biji kakao yang sudah siap usia panen. Biji kakao didapatkan dari petani di Omah Kakao Nglanggeran, Pathuk, Gunung Kidul.



Gambar 3.3 Biji kakao saat dikeringkan.

Biji kakao yang dipanen kemudian digunakan sebagai bahan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.3 yang merupakan biji kakao tanpa melalui proses fermentasi. Biji kakao yang dijadikan sebagai bahan uji sebanyak 8 Kg. Biasanya, biji kakao yang telah melalui proses pengeringan kemudian dapat dilanjutkan dengan proses penggilingan menjadi bahan siap olah. Produk akhir biji kakao yang diproduksi Omah Kakao adalah coklat, dodol, dan permen.

### 3.4 Peralatan Penelitian

Alat yang diperlukan untuk melakukan proses pengujian pengeringan biji kakao dapat dilihat pada Tabel 3-1 berikut:

Tabel 3-1 Alat yang digunakan dalam penelitian

No.	Nama Alat	Jumlah
1.	Alat Pengering Biji Kakao	1
2.	<i>Heat Exchanger Box</i>	2
3.	<i>Blower 2"</i>	2
4.	<i>Burner</i>	2
5.	LPG 3Kg	1
6.	Regulator	1
7.	Selang gas Cabang	1
8.	Pemantik Api	1
9.	Timbangan	1
10.	Rol Kabel	2
11.	<i>Thermometer Ruangan</i>	2
12.	<i>Thermo-Higrometer</i>	1
13.	<i>Thermo-Anemometer</i>	1
14.	<i>Moisture Meter</i>	1
15.	<i>Stopwatch</i>	1

### 3.5 Spesifikasi Alat Pengering Biji Kakao

Alat pengering biji kakao pada Gambar 3.4 memiliki 8 *tray* dan proses pemanasannya menggunakan bahan bakar gas LPG. Alat pengering ini memanfaatkan perpindahan kalor dari pembakaran gas LPG. Dari pembakaran gas LPG menghasilkan panas, kemudian panas tersebut dialirkan dengan cara konduksi dan konveksi pada biji kakao.



Gambar 3.4 Alat pengering biji kakao.

### 3.5.1 Kapasitas

Alat pengering biji kakao memiliki dimensi ruang pengering 120 x 120 x 20 cm. Alat ini dilengkapi 8 *tray* dengan pembagian 4 *tray* pada bagian kanan dan kiri dalam ruang pengering. *Tray* tersebut digunakan untuk meletakkan biji kakao yang akan diuji. Pada *tray* terpasang nampan dengan kawat *strimin* berbahan alumunium dengan campuran plastik dan setiap lubang kawat tersebut berukuran 0.5 x 0.5 cm. Nampan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Nampan biji kakao

### 3.5.2 Bahan Bakar

Alat pengering biji kakao menggunakan bahan bakar gas LPG. Gas LPG dialirkan melalui selang regulator ke *burner* atau tungku pembakar sebagai sumber



utama kalor. Panas dari *burner* mengakibatkan terjadinya proses perpindahan panas udara pada *heat exchanger box*.

### **3.5.3 Kontrol Suhu**

Temperatur dalam proses pengeringan menjadi hal yang penting. Maka dari itu, alat ini memiliki kontrol temperatur untuk mengatur temperatur yang diinginkan. Kontrol temperatur dilakukan secara manual dengan mengatur besaran bukaan regulator pada tabung gas, sirip pada *inlet blower*, dan katup pada *burner*.

### **3.5.4 Aliran Udara**

Aliran udara pada alat ini dikarenakan tekanan udara yang dihasilkan oleh *blower*. Udara mengalir dari *blower* menuju *heat exchanger box* untuk perlakuan panas. Setelah itu, udara mengalir ke ruang pengering yang dibagi menggunakan plat berlubang pada setiap tingkatan *tray*. Lubang tersebut dibuat supaya udara dapat didistribusikan merata keseluruh ruang pengering.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengambilan Data Proses Pengeringan

Proses awal pengeringan biji kakao hingga mendapatkan data yang diinginkan dimulai dengan melakukan pemanasan alat dalam keadaan kosong. Tujuan pemanasan alat tersebut untuk mencapai temperatur yang akan digunakan yaitu 40° C suhu ruang pengering. Parameter yang diatur untuk mencapai temperatur yang ideal adalah dengan memutar katup regulator tabung gas LPG dan katup bukaan pada *burner* serta bukaan pada *inlet blower* agar didapatkan temperatur sesuai untuk proses pengujian pengeringan dengan baik.

Proses pengujian pengeringan biji kakao dilakukan selama 480 menit dengan sebelumnya melakukan pemanasan alat selama 30 menit. Berikut adalah data berupa tabel yang didapatkan saat melakukan pengujian:

Tabel 4-1 Data pengujian (Suhu, Kelembaban, Kecepatan Angin).

waktu (menit)	suhu (Celcius)		kelembaban		kec. Angin exhaust (m/s)
	kiri	kanan	%	suhu (celcius)	
sebelum dipanaskan	27.9	27.9	57	25	-
dipanaskan kosong 30'	40	39	39	40.7	3.94
60'	39	39	46	39.2	-
90'	39	39	44	40.2	-
120'	40	39	35	44.1	4.01
150'	41	42	33	44.7	-
180'	43	42	28	46.4	-
210'	44	42	28	46.4	-
240'	43	42	29	44.1	4.84
270'	39	38	34	40.5	-
300'	40	40	34	41.9	-
330'	39	40	33	41.8	-
360'	39	39	33	41.9	4.84
390'	39	39	33	41.4	-
420'	39	39	33	42.1	-
450'	38	38	39	39.2	-
480'	39	39	38	40.3	-

Tabel 4-2 Data pengujian kelembaban biji kakao.

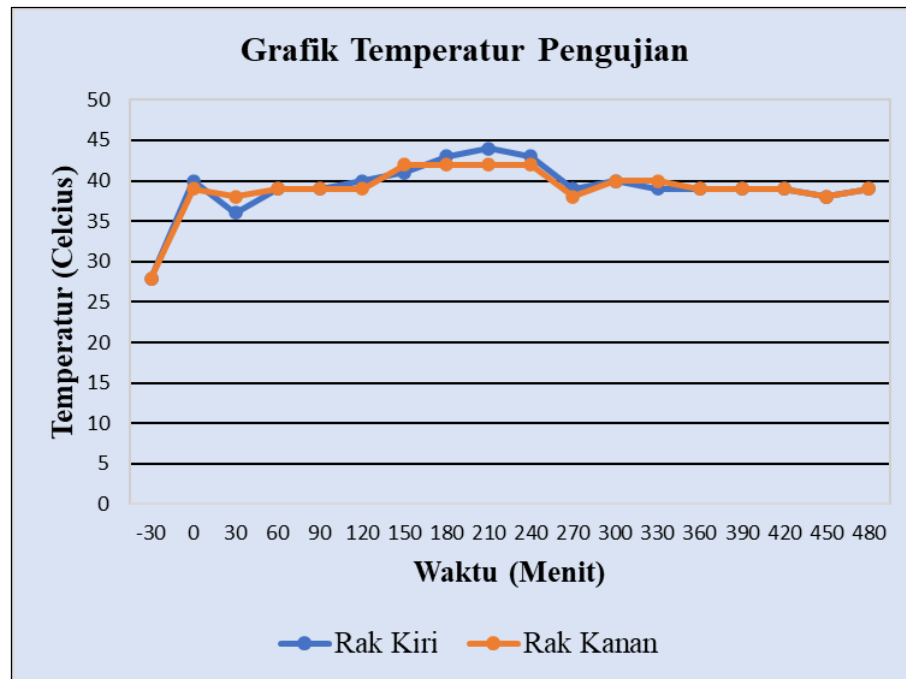
waktu (menit)	kelembaban biji kakao (WME)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
sebelum dipanaskan	94.8	94.8	94.8	94.8	94.8	94.8	94.8	94.8
dipanaskan kosong 30'	94.8	94.8	94.8	94.8	94.8	94.8	94.8	94.8
60'	94.8	94.8	94.8	94.8	94.8	94.8	94.8	94.8
90'	94.8	94.8	50	94.8	94.8	94.8	94.8	68
120'	55	49	52.7	59.5	67	79	67.9	65
150'	65	34	58.6	59.5	50	53.5	49.5	58.9
180'	47.1	50.2	46.2	50	36.8	47.3	54.5	33.1
210'	22.3	20.9	50.2	17.4	37.9	18.3	35.3	33.1
240'	38.5	38.5	44.6	35.7	36	38.3	37.1	40
270'	30	36.6	35.9	39	30.5	31	34.5	36
300'	40.5	33.2	36	30.5	35.9	34.3	32.7	33
330'	30.5	35.9	34.5	34	33.5	35	35.2	38.9
360'	35.9	33.5	34	27.5	34	34.9	25.5	32
390'	32.7	32.4	30.3	34	33.3	28.3	31	36.8
420'	30	33.3	35	21.2	28.5	29.8	27.5	35.9
450'	29.5	29.2	22.6	29.4	33.4	32.5	33	32
480'	29.4	24	23.5	18.4	34.5	23.5	23.6	24.1

Tabel 4-3 Data pengujian massa biji kakao.

waktu (menit)	massa (Kg)								total (Kg)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
sebelum dipanaskan	1	1	1	1	1	1	1	1	8
dipanaskan kosong 30'	1	1	1	1	1	1	1	1	8
60'	0.87	0.8	0.81	0.8	0.857	0.86	0.8	0.84	6.637
120'	0.74	0.54	0.64	0.6	0.75	0.75	0.69	0.75	5.46
180'	0.61	0.54	0.6	0.55	0.61	0.65	0.59	0.65	4.8
240'	0.53	0.5	0.51	0.5	0.53	0.56	0.52	0.56	4.21
300'	0.52	0.46	0.5	0.47	0.52	0.55	0.5	0.55	4.07
360'	0.5	0.44	0.47	0.45	0.47	0.52	0.48	0.52	3.85
420'	0.49	0.44	0.45	0.44	0.42	0.5	0.46	0.5	3.7
480'	0.47	0.43	0.45	0.44	0.42	0.5	0.46	0.5	3.67

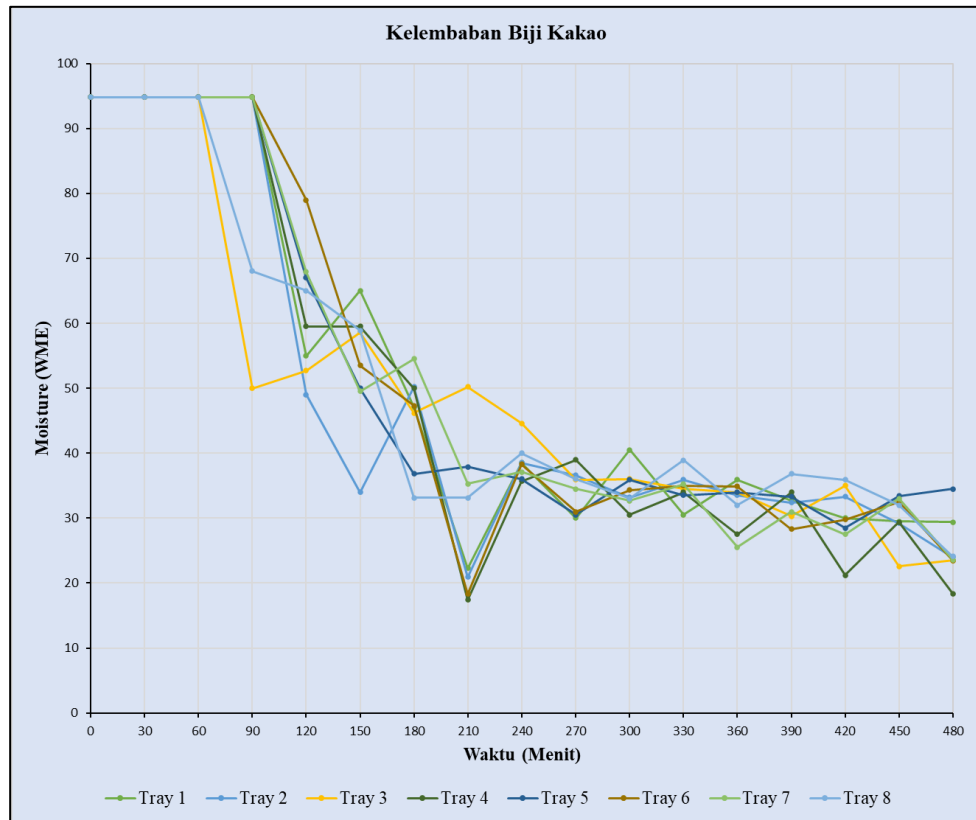
Pengambilan data ini dilakukan pada tanggal 24 Juni 2023. Dalam pengambilan data terdapat enam jenis data yang tercatat yaitu waktu diukur menggunakan alat ukur berupa *stopwatch*, Suhu menggunakan alat ukur *Thermometer* Ruangan, kecepatan udara melalui exhaust diukur menggunakan *Thermo-Anemometer*, Kelembaban ruangan menggunakan alat ukur *Thermo-*

Higrometer, Kelembaban pada biji kakao diukur menggunakan alat ukur *Moisture-meter*, dan Massa biji kakao diukur menggunakan alat ukur Timbangan.



Gambar 4.1 Grafik temperatur proses pengujian pengeringan.

Dari hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1 bahwa suhu awal pada saat pemanasan alat kondisi kosong selama 30 menit dapat mencapai 40°C. Kemudian saat awal dimasukkan bahan uji terdapat penurunan temperatur menjadi 35°C dikarenakan pembukaan pintu ruang pengering yang memerlukan waktu sekitar 5 menit. Setelah proses memasukkan bahan uji terlihat temperatur alat pengering naik hingga mencapai temperatur tertinggi 45°C untuk kedua rak pada menit ke 210. Kemudian terjadi penurunan kembali ketika pengecekan massa dari biji kakao menjadi 37°C yang kemudian naik kembali dan konstan hingga akhir pengujian yaitu pada temperatur 40°C.



Gambar 4.2 Grafik kelembaban biji kakao pada proses pengujian pengeringan.

Dari hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2. kelembaban biji kakao yang diambil melalui sampel satu biji setiap *Tray*. Pengukuran kelembaban tersebut menggunakan alat ukur berupa *Moisture-meter*. Pada awal sebelum dilakukan pengeringan kelembaban biji kakao adalah 94.8 WME. Kemudian tingkat kelembaban semakin menurun seiring kenaikan pada temperatur ruang pengering, dapat dilihat pada menit ke 210 kelembaban pada beberapa *tray* turun cukup signifikan mencapai 17.4 WME. Lalu setelah terjadi penurunan suhu maka tingkat kelembaban meningkat kembali. Hal tersebut terjadi karena persebaran udara panas yang tidak merata pada setiap *tray* dan waktu membuka ruang pengering untuk pengukuran pada setiap *tray* terjadi durasi sekitar 5 menit, sehingga banyak udara panas yang keluar.

## 4.2 Menghitung Hasil Data Proses Pengeringan

### 4.2.1 Penurunan Massa Biji Kakao

Proses pengeringan biji kakao dilakukan selama 8 jam. Hal ini menimbulkan beberapa perubahan yang terlihat pada biji kakao menjadi menyusut dan terjadi perubahan warna. Selain perubahan tersebut, tentu saja terdapat perubahan pada massa biji kakao. Berikut merupakan perhitungan penurunan massa total biji kakao:

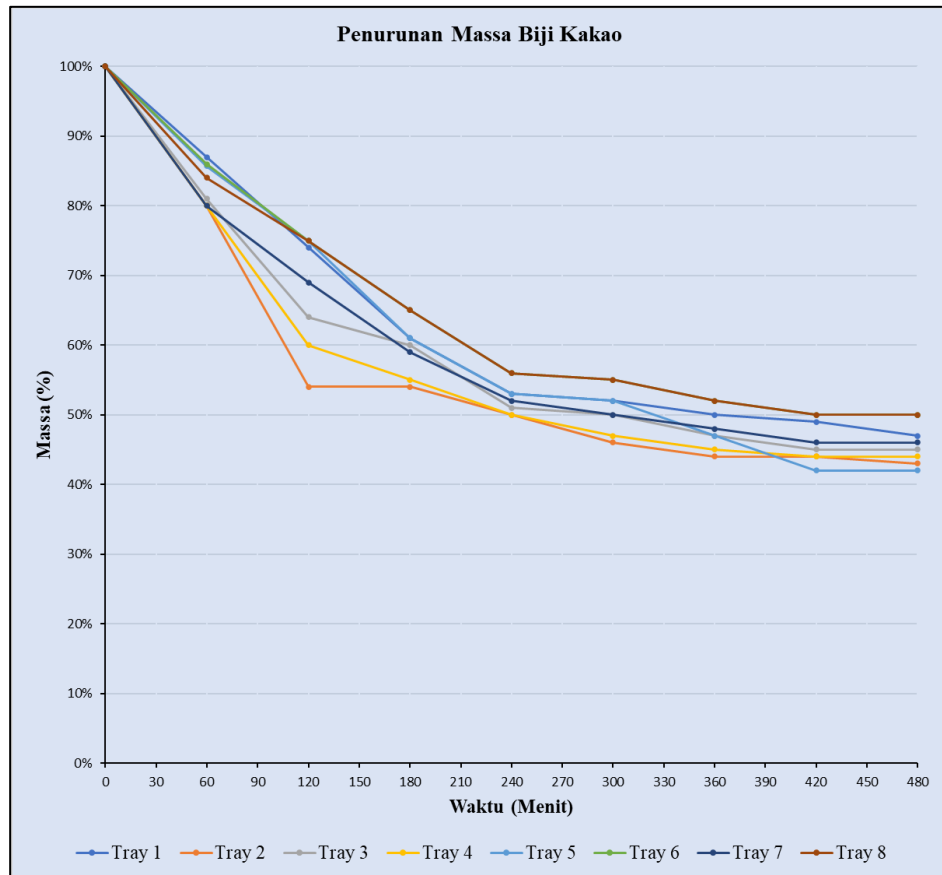
$$\begin{aligned}\text{Penurunan Massa Biji Kakao} &= \text{Massa Awal Biji kakao} - \text{Massa Akhir Biji Kakao} \\ &= 8 \text{ Kg} - 3.67 \text{ Kg} \\ &= 4.33 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Tabel 4-4 Penurunan massa biji kakao.

Penurunan massa tiap jam								
Waktu Tray	60	120	180	240	300	360	420	480
Tray 1	0.87	0.74	0.61	0.53	0.52	0.5	0.49	0.47
	87%	74%	61%	53%	52%	50%	49%	47%
Tray 2	0.8	0.54	0.54	0.5	0.46	0.44	0.44	0.43
	80%	54%	54%	50%	46%	44%	44%	43%
Tray 3	0.81	0.64	0.6	0.51	0.5	0.47	0.45	0.45
	81%	64%	60%	51%	50%	47%	45%	45%
Tray 4	0.8	0.6	0.55	0.5	0.47	0.45	0.44	0.44
	80%	60%	55%	50%	47%	45%	44%	44%
Tray 5	0.86	0.75	0.61	0.53	0.52	0.47	0.42	0.42
	86%	75%	61%	53%	52%	47%	42%	42%
Tray 6	0.86	0.75	0.65	0.56	0.55	0.52	0.5	0.5
	86%	75%	65%	56%	55%	52%	50%	50%
Tray 7	0.8	0.69	0.59	0.52	0.5	0.48	0.46	0.46
	80%	69%	59%	52%	50%	48%	46%	46%
Tray 8	0.84	0.75	0.65	0.56	0.55	0.52	0.5	0.5
	84%	75%	65%	56%	55%	52%	50%	50%
Rata-Rata	83%	68%	60%	53%	51%	48%	46%	46%

Penurunan massa biji kakao setiap tray dapat dilihat pada Tabel 4-4. Pengambilan data massa biji kakao diambil setiap jam. Penurunan massa biji kakao diukur menggunakan timbangan dengan kapasitas maksimal 3 Kg. Penimbangan

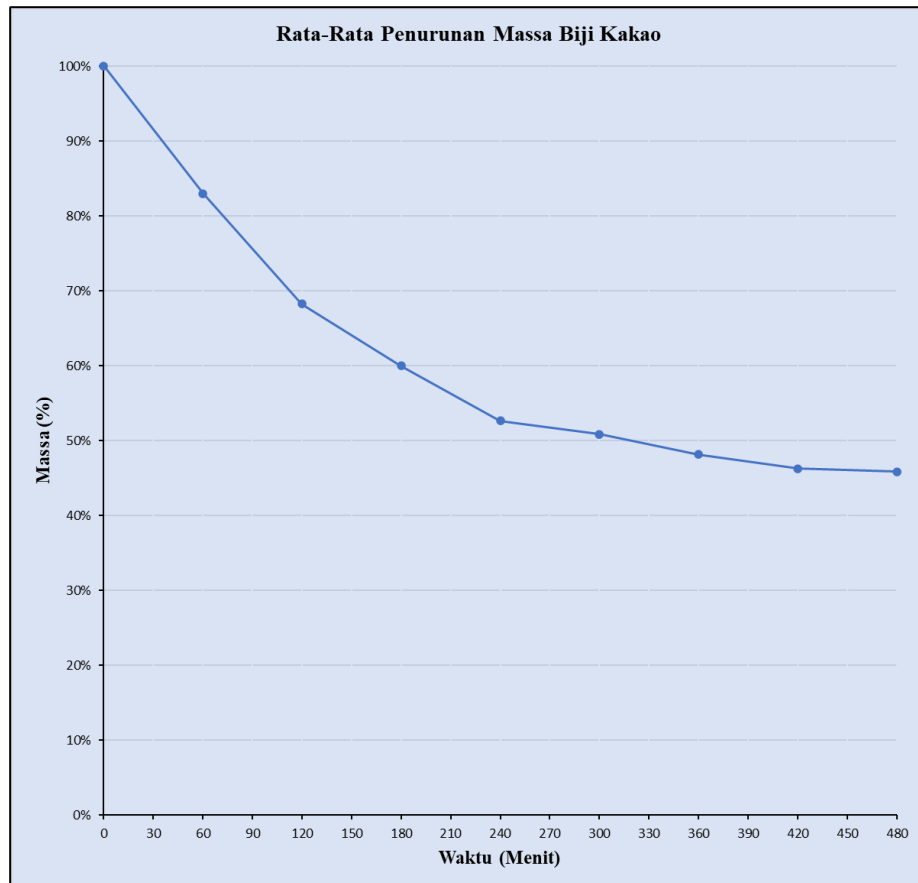
massa biji kakao dilakukan bersamaan dengan pengukuran kelembaban setiap jam agar tidak terlalu membuang udara panas dalam ruang pengering. Pada awal pengeringan massa biji kakao adalah 1 Kg untuk setiap *tray* dan terdapat 8 *tray* yang digunakan dalam penelitian. Selama 8 jam massa biji kakao berkurang mencapai massa kering 0.42 Kg setiap *tray*.



Gambar 4.3 Grafik penurunan massa biji kakao.

Kemudian penurunan massa biji kakao dapat dinyatakan dalam persentase dan dapat dilihat pada grafik pada Gambar 4.3. Pada grafik tersebut massa biji kakao mencapai angka 3.67 Kg atau turun sebanyak 4.33 kg apabila dinyatakan dalam persentase adalah 43% yang didalamnya terdapat massa air dan massa biji kakao itu sendiri. Pada prosesnya terdapat penurunan massa yang cukup signifikan pada menit ke 120 untuk beberapa *tray*. Hal tersebut dikarenakan persebaran udara panas yang tidak merata sehingga penurunan massa setiap *tray* per jam tidak

semuanya sama. Tetapi, setelah akhir pengeringan dapat dilihat bahwa penurunan massa tidak lagi turun secara signifikan.



Gambar 4.4 Grafik rata-rata penurunan massa biji kakao.

Pada Gambar 4.4. tersebut menunjukkan angka rata-rata penurunan disetiap jam nya mencapai angka terendah yaitu 46% pada menit ke 420 dan 480. Pada angka tersebut didalamnya terdapat massa air dan massa biji kakao itu sendiri.

#### 4.2.2 Kandungan Air pada Biji Kakao

Pada data hasil pengujian tersebut dapat diketahui massa awal biji kakao sebelum pengeringan adalah 8 Kg, dan jumlah massa akhir total biji kakao setelah pengeringan adalah 3.67 Kg.

Perhitungan jumlah air pada biji kakao menggunakan data *tray* 5 karena memiliki tingkat kekeringan yang lebih maksimal dibanding dengan *tray* yang lainnya yaitu 0.42 Kg. Perhitungan kadar air awal biji kakao sebagai berikut:



Analisa jumlah kadar air biji kakao

*Tray 5*

$$\text{Massa biji kakao awal (W}_1\text{)} = 1 \text{ Kg}$$

$$\text{Massa biji kakao akhir (W}_2\text{)} = 0.42 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan Kadar air (KA)} &= \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\% \\ &= \frac{1 \text{ Kg} - 0.42 \text{ Kg}}{1 \text{ Kg}} \times 100\% \\ &= 58 \% \end{aligned}$$

Jadi, massa awal kandungan air total pada biji kakao  $8 \text{ Kg} \times 58 \% = 4.64 \text{ Kg}$ .

Tabel 4-5 Massa Kandungan air biji kakao hasil pengeringan

<i>Tray</i>	Massa Biji Kakao Awal (W1) (Kg)	Massa Biji Kakao Akhir (W2) (Kg)	Massa Air Diuapkan (Kg)
1	1	0.47	0.53
2	1	0.43	0.57
3	1	0.45	0.55
4	1	0.44	0.56
5	1	0.42	0.58
6	1	0.5	0.5
7	1	0.46	0.54
8	1	0.5	0.5

Persentase penurunan massa biji kakao total adalah:

$$\begin{aligned} &= \frac{53 \% + 57 \% + 55 \% + 56 \% + 58 \% + 50 \% + 54 \% + 50 \%}{\text{jumlah tray}} \\ &= \frac{53 \% + 57 \% + 55 \% + 56 \% + 58 \% + 50 \% + 54 \% + 50 \%}{8} \\ &= 54 \% \end{aligned}$$

Hasil penurunan kadar air akhir pengeringan biji kakao dalam waktu 480 menit (8 jam) yaitu 54 % atau perhitungan secara massa air yang berhasil diuapkan yaitu  $8 \text{ Kg} \times 54 \% = 4.32 \text{ Kg}$ . Jadi, selisih dari massa kandungan air awal dan akhir

yang diuapkan adalah  $4.64 \text{ Kg} - 4.32 \text{ Kg} = 0.32 \text{ Kg}$  atau 6.9% dari kandungan air awal.

### 4.2.3 Penurunan Kadar Air pada Biji Kakao

Jika massa biji kakao dengan kadar air terendah adalah 0.42 Kg (*tray* 5) atau 58% dari massa awal 1 Kg, maka kandungan air pada setiap *tray* adalah  $58\% \times 1 \text{ Kg} = 0.58 \text{ Kg}$  air. Sehingga penurunan kadar air setiap *tray* dapat dihitung sebagai berikut:

Analisa penurunan kadar air biji kakao setelah 1 jam pengeringan

*Tray* 1

$$\begin{aligned} \text{Massa biji kakao 1 jam pengeringan (W}_t\text{)} &= 0.87 \text{ Kg (Error! Reference s} \\ &\text{ource not found.)} \\ \text{Massa biji kakao kering (W}_k\text{)} &= 0.42 \text{ Kg} \\ \text{Perhitungan penurunan kadar air (X}_{\text{wet}}\text{)} &= \frac{W_t - W_k}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0.87 \text{ Kg} - 0.42 \text{ Kg}}{0.58 \text{ Kg}} \times 100\% \\ &= \frac{0.45 \text{ Kg}}{0.58 \text{ Kg}} \times 100\% \\ &= 77.5 \% \end{aligned}$$

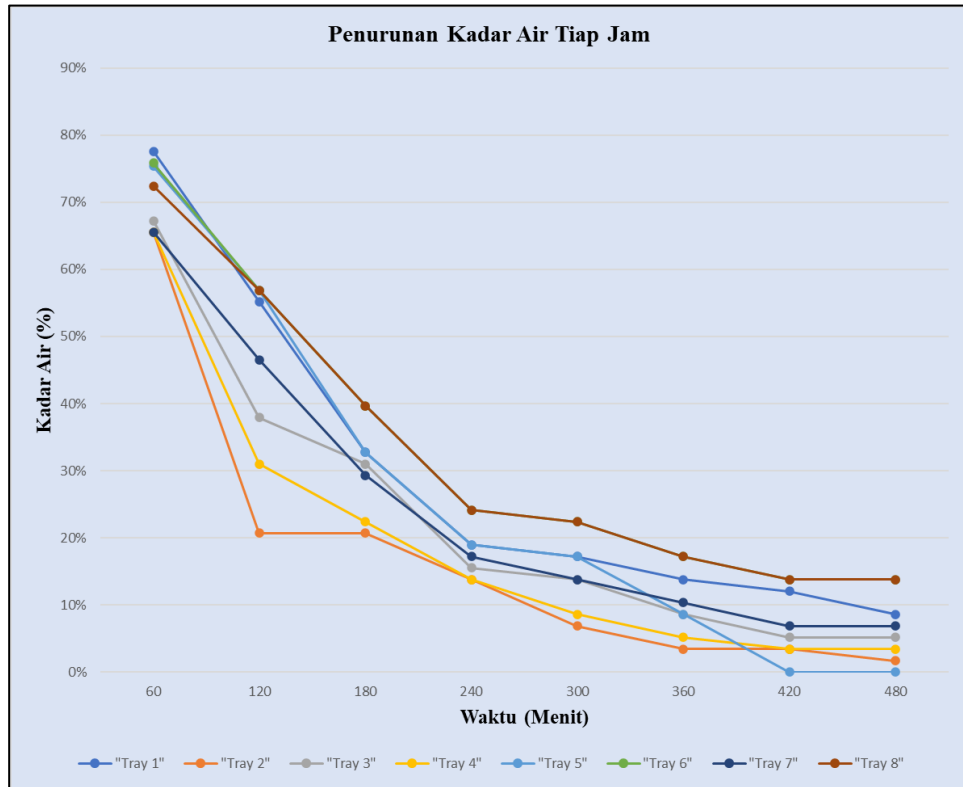
Jadi, sisa kadar air setelah proses pengeringan selama 1 jam pada *tray* 1 adalah 77.5% atau 0.45 Kg air.

Dari perhitungan tersebut maka dapat dibuat Tabel 4-6 penurunan kadar air sebagai berikut:

Tabel 4-6 Penurunan kadar air tiap jam.

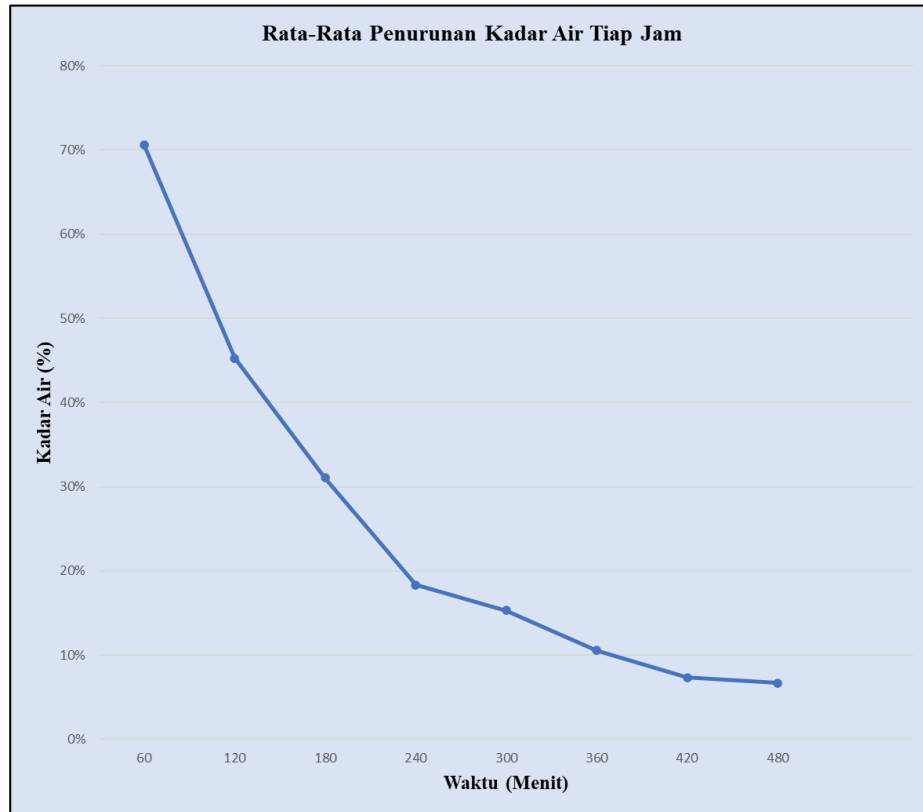
Penurunan kadar air tiap jam								
Waktu Tray	60	120	180	240	300	360	420	480
Tray 1	0.45	0.32	0.19	0.11	0.1	0.08	0.07	0.05
	78%	55%	33%	19%	17%	14%	12%	9%
Tray 2	0.32	0.12	0.12	0.08	0.04	0.02	0.02	0.01
	66%	21%	21%	14%	7%	3%	3%	2%
Tray 3	0.39	0.22	0.18	0.09	0.08	0.05	0.03	0.03
	67%	38%	31%	16%	14%	9%	5%	5%
Tray 4	0.38	0.18	0.13	0.08	0.05	0.03	0.02	0.02
	66%	31%	22%	14%	9%	5%	3%	3%
Tray 5	0.44	0.33	0.19	0.11	0.1	0.05	0	0
	75%	57%	33%	19%	17%	9%	0%	0%
Tray 6	0.44	0.33	0.23	0.14	0.13	0.1	0.08	0.08
	76%	57%	40%	24%	22%	17%	14%	14%
Tray 7	0.38	0.27	0.17	0.1	0.08	0.06	0.04	0.04
	66%	47%	29%	17%	14%	10%	7%	7%
Tray 8	0.42	0.33	0.23	0.14	0.13	0.1	0.08	0.08
	72%	57%	40%	24%	22%	17%	14%	14%
Rata-Rata	71%	45%	31%	18%	15%	11%	7%	7%

Dari perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa biji kakao pada *tray* 5 memiliki kandungan kadar air sebesar 58 % sebelum dilakukan proses pengeringan hingga mencapai titik kering. Hal ini membuktikan kadar air biji kakao pasca panen sekitar 50 %.



Gambar 4.5 Grafik penurunan kadar air tiap jam.

Akan tetapi dari data dapat disimpulkan bahwa besaran penurunan kadar air tidak merata pada setiap *tray*. Hal ini dikarenakan pembagian aliran udara panas yang tidak merata. Penurunan kadar air dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.6 Grafik rata-rata penurunan kadar air biji kakao.

Rata-rata penurunan kadar air selama 8 jam mencapai 7% tersisa pada biji kakao dengan hasil terkering pada *tray* 5 yaitu pada angka 0% dikarenakan sebagai patokan massa setimbang. Dari haril tersebut dapat disimpulkan bahwa pada jam ke 8 pengeringan terdapat waktu-waktu tertentu yang terjadi penurunan cukup banyak, dimana hal tersebut disebabkan oleh temperatur pada ruang pengering.

### 4.3 Konsumsi Bahan Bakar Gas LPG

Pengujian yang dilakukan pada biji kakao membutuhkan waktu pengeringan 8 jam dan pemanasan alat pengering selama 30 menit sehingga total waktu penggunaan bahan bakar gas adalah 8.5 jam. Pengaturan pada bukaan regulator gas LPG menjadi pengaruh besarnya bahan bakar yang terpakai dan tercapainya suhu yang diinginkan. Pada pengujian ini pengaturan suhu dengan membuka katup regulator tabung gas LPG putaran penuh. Selama proses pengujian pengeringan biji kakao menggunakan dua buah tabung LPG berukuran 3 Kg.

Dengan massa gas dengan tabung adalah 7.95 Kg. Konsumsi bahan bakar selama proses pengeringan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Massa Gas Terpakai} &= \text{Massa Tabung Awal} - \text{Massa Tabung Akhir} \\ &= (2 \times 7.95 \text{ Kg}) - (5 \text{ Kg} + 6.25 \text{ Kg}) \\ &= 15.9 \text{ Kg} - 11.25 \text{ Kg} \\ &= 4.65 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Jadi selama 8 jam proses pengujian pengeringan biji kakao memerlukan sebanyak 4.65 Kg gas LPG dengan massa 8 Kg. Maka dapat dihitung setiap jam proses pengujian pengeringan biji kakao menghabiskan bahan bakar LPG sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Konsumsi bahan bakar tiap jam} &= \frac{\text{Massa gas terpakai selama pengeringan}}{\text{Waktu pengeringan}} \\ &= \frac{4.65 \text{ Kg}}{8.5 \text{ jam}} \\ &= 0.54 \text{ Kg/jam}\end{aligned}$$

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Hasil data proses pengujian pengeringan biji kakao adalah pada tahapan pengambilan data dimulai dengan persiapan alat dan bahan, penentuan parameter perhitungan data seperti waktu pengeringan, temperatur ruangan, massa biji kakao, kelembaban ruangan, dan kelembaban biji kakao. Saat pengujian terjadi Penurunan massa biji kakao sebanyak 4.33 kg dari massa total 8 Kg dan apabila dinyatakan dalam persentase adalah 43% yang didalamnya terdapat massa air dan massa biji kakao. Kadar air setelah dilakukan proses pengeringan dalam waktu pengeringan 480 menit (8 jam) mencapai rata-rata 7%. Rata-rata Penurunan kadar air biji kakao setiap jam adalah 26%. Konsumsi bahan bakar gas LPG selama proses pengujian pengeringan biji kakao sebanyak 6.65 Kg dengan konsumsi per jam adalah 0.54 Kg/jam dengan waktu pengeringan 480 menit ditambah pemanasan alat selama 30 menit pada massa 8 Kg biji kakao.

#### **5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya**

Dalam proses pengujian pengeringan biji kakao terdapat beberapa saran:

1. Penjagaan kestabilan temperatur perlu diperhatikan, supaya durasi pengeringan biji kakao dapat dilakukan lebih singkat dan mencapai kadar kekeringan yang lebih baik.
2. Perlunya perbaikan pada pembagi aliran udara panas agar udara panas lebih merata disetiap tingkatan *tray*.
3. Usahakan pada proses pengambilan data yang mengharuskan membuka ruang pengering dilakukan dengan cepat, supaya udara panas tidak keluar yang menyebabkan penurunan temperatur.

#### **5.3 Refleksi Tugas Akhir**

Setelah penulis mengerjakan tugas akhir, penulis mendapatkan refleksi sebagai berikut:

1. Materi perkuliahan yang diberikan seperti fisika dasar, termofluida, statistika, matematika, dan metode numerik sangat diperlukan saat melakukan analisis pada alat pengering.
2. Praktikum yang telah dilakukan selama perkuliahan sangat berguna dalam melakukan beberapa perbaikan alat pengering.
3. Ilmu baru mengenai pengeringan didapatkan melalui beberapa jurnal dan buku. Materi tersebut sangat bermanfaat untuk mengetahui proses pengeringan.
4. Ilmu juga didapat langsung dari lapangan Ketika melakukan percobaan bersama petani biji kakao.



## DAFTAR PUSTAKA

- Arief, U. M., Suryanto, A., & Suryanto, S. (2014). Peningkatan Kualitas Produk Dan Efisiensi Energi Pada Alat Pengeringan Daun Seledri Berbasis Kontrol Suhu Dan Humidity Udara. *Peningkatan Kualitas Produk Dan Efisiensi Energi Pada Alat Pengeringan Daun Seledri Berbasis Kontrol Suhu Dan Humidity Udara*, 12(2), 171–181.
- Asosiasi Kakao Indonesia. (1989). Seminar Penyempurnaan Pengelolaan Biji Kakao. Jakarta.
- Bulandari S. (2016). Pengaruh Produksi Kakao terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Kabupaten Kolaka Utara. Doctoral dissertation. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Estiasih, Teti dan Kgs Ahmadi. (2009). Teknologi Pengolahan Pangan. Bumi Aksara. Malang
- Geankoplis, Christie J. (1993). Transport Processes and Unit Operations (3 rd ed). New Jersey: Prentice Hall.
- Hatta, M., Syuhada, A., & Fuadi, Z. (2019). Sistem pengeringan ikan dengan model hybrid. *Jurnal Polimesin*, 17(1), 9-18.
- Hendrawan, B. A. (2018). Analisis Proses Pengeringan Kacang Panjang Pada Mesin Pengering Tipe Tray Kapasitas 20 Kg. *Skripsi*, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri.
- Ilham I, Nuddin A, dan Malik AA. (2018). Analisis Sistem Informasi Geografis Dalam Perwilayahan Komoditas Kakao (*Theobroma cacao L.*) Di Kabupaten Enrekang. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 3(2): 203-211.
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2002). SNI biji kakao. *Anonim*.
- Julian, & Lumban Batu, F. (2022). Pengaruh Pengering Buah Coklat Terhadap Kualitas Biji. *AFoSJ-LAS*, 2(4), 57–68. <https://j-las.lemkomindo.org/index.php/AFoSJ-LAS/index>
- Kudra, T., dan Mujumdar, A. S. (2009). *Advanced Drying Technologies*. Boca Raton etc.: CRC Press.

- Lukito. (2010). *Budidaya Kakao*. Pusat penelitian kopi dan kakao Indonesia. Jakarta. 298 hal.
- Martono B. (2017). *Karakteristik Morfologi dan Kegiatan Plasma Nutfah Tanaman Kakao*. Bunga Rampai: Inovasi Teknologi Bioindustri Kakao.
- McCabe, W., & Smith, J.C. (1985). *Unit Operation of Chemical Engineering*. (4th ed.). Singapore: McGraw Hill Book Company.
- McCabe, W., Smith, J.C., & Harriot, P. (1993). *Unit Operation of Chemical Engineering* (5th ed.). United States of America: McGraw Hill Book, Co.
- McCabe, Warren L.; Yasyfi, E., 1935-; Smith, Julian C.; Harriott, Peter. (1993). *Operasi teknik kimia / Warren L. McCabe, Julian C. Smith, Peter Harriott ; alih bahasa, E. Jasjfi*. Jakarta :: Erlangga,.
- Muarif, F., dan Adawyah, Y. (2013). *Buku Ajar Teknik Pengeringan*. Bandar Lampung: Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Mujumdar, A. S. (2006). *Handbook of Industrial Drying*. Singapore: Taylor and Francis Group, LLC.
- Nababan P. (2019). Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan Pupuk NPK Terhadap Pembibitan Tanaman Kakao. Abd El-Naby, S.K.M. 2000. Effect of Banana Compost as Organic Manure on Growth, Nutrients Status, Yield and Fruit Quality of Maghrabi Banana. *Assiut J. Agric. Sci. (EGY)*, 31(3): 101-114.
- Narotama, T., Anggraeni, N., & Susanto, E. E. (2021). Kajian Produktivitas Dryhydrator Alat Pengeringan Bahan Cabai Bubuk. *Jurnal Mesin Material Manufaktur Dan Energi*, 2(2), 12–19.
- Panggabean, T., Triana, A. N., & Hayati, A. (2017). Kinerja Pengeringan Gabah Menggunakan Alat Pengering Tipe Rak dengan Energi Surya, Biomassa, dan Kombinasi. *Agritech*, 37(2), 229-235
- Rahayuningtyas, A., & Kuala, S. I. (2016). Pengaruh Suhu Dan Kelembaban Udara Pada Proses Pengeringan Singkong (Studi Kasus: Pengering Tipe Rak). *ETHOS (Jurnal Penelitian Dan Pengabdian)*, 99. <https://doi.org/10.29313/ethos.v0i0.1663>

- Sihombing WJ. (2008). Penggunaan Tape Kulit Kakao Sebagai Pakan Kambing sedang Tumbuh. Skripsi. Departemen Peternakan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Siregar, T. H., Riyadi, S., & Aini, L. N. (1988). *Budidaya pengelolaan dan pemasaran coklat*. Jakarta.
- Sri-Mulato, Widyotomo, S. Misnawi. & Suharyanto, E. (2005). Pengolahan Produk Primer dan Sekunder Kakao. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jember.
- Suheiti, K. (1994). Pengaruh Ketebalan Tumpukan biji kakao terhadap Mutu biji kakao kering pada Pengering Tipe Batch Dryer. *Repository.Pertanian.Go.Id*, 1986.  
<http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/17377>
- Supriyono. (2003). Mengukur Faktor-Faktor Dalam Proses Pengeringan. *Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan*, 6–15.
- Wahyudi T dan Rahardjo P. (2008). Sejarah dan Prospek. dalam Wahyudi T, Panggabean TR, dan Pujiyanto, 2008. *Panduan Lengkap Kakao: Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir*. Jakarta: Penebar Swadaya. p.11-37.
- Winarno FG, 1995. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Peralatan penelitian

1. Regulator



2. Moisture Meter



3. Burner



4. Temperatur ruangan



5. Blower



6. Timbangan



7. *Heat Exchanger Box*



8. *Thermo-hygrometer*

