

**REKONDISI DAN MODIFIKASI  
PERALATAN MESIN PENGERING TIPE TRAY  
UNTUK PENGERINGAN BIJI KAKAO  
DI OMAH KAKAO NGLANGGERAN PATHUK  
GUNUNGKIDUL**

**TUGAS AKHIR**

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



**Disusun Oleh :**

**Nama : Moh Sigit Ardiansyah**

**No. Mahasiswa : 19525076**

**NIRM : 1904280044**

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

**2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Bismillahirrahmanirrahim 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. Apabila kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia untuk menerima hukuman/sanksi sesuai hukum yang berlaku di Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 5 September 2023



Moh Sigit Ardiansyah

19525076

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**REKONDISI DAN MODIFIKASI  
PERALATAN MESIN PENGERING TIPE TRAY  
UNTUK PENGERINGAN BIJI KAKAO  
DI OMAH KAKAO NGLANGGERAN PATHUK  
GUNUNGGKIDUL**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**

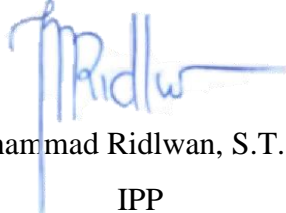
**Nama : Moh Sigit Ardiansyah**

**No. Mahasiswa : 19525076**

**NIRM : 1904280044**

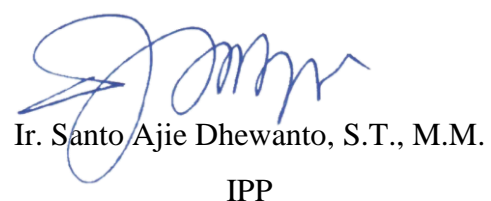
Yogyakarta, 23 Agustus 2023

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M.  
IPP

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**

**REKONDISI DAN MODIFIKASI  
PERALATAN MESIN PENERING TIPE TRAY  
UNTUK PENERINGAN BIJI KAKAO  
DI OMAH KAKAO NGLANGGERAN PATHUK  
GUNUNGKIDUL**

**TUGAS AKHIR**

Disusun Oleh :

Nama : Moh Sigit Ardiansyah

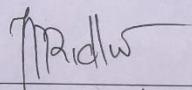
No. Mahasiswa : 19525076

NIRM : 1904280044

Tim Penguji

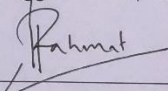
Ir. Muhammad Ridlwan, S.T., M.T., IPP

Ketua

  
Tanggal : 04/09/2023

Rahmat Riza, S.T., M.Sc.ME


Anggota I

  
Tanggal : 5 September 2023

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

IPP


Anggota II

  
Tanggal : 04/09/2023

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Laporan Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

Ayah dan Mami yang sangat saya cintai,

Kedua Kakak saya,

dan tentu saja diri saya sendiri yang selalu totalitas selama masa perkuliahan ini.

## HALAMAN MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا , إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan (*QS. Al-Insyirah: 5-6*)

يَا حَيُّ يَا قَيُّوْمُ بِرَحْمَتِكَ أَسْتَغِيْثُ ، وَأَصْلِحْ لِيْ شَأْنِيْ كُلَّهُ وَلَا تَكُنْ لِيْ إِلَى نَفْسِيْ  
طَرْفَةً عَيْنٍ أَبَدًا

Wahai rabb yang maha hidup, wahai rabb yang berdiri sendiri tidak butuh segala sesuatu, dengan rahmat-mu aku minta pertolongan, perbaikilah segala urusanku dan jangan diserahkan kepadaku sekali pun sekejap mata tanpa mendapat pertolongan dari-mu selamanya (*HR. Ibnu As Sunni*)

Berproseslah sesuai dengan dirimu sendiri, ketika orang lain berlari dan kamu berjalan itu tidak mengapa, setidaknya kamu tidak berdiam di tempat yang sama seperti hari sebelumnya (*Moh Sigit Ardiansyah*)

Jika ada ingatan yang terus mengingatkan dirimu jaga apinya, hadapi hari, teruslah kau begitu, jika ada pedih yang panjang mengikat tubuhmu percayalah dunia tak selamanya harus begitu (*Ribuan Memori, Lomba Sihir*)

*I know you're scared but it's totally fine (Hindia)*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.,*

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini berjudul Rekondisi Dan Modifikasi Peralatan Mesin Pengering Tipe *Tray* Untuk Pengeringan Biji Kakao Di Omah Kakao Nglanggeran Pathuk Gunungkidul yang disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.

Dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini penulis mendapat bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. oleh karena itu, atas tersusunnya laporan tugas akhir ini, penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

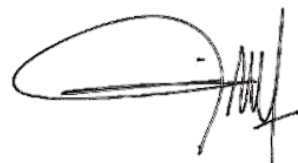
1. Allah swt karena atas berkah, rahmat, dan karunia-nya penulis diberikan kemampuan serta kesehatan untuk menyusun dan menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Ayah, Mami, Ka cang, Ka ewi, yang telah banyak memberikan doa, dukungan moril ataupun dukungan materil agar penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. Muhammad Ridlwan, S.T., M.T., IPP dan Bapak Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M. IPP selaku dosen pembimbing pada tugas akhir ini yang selalu memberikan ilmu, saran, arahan, nasihat, dan selalu sabar membimbing selama penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak Ahmad Nasrodin S.Pd selaku ketua dari omah kakao yang sudah memberikan banyak arahan dan ilmu pada saat pengerjaan tugas akhir.
6. Laboran proses produksi Teknik Mesin UII mas Nur Muhammad Syafi'i, dan laboran konversi energi Teknik Mesin UII mba Siti Ulfah Chasanah S.T yang memberikan begitu banyak bantuan selama mengerjakan tugas akhir.

7. Attalla Rafana Azizah selaku teman dari awal masa perkuliahan sampai sekarang di dalam kelompok yang sama mengerjakan topik yang sama dengan judul yang berbeda, terima kasih banyak sudah merepotkan dan bisa direpotkan.
8. Fitry Nur Aulia yang memberikan dukungan secara moral selama pengerjaan tugas akhir ini.
9. Nur Safira Hasanuddin dan Fiqri Haikal yang telah meluangkan waktunya untuk mendengarkan lika-liku masalah selama perkuliahan.
10. Bagus Pribadi dan Ghifari Haikal yang membantu mengerjakan serta memberikan masukan selama pengerjaan tugas akhir ini.
11. Putri Tsabitah teman yang selalu membantu selama masa perkuliahan.
12. Seluruh teman-teman Teknik Mesin Angkatan 2019 dan karyawan Teknik Mesin UII Yogyakarta.

Akhir kata, semoga Allah SWT meridhoi kita semua. Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan, oleh sebab itu kritik dan saran yang membangun dibutuhkan agar tugas akhir ini mendekati kata sempurna. Semoga tugas akhir ini dapat memberi manfaat untuk kita semua.

*Wassalamualaikum Wr. Wb.*

Yogyakarta, 23 Agustus 2023



Moh Sigit Ardiansyah

19525076



## ABSTRAK

Dalam memproduksi biji cokelat (kakao), petani cenderung bergantung pada kondisi cuaca yang ada. Apabila dalam kondisi cuaca cukup cerah, penjemuran biji cokelat (kakao) dilakukan dalam waktu 4 hari sedangkan apabila kondisi cuaca tidak cukup cerah maka membutuhkan waktu lebih dari 7 hari. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah mesin pengering biji cokelat (kakao). Mesin pengering adalah alat yang dapat membuat bahan yang akan dikeringkan mengalami pengurangan kadar air. Pengeringan dapat diartikan sebagai pengambilan sebagian kecil air dari bahan yang akan dikeringkan dengan suhu panas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan angin pada blower dan bukaan pada *exhaust* terhadap suhu dan cara mencegah terjadinya penurunan suhu secara signifikan serta menjaga suhu agar tetap stabil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan angin pada blower dan bukaan pada *exhaust* berpengaruh terhadap kecepatan pengeringan, semakin cepat pergantian aliran udara semakin cepat juga waktu pengeringan. Dan pencegahan penurunan suhu dapat diatasi dengan melakukan modifikasi yaitu pada pemanas (*heater*), *Seal* dan Engsel pada pintu mesin pengering.

Kata kunci : Mesin pengering, Cokelat, Suhu, *Exhaust*

## **ABSTRACT**

*In producing cocoa beans, farmers tend to rely on existing weather conditions. The process of drying cocoa beans takes 4 days if the weather is sunny, but it may take over 7 days if the weather is not sunny enough. Hence, we require a machine for drying cocoa beans. A dryer is a device that can reduce the moisture content of the material to be dried. Drying is define as taking a small amount of water from the material to be dry with hot temperatures. This study aims to determine the effect of wind speed on the blower and exhaust opening on temperature and how to prevent a significant decrease in temperature and keep the temperature stable. The results showed that the wind speed on the blower and the opening on the exhaust affected the drying speed, If the airflow is increased, the result is faster drying times. Preventing a temperature drop can be achieved through modifications on heater, seal, and dryer door hinges.*

*Keywords : Dryer Machine, Cocoa, Temperature, Exhaust*

## 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.....	vii
Abstrak .....	ix
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar .....	xiv
Daftar Notasi.....	xvi
Bab 1 Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka .....	5
2.1 Kajian Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori .....	8
2.2.1 Cokelat (Kakao).....	8
2.2.2 Pengeringan .....	10
2.2.3 Kelembaban .....	11
2.2.4 Perpindahan Panas (Kalor) .....	12
2.2.5 Macam Macam Jenis Pengeringan .....	12
2.2.6 Pemanas ( <i>Heater</i> ) .....	15
2.2.7 Cerobong ( <i>Exhaust</i> ).....	16
2.2.8 Blower .....	16

Bab 3 Metode Penelitian .....	18
3.1 Alur Penelitian .....	18
3.2 Kajian Pustaka dan Observasi Di UKM .....	19
3.3 Peralatan dan Bahan.....	19
3.3.1 Pelaksanaan Pengujian dan Perbaikan Mesin Pengering .....	22
3.3.2 Proses Persiapan Percobaan.....	22
3.3.3 Cara Kerja Mesin Pengering .....	22
3.3.4 Proses Pengujian Mesin Pengering .....	24
3.3.5 Proses Pengambilan Data Mesin Pengering .....	25
Bab 4 Hasil dan Pembahasan .....	27
4.1 Hasil Penelitian .....	27
4.1.1 Pengaruh Kecepatan Angin Dan Bukaannya Exhaust Terhadap Suhu	27
4.1.2 Cara Mencegah Penurunan Suhu dan Menjaga Suhu Tetap Stabil	28
4.2 Pembahasan .....	29
4.2.1 Pembahasan Variasi Bukaannya Blower Exhaust Terbuka Penuh .....	29
4.2.2 Pembahasan Variasi Bukaannya Blower Exhaust Tertutup .....	31
4.2.3 Pembahasan Cara Mencegah Penurunan Suhu dan Menjaga Suhu	
Tetap Stabil Pada Mesin Pengering .....	33
4.2.4 Pembahasan Simulasi Kondisi Pemanas ( <i>Heater</i> ).....	39
Bab 5 Penutup.....	40
5.1 Kesimpulan .....	40
5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	41
Daftar Pustaka .....	42

## DAFTAR TABEL

Tabel 3 - 1 Alat dan Bahan.....	19
Tabel 4 - 1 Variasi Bukaan Blower Dengan Exhaust Terbuka Penuh.....	27
Tabel 4 - 2 Variasi Bukaan Blower Dengan Exhaust Tertutup .....	28
Tabel 4 - 3 Data Hasil Pengujian Setelah Modifikasi Pemanas ( <i>Heater</i> ) .....	34

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Prestasi Mesin Pengering Untuk Pengeringan Bibit Kacang Panjang .....	7
Gambar 2. 2 Mesin Pengering ( <i>Tray Dryer</i> 2 pintu) .....	8
Gambar 2. 3 Struktur Biji Cokelat (Kakao).....	9
Gambar 2. 4 Skema <i>Rotary Dryer</i> .....	13
Gambar 2. 5 <i>Spray Dryer</i> .....	13
Gambar 2. 6 Skema <i>Vacum Dryer</i> .....	14
Gambar 2. 7 Ilustrasi <i>Tray Dryer</i> .....	14
Gambar 2. 8 Pemanas ( <i>Heater</i> ) .....	15
Gambar 2. 9 Cerobong ( <i>exhaust</i> ) mesin pengering .....	16
Gambar 2. 10 Blower Sumura 2 ½ in .....	17
Gambar 3. 1 Lubang Silinder Pada Dinding Pemanas ( <i>Heater</i> ) .....	23
Gambar 3. 2 Potongan Besi Siku-Siku .....	23
Gambar 3. 3 Lubang-Lubang Kecil Pada Dinding Mesin Pengering.....	24
Gambar 3. 4 Letak Sensor Termometer .....	25
Gambar 3. 5 Cara Pengukuran Kecepatan Angin Pada Exhaust .....	26
Gambar 4. 1 Penutup <i>Exhaust</i> .....	28
Gambar 4. 2 Regulator Gas .....	29
Gambar 4. 3 Grafik Suhu Dari Pengujian Variasi Buka-an Blower Dengan Exhaust Terbuka Penuh.....	30
Gambar 4. 4 Grafik Kecepatan Angin Dari Pengujian Variasi Buka-an Blower Dengan Exhaust Terbuka Penuh.....	31
Gambar 4. 5 Grafik Suhu Dari Pengujian Variasi Buka-an Blower Dengan Exhaust Tertutup .....	32
Gambar 4. 6 Grafik Kecepatan Angin Dari Pengujian Variasi Buka-an Blower Dengan Exhaust Tertutup .....	32
Gambar 4. 7 Pemanas ( <i>Heater</i> ) Sebelum Modifikasi.....	33
Gambar 4. 8 Pemanas ( <i>Heater</i> ) Setelah Modifikasi .....	34
Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan Suhu Sebelum dan Setelah Modifikasi Pemanas ( <i>Heater</i> ) .....	35

Gambar 4. 10 Double Tape Sebagai Seal .....	36
Gambar 4. 11 Pergantian Seal Pada Pintu Mesin Pengering .....	37
Gambar 4. 12 Engsel Pintu Mesin Pengering Sebelum Diganti.....	37
Gambar 4. 13 Engsel Pintu Mesin Pengering Setelah Diganti .....	38
Gambar 4. 14 Simulasi Pemanas ( <i>Heater</i> ) .....	39

## DAFTAR NOTASI

C = Celcius

M/s = Meter per *second* (meter per detik)

MPa = Megapascal

RPM = Revolusi per menit



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia terletak di daerah tropis yang panasnya merata sepanjang tahun dan mempunyai dua musim. yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Selain itu, Indonesia mempunyai tanah yang subur sehingga banyak tanaman yang dapat tumbuh di Indonesia. Oleh karena itu, Indonesia juga terkenal sebagai negara agraris yang 40% mayoritas penduduknya berprofesi sebagai petani (Ayun, et. al., 2020). Pertanian di Indonesia memiliki banyak jenis tanaman yang dibudidayakan salah satunya yaitu jenis tanaman cokelat (kakao).

Dikutip dari Gunungkidul.sorot tanaman cokelat (kakao) yang dibudidayakan di Indonesia khususnya di Desa Nglanggeran Kecamatan Patuk Kabupaten Gunungkidul Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu desa penghasil kakao terbesar di Gunungkidul. Tanaman cokelat (kakao) menjadi komoditi perkebunan andalan sejak tahun 1989.

Dalam memproduksi biji cokelat (kakao), petani cenderung bergantung pada kondisi cuaca yang ada. Pengeringan biji cokelat (kakao) dilakukan dengan cara dijemur dibawah sinar matahari. Apabila kondisi cuaca cerah, penjemuran biji cokelat (kako) dilakukan dalam waktu 4 hari untuk mendapatkan hasil yang cukup kering. Sedangkan apabila kondisi cuaca tidak cukup cerah maka membutuhkan waktu lebih dari 7 hari penjemuran agar biji cokelat (kakao) cukup kering.

Permasalahan yang dihadapi oleh petani cokelat (kakao) adalah apabila saat tanaman cokelat (kakao) memasuki musim panen pada musim kering namun tiba-tiba hujan turun cukup banyak petani mengalami kesulitan untuk mengeringkan biji cokelat (kakao) dalam jumlah yang banyak. Dikutip dari badan pusat statistik Kabupaten Gunungkidul seperti yang terjadi dalam beberapa tahun terakhir ini. Hujan turun cukup sering sepanjang tahun 2019 sampai 2021 rata-rata hujan pertahun adalah 146 hari.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dibutuhkan sebuah mesin pengering untuk mengeringkan biji cokelat (kakao) agar mendapatkan waktu yang efisien

ketika pengeringan dilakukan dengan mesin dan menghasilkan kualitas yang sama dengan biji cokelat (kakao) yang dikeringkan dibawah sinar matahari.

Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan mesin pengering tipe *tray* 2 pintu yang sebelumnya telah dibuat dan dimanfaatkan untuk penelitian mesin pengering kacang panjang. Perbedaan pada penelitian ini yaitu pada penelitian ini mesin pengering dimanfaatkan untuk mengeringkan biji cokelat (kakao).

Untuk memperoleh mesin pengering biji cokelat (kakao) maka terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan. Di antaranya pengaturan kecepatan angin di blower, pengaturan bukaan pada *exhaust*, cara mengisolasi api pembakaran yang berefek pada penurunan suhu dan tidak stabilnya suhu yang ada di dalam mesin pengering.

Oleh karena itu, kajian dan penelitian tentang mesin pengering untuk tanaman biji cokelat (kakao) sangat diperlukan agar dapat mempermudah dan mempercepat proses pengeringan biji cokelat (kakao) tanpa mengurangi kualitas dari biji cokelat (kakao) yang dikeringkan menggunakan mesin pengering.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan pada latar belakang, maka dapat dirumuskan pokok permasalahan pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh kecepatan angin pada blower dan bukaan pada exhaust terhadap suhu yang ada didalam mesin pengering?
2. Bagaimana cara mencegah terjadinya penurunan suhu secara signifikan dan menjaga suhu agar tetap stabil?

## **1.3 Batasan Masalah**

Pada penelitian ini dibuat beberapa batasan masalah agar penyusunannya tidak menyimpang dari topik yang akan dikaji serta pembahasan yang dilakukan terarah. Maka batasan masalah pada tugas akhir ini yaitu:

1. Penelitian ini dilakukan pada mesin pengering 2 pintu tipe *tray*.
2. Penelitian mesin pengering biji cokelat (kakao) menggunakan pengaturan kecepatan blower terbuka penuh,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ , dan tertutup penuh.

3. Penelitian mesin pengering biji cokelat (kakao) ini menggunakan pengaturan *exhaust* tertutup dan terbuka penuh.
4. Tidak melakukan perhitungan secara teoritis.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan pada penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh kecepatan angin pada blower dan pengaruh bukaan *exhaust* terhadap suhu yang ada di dalam mesin pengering.
2. Untuk mengetahui cara mencegah terjadinya penurunan suhu secara signifikan dan menjaga suhu agar tetap stabil.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat pada penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui metode pengeringan yang tepat untuk di terapkan pada biji cokelat (kakao).
2. Mengetahui suhu yang tepat untuk pengeringan biji cokelat (kakao).
3. Sebagai acuan mesin pengering yang berbahan bakar gas.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab I membahas mengenai gambaran umum dari penelitian, yang menyajikan latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

##### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab II membahas mengenai teori yang melandasi penelitian yang diambil dari kutipan buku yang berkaitan dengan topik pembahasan serta beberapa *literature review* yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan.

##### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab III membahas mengenai metode yang digunakan dalam penelitian mulai dari alur penelitian, peralatan, bahan, dan serta penelitian.

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

Bab IV membahas mengenai hasil penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan hasil dari penelitian.

## **BAB V PENUTUP**

Bab V membahas mengenai kesimpulan dan saran yang diperoleh dari penelitian.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Pustaka**

Mesin pengering adalah suatu alat yang dapat membuat bahan yang akan dikeringkan mengalami pengurangan kadar air didalamnya. Pengeringan dapat diartikan sebagai pengambilan sebagian kecil air dari bahan yang akan dikeringkan dengan suhu panas. Mekanisme proses pengeringan dilakukan dengan meniupkan udara panas tidak jenuh pada bahan pangan yang akan dikeringkan. Udara panas disebut sebagai sarana pengering yang memberikan sediaan kalor untuk merubah air menjadi uap. Proses pengeringan berbeda dengan proses penguapan, Pengeringan adalah suatu proses pengeluaran air atau pemisahan air dalam jumlah yang cukup kecil dari sebuah bahan dengan memanfaatkan energi panas. Hasil dari proses pengeringan merupakan bahan kering yang mempunyai nilai aktivitas air yang aman dari kerusakan mikrobiologis dan kimiawi (Chan, et. al., 2019).

Pengeringan menggunakan mesin menjadi pengganti dari sinar matahari yang menjadi pengering manual karena pengeringan menggunakan sinar matahari memiliki kekurangan yaitu waktu yang dibutuhkan cukup lama, bergantung pada cuaca dan produk yang dihasilkan sudah tidak lagi higienis karena bahan yang dikeringkan tidak tertutup sehingga mudah untuk mikroorganisme atau zat pencemar lainnya masuk kedalam bahan yang dikeringkan. Mesin pengering (pengeringan buatan) dilakukan dengan menggunakan panas tambahan. Alat pengering ada berbagai macam jenis, seperti pengering *conveyor*, pengering *rotary*, dan pengering *tray* yang keuntungannya tidak bergantung pada cuaca, kapasitas pengering dapat dipilih sesuai dengan yang dibutuhkan, tidak memerlukan tempat yang luas dan dapat mengontrol kondisi pengeringan (Sukmawaty, et. al., 2019).

Berdasarkan hasil penelitian mesin pengering biji kopi sebagai teknologi tepat guna untuk meningkatkan produktivitas kelompok tani kopi. Dapat disimpulkan bahwa pengontrol suhu pengeringan pada mesin pengering biji kopi menggunakan bahan bakar gas dengan kapasitas biji kopi 5 kg – 10 kg.

Pengeringan maksimal yang diperoleh adalah 250°C dalam waktu pengeringan 40 menit sampai 45 menit setara dengan pengeringan dengan menjemur dibawah sinar matahari selama 10 hari (Mahmudati dan Indrawati 2019).

Pada penelitian tentang mesin pengering yang lain selain berbahan bakar gas terdapat juga yang memanfaatkan sumber energi listrik sebagai pemanas pada mesin pengering seperti pada penelitian peningkatan waktu pengeringan dan laju pengeringan pada mesin pengering pakaian energi listrik. Dapat disimpulkan bahwa udara hasil pengolahan mesin kompresi uap dialirkan kedalam ruang mesin pengering menggunakan bantuan kipas (Purwadi dan Kusbandono 2016).

Selanjutnya pada penelitian desain dan pembuatan alat pengering bibit kacang panjang tipe *tray dryer* yang ergonomis dengan mobilitas tinggi. Disimpulkan bahwa pemodelan mesin pengering menggunakan *software* CAD dan panas yang diperlukan untuk proses pengeringan bibit kacang panjang yaitu pada suhu 40°C-50°C serta aliran udara dengan kecepatan 2m/s. Mesin pengering ini tipe *tray* dengan kapasitas 20kg dengan waktu pengeringan bibit kacang panjang selama 13 jam (Imami, 2018).

Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan mesin pengering tipe *tray dryer* 2 pintu yang sebelumnya di gunakan untuk pengeringan bibit kacang panjang selama 13 jam. Dalam mengeringkan bibit kacang panjang, mesin pengering dapat menurunkan kadar air pada kacang panjang sebanyak 88% selama 13 jam pengeringan. Selain itu dapat menurunkan berat bibit kacang panjang yang awalnya 2.5 kg setelah 13 jam menjadi 0.300 gr. Gambar prestasi mesin pengering sebelum digunakan sebagai pengering biji cokelat (kakao) dapat dilihat pada gambar 2.1 di bawah ini:

No.	Berat Kacang Panjang (kg)	Penurunan Berat Kacang Panjang Tiap Jam (kg)												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rak 1	2,5	2,170	1,970	1,920	1,650	1,210	1,140	1,020	0,860	0,670	0,610	0,570	0,380	0,330
Rak 2	2,5	2,190	2,100	1,960	1,740	1,390	1,200	1,040	0,940	0,760	0,700	0,520	0,440	0,390
Rak 3	2,5	2,095	1,945	1,745	1,495	1,115	0,925	0,705	0,595	0,415	0,475	0,375	0,325	0,305
Rak 4	2,5	2,130	1,980	1,730	1,580	1,230	0,940	0,890	0,770	0,640	0,560	0,500	0,340	0,310
Rak 5	2,5	2,160	1,920	1,895	1,675	1,240	1,130	1,010	0,900	0,710	0,650	0,590	0,400	0,360
Rak 6	2,5	2,205	1,970	1,865	1,675	1,240	1,150	1,005	0,850	0,730	0,640	0,570	0,410	0,380
Rak 7	2,5	2,165	2,010	1,795	1,595	1,160	0,920	0,755	0,630	0,500	0,485	0,395	0,365	0,300
Rak 8	2,5	2,150	1,960	1,780	1,590	1,235	0,955	0,875	0,770	0,700	0,615	0,585	0,380	0,345
Matahari	2,5	2,291	2,125	1,708	1,625	1,625	1,375	1,291	1,291	1,125	1,041	0,875	0,791	0,708

NO	Persentase Penurunan Kadar Air Tiap Jam (%)													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rak 1	100,00	86,80	78,80	76,80	66,00	48,40	45,60	40,80	34,40	26,80	24,40	22,80	15,20	13,20
Rak 2	100,00	87,60	84,00	78,40	69,60	55,60	48,00	41,60	37,60	30,40	28,00	20,80	17,60	15,60
Rak 3	100,00	83,80	77,80	69,80	59,80	44,60	37,00	28,20	23,80	16,60	19,00	15,00	13,00	12,20
Rak 4	100,00	85,20	79,20	69,20	63,20	49,20	37,60	35,60	30,80	25,60	22,40	20,00	13,60	12,40
Rak 5	100,00	86,40	76,80	75,80	67,00	49,60	45,20	40,40	36,00	28,40	26,00	23,60	16,00	14,40
Rak 6	100,00	88,20	78,80	74,60	67,00	49,60	46,00	40,20	34,00	29,20	25,60	22,80	16,40	15,20
Rak 7	100,00	86,60	80,40	71,80	63,80	46,40	36,80	30,20	25,20	20,00	19,40	15,80	14,60	12,00
Rak 8	100,00	86,00	78,40	71,20	63,60	49,40	38,20	35,00	30,80	28,00	24,60	23,40	15,20	13,80
Matahari	100,00	91,64	85,00	68,32	65,00	65,00	55,00	51,64	51,64	45,00	41,64	35,00	31,64	28,32

Gambar 2. 1 Prestasi Mesin Pengering Untuk Pengeringan Bibit Kacang Panjang

Sumber: (Imami, 2018)

Perbedaan pada penelitian ini yaitu memfokuskan untuk mencari tahu karakteristik pengeringan seperti apa yang cocok diterapkan pada biji cokelat (kakao) dengan melakukan beberapa variasi pengaturan pada *exhaust*, dan Blower. Mesin pengering tipe *tray dryer* dapat dilihat pada gambar 2.2 di bawah ini:



Gambar 2. 2 Mesin Pengering (*Tray Dryer* 2 pintu)

## 2.2 Dasar Teori

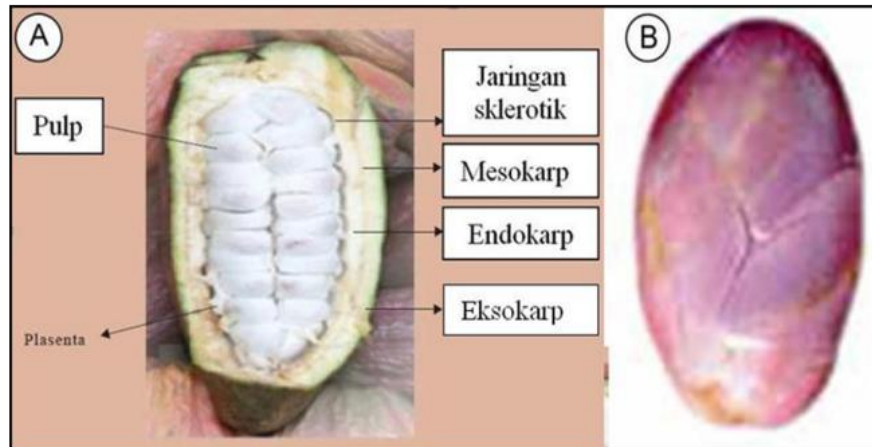
### 2.2.1 Cokelat (Kakao)

Tanaman Cokelat (Kakao) atau nama latinnya *Theobroma cacao L* adalah tanaman yang dapat tumbuh hingga 10 meter dan merupakan tanaman yang berasal dari amerika latin (Argout, et all., 2011). Tanaman cokelat (kakao) termasuk kedalam famili *Sterculiaceae* yang merupakan tanaman berbunga dan berbuah sepanjang tahun. Hasil dari tanaman cokelat (kakao) adalah bijinya yang dapat diolah menjadi cokelat. Tanaman cokelat (kakao) di Indonesia menjadi penyumbang devisa negara terbesar nomor 3 di sektor pertanian setelah sawit dan karet. Hal ini karena tanaman cokelat (kakao) yang tumbuh di Indonesia mempunyai keunggulan yaitu memiliki titik leleh tinggi, mengandung lemak cokelat dan dapat menghasilkan bubuk cokelat yang baik (Lutfiah, 2018).

Biji cokelat (kakao) terdiri atas kulit buah (*pod*) dan lender putih (*pulp*). Kulit biji cokelat (kakao) terdiri dari tiga lapisan, yaitu eksokarp, mesokarp, dan endokarp. Mesokarp memiliki tekstur yang tidak keras dan lebih tebal dibandingkan dengan eksokarp dan endokarp. Lapisan endokarp merupakan



lapisan yang lebih keras dibandingkan dengan eksokarp dan mesokarp. Lapisan endokarp terdiri dari dua lapisan, yaitu lapisan berwarna putih dan lapisan yang berwarna coklat (jaringan sklerotik). Endokarp yang keras dan adanya jaringan sklerotik berperan dalam ketahanan biji cokelat (kakao) (Limbongan, 2011). Gambar struktur biji cokelat (kakao) dapat dilihat pada gambar 2.3 di bawah ini:



Gambar 2. 3 Struktur Biji Cokelat (Kakao)

Sumber: (Limbongan, 2011)

Biji cokelat (kakao) yang terdapat pada omah kakao merupakan biji cokelat (kakao) dengan jenis lokal yaitu jenis MCC 2 dan jenis Sulawesi 2. Terdapat dua macam proses pada pengeringan biji cokelat (kakao), yaitu biji cokelat (kakao) yang melalui tahap fermentasi kemudian dikeringkan dan tidak melalui tahap fermentasi.

Biji cokelat (kakao) diselimuti lender putih atau pulp. Pulp pada dasarnya steril, tetapi dengan adanya kandungan gula dan keasaman yang tinggi yang mengandung asam sitrat membuat kondisi ini cukup ideal untuk mikroorganisme sehingga biji cokelat (kakao) dapat terkontaminasi akibat adanya aktivitas lalat, dan kontaminasi langsung dari kontak fermentasi. Dengan adanya pulp ini juga membuat pengusaha cokelat (kakao) kesulitan membolak-balik biji cokelat (kakao) agar tidak menempel saat proses pengeringan yang dilakukan secara manual menggunakan sinar matahari (Inddrianingsih, 2019).

## 2.2.2 Pengerinan

Pengerinan adalah proses terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Dalam hal ini kandungan uap air udara lebih sedikit atau udara mempunyai kelembaban nisbi yang rendah sehingga terjadi penguapan (Adawyah, 2014).

Untuk mendapatkan hasil pengerinan bahan dengan mutu yang lebih baik dan waktu yang efisien maka dibutuhkan alat pengerin dengan kinerja yang baik serta pengendalian kondisi proses pengerinan bahan seperti suhu yang digunakan, kelembaban udara, dan waktu pengerinan (Mujumdar, 2001).

Terdapat 2 faktor utama yang mempengaruhi pengerinan, yaitu:

1. Faktor yang berhubungan dengan udara pengerin, di antaranya:
  - a. Suhu. Semakin tinggi suhu udara maka akan semakin cepat proses pengerinan.
  - b. Kecepatan aliran udara. Semakin cepat kecepatan aliran udara maka akan semakin cepat proses pengerinan.
  - c. Kelembaban udara. Semakin lembab udara maka proses pengerinan akan semakin lambat.
  - d. Arah aliran udara. Semakin kecil sudut arah udara terhadap posisi bahan yang dikeringkan maka bahan akan semakin cepat mengering.
2. Faktor yang berhubungan dengan sifat bahan, diantaranya:
  - a. Ukuran bahan. Semakin kecil ukuran bahan yang akan dikeringkan maka akan semakin cepat proses pengerinan.
  - b. Kadar air. Semakin sedikit kadar air yang terdapat pada bahan yang dikeringkan maka akan semakin cepat proses pengerinan (Momo, 2008).

Fungsi lain dari udara yaitu untuk mengangkut uap air yang di keluarkan oleh bahan yang dikeringkan. Kecepatan pengerinan berbanding lurus dengan kecepatan aliran udara, semakin cepat suatu pengerinan maka semakin cepat aliran udaranya (Desrosier, 1988).

Terdapat dua cara dalam proses mengeringkan biji cokelat (kakao) yaitu cara yang pertama dengan mengeluarkan biji dari buah cokelat (kakao), kemudian dikeringkan menggunakan sinar matahari lalu dilanjutkan dengan menggunakan

oven atau alat pengering agar biji kakao benar-benar kering. Cara yang kedua yaitu biji kakao langsung dimasukkan kedalam oven atau alat pengering (Risano, et. al., 2017).

Untuk mendapatkan kualitas biji cokelat (kakao) yang terbaik maka faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam proses pengeringan biji cokelat (kakao) yaitu waktu dan suhu. Kedua faktor tersebut harus dikondisi yang sesuai, karena jika biji cokelat (kakao) yang dikeringkan terlalu cepat dan suhu pengering yang terlalu tinggi maka akan mengakibatkan biji cokelat (kakao) mengandung kadar asam yang tinggi (Baihaqi, et. al., 2016). Dan jika suhu udara terlalu tinggi pada saat proses pengeringan akan mengakibatkan perpindahan energi panas melalui udara akan semakin besar sehingga proses perpindahan panas dan massa juga semakin cepat. Akibatnya hal itu akan membuat uap air yang keluar dari biji cokelat (kakao) memenuhi atmosfer yang mengakibatkan proses pengeringan menjadi lambat. Maka dari itu pengeringan biji cokelat (kakao) tidak boleh dilakukan sembarangan (Sidabariba, et. al., 2017).

### **2.2.3 Kelembaban**

Kelembaban relatif udara membantu perpindahan air dari bahan yang dikeringkan. Semakin tinggi suhu maka akan semakin rendah kadar air dan begitu juga sebaliknya. Pengeringan dengan oven lebih disarankan dibandingkan dengan pengeringan menggunakan sinar matahari, karena hasil tampilan fisik dengan menggunakan oven lebih cerah (Amanto, et. al., 2015).

Pengeringan dengan oven adalah proses berpindahnya kandungan air pada suatu bahan yang dikeringkan dengan kalor sebagai sumber energi pengeringan. Udara panas pada mesin pengering memiliki kelembaban relatif yang rendah sehingga proses pengeringan dapat lebih mudah terjadi (Minea, 2013).

Hubungan kelembaban udara dengan pengeringan yaitu pada suhu, suhu yang rendah terdapat kelembaban udara yang tinggi dan sebaliknya suhu yang tinggi maka terdapat kelembaban udara yang rendah. Proses pengeringan dapat terjadi dengan cepat jika terdapat perbedaan tekanan parsial air pada bahan yang dikeringkan dengan lingkungan dari mesin pengering. Hal ini bisa disebut juga sebagai kelembaban relatif udara di dalam mesin pengering. Selain suhu dan

kelembaban, kecepatan aliran juga dapat mempengaruhi kecepatan pengeringan (Syahrul, et. al., 2016).

#### **2.2.4 Perpindahan Panas (Kalor)**

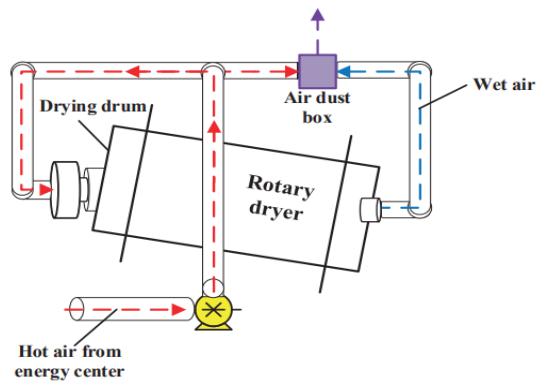
Panas (kalor) adalah energi yang berpindah karena terdapat perbedaan suhu. Satuan SI panas adalah juole. Panas (kalor) berpindah dari tempat yang bersuhu tinggi ke tempat yang bersuhu rendah. Setiap benda mempunyai energi yang berhubungan dengan gerak acak dari atom penyusunnya. Energi yang ada berbanding lurus dengan suhu. Ketika dua benda dengan suhu berbeda berdampingan, maka akan terjadinya pertukaran energi internal sampai suhu kedua benda tersebut seimbang. Jumlah energi yang tersalurkan merupakan jumlah energi yang tertukar (Purwadi, 2001).

Perpindahan panas (kalor) adalah proses berpindahnya energi dari satu daerah ke daerah lainnya karena terdapatnya perbedaan temperatur. Perpindahan panas (kalor) dibedakan menjadi tiga cara yang berbeda yaitu konduksi (hantaran), radiasi (pancaran), dan konveksi (aliran) (Yunus, 2009).

#### **2.2.5 Macam Macam Jenis Pengeringan**

##### **1. Rotary Dryer**

*Rotary dryer* secara umum adalah alat pengering yang berbentuk silinder atau seperti sebuah drum dan berputar secara kontinyu yang dipanaskan dengan tungku atau gasifier. Pengeringan pada *rotary dryer* dilakukan pemutaran berkali-kali sehingga bahan yang dikeringkan tidak hanya permukaan atasnya saja mengalami proses pengeringan, namun juga pada seluruh bagian yaitu bagian atas dan bagian bawah (Jumari, A dan Purwanto A., 2005). Skema *rotary dryer* dapat dilihat pada gambar 2.4 seperti dibawah ini:



Gambar 2. 4 Skema *Rotary Dryer*

Sumber: (Pang, et. al., 2021)

## 2. *Spray Dryer*

*Spray dryer* merupakan metode pengeringan yang mampu menghasilkan produk dalam bentuk bubuk atau serbuk dari bahan-bahan seperti susu, pasta, buah buahan, dll. Pengeringan semprot atau *spray drying* digunakan untuk mengubah cairan atau pasta dengan viskositas rendah menjadi padatan kering. Pengeringan dengan metode ini mampu meminimalisir interupsi karena selama bahan cair yang akan dikeringkan tersedia, maka proses pengeringan akan tetap berjalan secara kontinyu dan produk berupa padatan kering akan terus terbentuk (Sari, et. al., 2012). Contoh skema spray dryer dapat dilihat pada gambar 2.5 seperti dibawah ini:



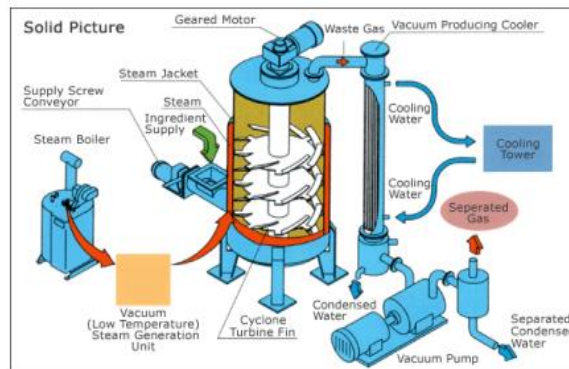
Gambar 2. 5 *Spray Dryer*

Sumber: (Sari, et. al., 2012)

## 3. *Vacum Dryer*

*Vacum dryer* merupakan proses menghilangkan air dari suatu bahan, bersama dengan penggunaan panas maka vakum dapat menjadi suatu metode pengeringan yang efektif. Pengeringan dengan metode ini dapat dicapai dalam suhu yang lebih

rendah sehingga lebih hemat energi (Sari, et. al., 2012). Contoh skema *vacum dryer* dapat dilihat pada gambar 2.6 seperti dibawah ini:



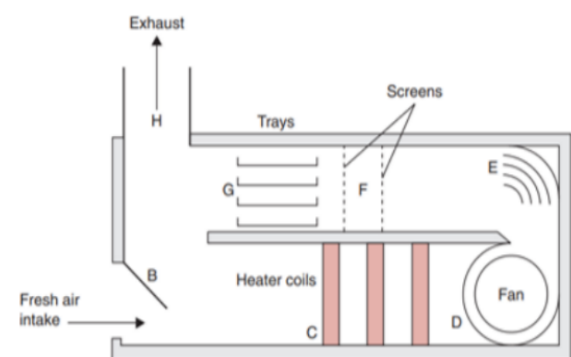
Gambar 2. 6 Skema *Vacum Dryer*

Sumber: (Sari, et. al., 2012)

#### 4. *Tray Dryer*

*Tray dryer* atau pengering tipe rak mempunyai bentuk persegi dan didalamnya berisi rak-rak yang berfungsi sebagai tempat bahan yang akan dikeringkan. Pengeringan dengan metode ini mempunyai kelebihan yaitu bentuknya yang sederhana, tidak terlalu mahal, dan mempunyai kapasitas pengeringan yang cukup besar serta biasanya digunakan untuk bahan pangan berbentuk potongan (irisian buah dan umbi), utuh (daun dan bunga), dll (Asiah dan Djaeni 2021).

Contoh skema tray dryer dapat dilihat pada gambar 2.7 seperti dibawah ini:



Gambar 2. 7 Ilustrasi *Tray Dryer*

Sumber: (Asiah dan Djaeni dalam singh, et. al., 2021)

Pada penelitian ini menggunakan tipe *tray* karena tipe ini digunakan untuk bahan pangan seperti biji coklat (kakao). Selain itu penelitian ini merupakan

penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya yang berjudul pembuatan alat pengering bibit kacang panjang tipe *tray dryer* yang ergonomis dengan mobilitas tinggi yang dilakukan oleh Yusup Nur Akbar Imami.

### 2.2.6 Pemanas (*Heater*)

Pemanas (*heater*) merupakan teknologi yang banyak dikembangkan karena pemanas (*heater*) tidak menggunakan api untuk memanaskan benda. Melainkan dengan cara menginduksi yang didapat dari arus listrik bolak-balik mengalir melalui koil yang terbuat dari tembaga (Mukhlis, et. al., 2010). Arus listrik bolak-balik yang di dapat akan menimbulkan medan elektromagnetik yang besarnya berubah-ubah. Salah satu bentuk kompor pemanas air yang kita temukan dalam kehidupan sehari-hari adalah heater induksi (Hakiki, et. al., 2018).

Pada penelitian ini terdapat perbedaan pada pemanas (*heater*) yang digunakan pada mesin pengering, pemanas (*heater*) yang ada tidak menggunakan listrik melainkan memanfaatkan gas lpg sebagai bahan bakar. Pemanas (*heater*) mempunyai fungsi yaitu untuk mengontrol suhu yang ada di dalam mesin pengering dan merupakan pemanas (*heater*) konveksi sederhana. Gambar pemanas (*heater*) dapat dilihat pada gambar 2.8 seperti dibawah ini:



Gambar 2. 8 Pemanas (*Heater*)

### 2.2.7 Cerobong (*Exhaust*)

Cerobong berfungsi menyalurkan gas ke udara bebas. Pembuangan yang dilakukan terutama untuk membuang kelebihan karbon dioksida dalam gas, karena kelebihan karbon dioksida dalam gas akan mengakibatkan api pembakaran mati. (Damayanti, et. al., 2019).

Pada penelitian ini cerobong (*exhaust*) berfungsi sebagai tempat keluarnya udara panas yang ada di dalam mesin pengering menuju ke udara lingkungan. Dan pada penelitian ini terdapat dua pengaturan cerobong (*exhaust*) yang diterapkan yaitu cerobong (*exhaust*) terbuka penuh dan cerobong (*exhaust*) tertutup. Gambar cerobong (*exhaust*) dapat dilihat pada gambar 2.9 seperti di bawah ini:



Gambar 2. 9 Cerobong (*exhaust*) mesin pengering

### 2.2.8 Blower

Blower berfungsi sebagai sirkulator udara dan sebagai pembuang gas-gas beracun yang ada di dalam ruangan, baik itu gas beracun yang keluar akibat dari aktivitas kerja di dalam ruangan tersebut maupun gas-gas beracun yang secara alamiah keluar dari permukaan bumi. Di sinilah letak pentingnya blower sebagai sarana penunjang aktifitas kerja sebenarnya (Yadi, et. al., 2011). Blower sentrifugal sangat berguna di banyak industri dan operasi mesin pertanian karena ini merupakan cara sederhana dan termudah untuk mendukung pasokan udara untuk aplikasi ini (Myaing & Win, 2014).



Pada penelitian ini menggunakan blower sumura 2 ½ in dengan kecepatan maksimum blower 3600 RPM yang berfungsi sebagai penyalur aliran udara panas yang terdapat di dalam pemanas (*heater*) menuju ke dalam ruangan mesin pengering. Gambar blower dapat dilihat pada gambar 2.10 seperti di bawah ini:



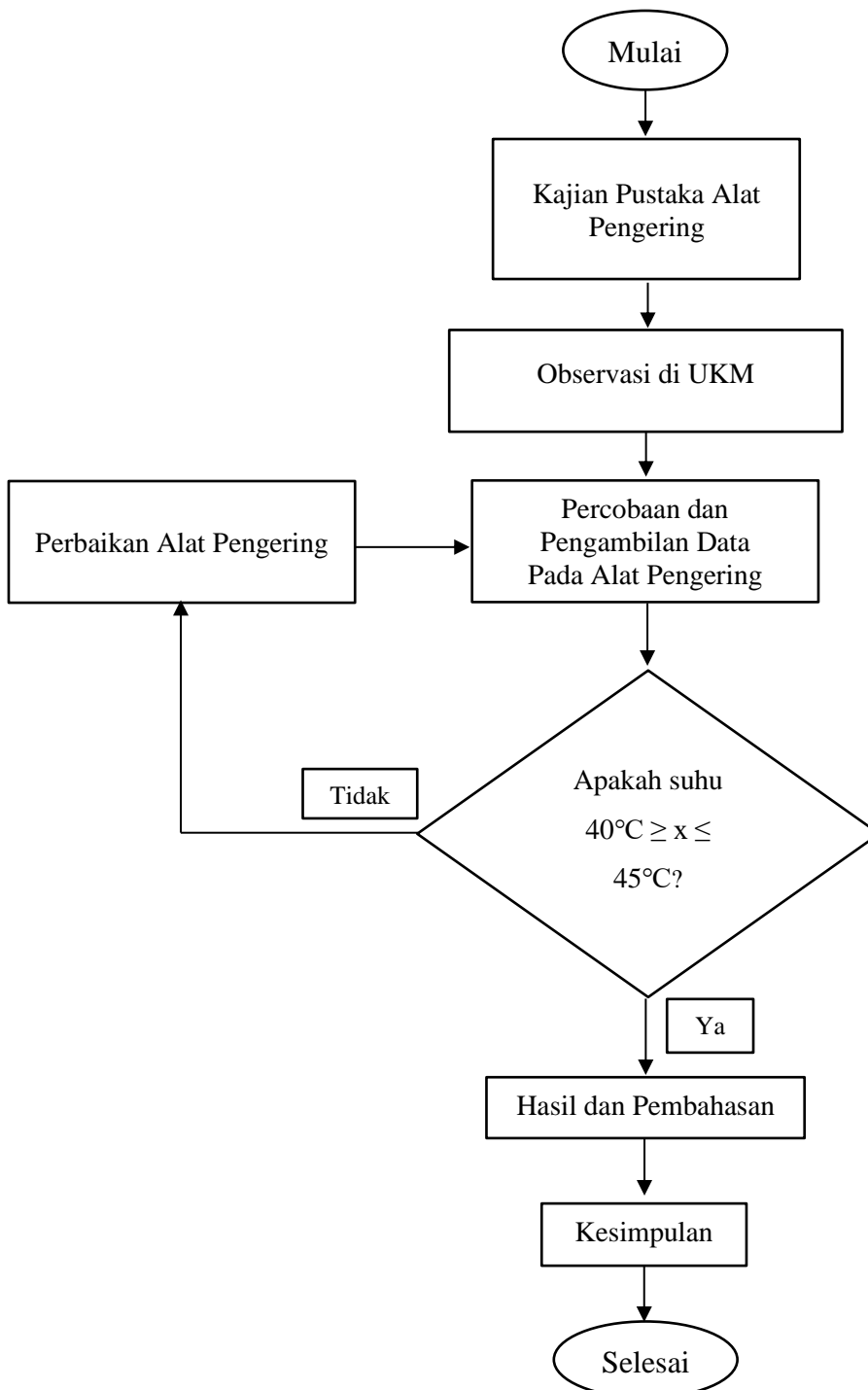
Gambar 2. 10 Blower Sumura 2 ½ in

# BAB 3

## METODE PENELITIAN

### 3.1 Alur Penelitian

Alur penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada *flowchart* dibawah ini:



### 3.2 Kajian Pustaka dan Observasi Di UKM

Sebelum melakukan penelitian telah dilakukan kajian pustaka dari alat pengering baik secara literatur atau mencoba alat pengering. Dari studi literatur yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa alat pengering yang sebelumnya sudah dibuat dan dimanfaatkan untuk pengering benih kacang panjang dapat juga digunakan sebagai pengering biji cokelat (kakao).





Dari Observasi yang telah dilakukan di UKM Omah Kakao yang bertempat di Nglanggeran, Pathuk, Gunungkidul. Didapatkan pengetahuan tentang proses pengeringan biji cokelat (kakao) yang masih dijemur dibawah sinar matahari sampai pada proses pengolahan biji cokelat.

### 3.3 Peralatan dan Bahan

Berikut adalah peralatan dan bahan yang digunakan dalam proses pengujian pengeringan biji cokelat (kakao) menggunakan alat pengering seperti pada tabel 3-1 :

Tabel 3 - 1 Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Foto Alat dan Bahan	Keterangan
1.	Mesin Pengering		Sebagai tempat untuk mengeringkan biji cokelat (kakao)
2.	Blower Sumura 2.5 Inch		Sebagai penyalur udara panas

3.	Kompor Semawar		Sebagai sumber pembakaran
4.	Pemanas (Heater)		Sebagai tempat penampungan kalor sebelum di alirkan ke dalam mesin pengering
5.	Termometer		Sebagai alat bantu untuk mengukur suhu yang ada di dalam mesin pengering
6.	Gas LPG		Sebagai bahan bakar untuk pemanas

7.	Anemometer Extech (AN100)		Sebagai alat bantu untuk mengukur kecepatan angin pada exhaust di mesin pengering
8.	Kawat Strimin		Sebagai wadah dari biji cokelat (kakao)
9.	Timbangan Berat Badan Digital		Sebagai alat bantu untuk mengukur konsumsi bahan bakar gas

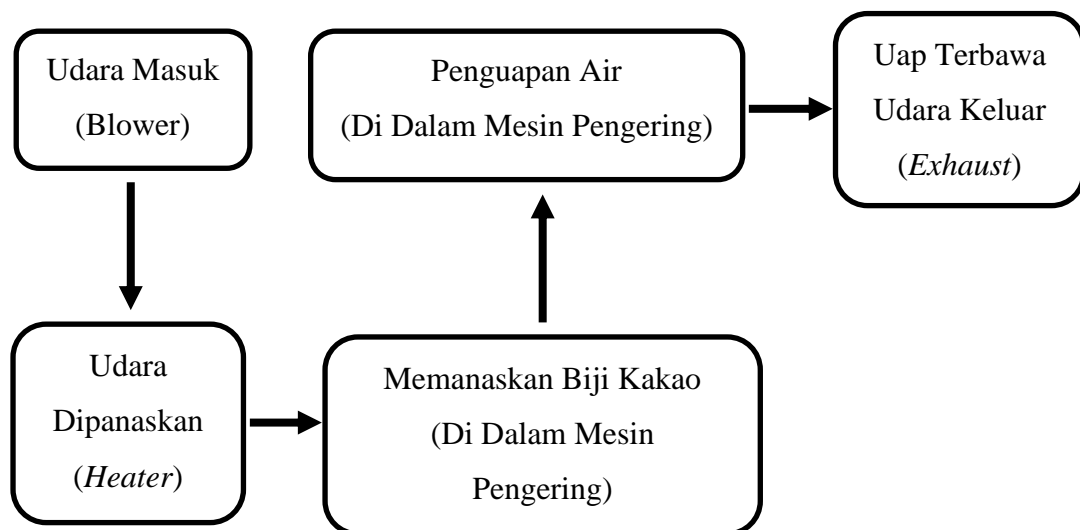
### 3.3.1 Pelaksanaan Pengujian dan Perbaikan Mesin Pengering

Pengujian dan perbaikan mesin pengering pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Proses Produksi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia (UII).

### 3.3.2 Proses Persiapan Percobaan

Pada proses ini hal-hal yang perlu dipersiapkan diantaranya: alat dan bahan yang akan digunakan dan lokasi untuk melakukan pengujian. Persiapan lain yang harus dilakukan yaitu mengukur berat gas yang akan digunakan sebelum menghidupkan mesin pengering dan memanaskan terlebih dahulu mesin pengering dalam waktu tertentu. Pengukuran gas dilakukan untuk mengetahui konsumsi gas pada saat mesin pengering dihidupkan.

### 3.3.3 Cara Kerja Mesin Pengering



Cara kerja mesin pengering seperti pada diagram diatas. Udara yang masuk merupakan udara yang dihembuskan dari blower yang akan menuju ke dalam pemanas (*heater*). Terdapat dua lubang silinder dengan ukuran 2½ in pada dinding pemanas (*heater*) yang berfungsi sebagai jalur *input* (udara dingin) dan jalur *output* (udara panas).

Gambar lubang silinder yang terdapat pada dinding pemanas (*heater*) dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini:



Gambar 3. 1 Lubang Silinder Pada Dinding Pemanas (*Heater*)

Sumber: (Imami, 2018)

Pada bagian dalam pemanas (*heater*) terdapat potongan besi siku-siku yang berfungsi sebagai permukaan yang dipanasi. Fenomena yang terjadi pada potongan besi siku siku merupakan fenomena perpindahan panas (kalor) secara konveksi. Perpindahan panas (kalor) secara konveksi adalah perpindahan panas (kalor) yang terjadi pada suatu zat dengan disertai perpindahan partikel-partikel dari zat tersebut. Gambar potongan besi siku siku dapat dilihat pada gambar 3.2 di bawah ini:



Gambar 3. 2 Potongan Besi Siku-Siku

Sumber: (Imami, 2018)

Perubahan udara panas terjadi karena udara dingin yang dihembuskan oleh blower bertemu dengan potongan besi siku-siku yang telah mengalami perpindahan panas (kalor) secara konveksi seperti pada gambar 3.2 di atas. Udara panas yang telah berubah akan keluar melalui lubang silinder *output* dan masuk kedalam ruangan mesin pengering melalui lubang-lubang kecil pada dinding mesin pengering. Gambar lubang-lubang kecil pada dinding mesin pengering dapat dilihat pada gambar 3.3 di bawah ini:



Gambar 3. 3 Lubang-Lubang Kecil Pada Dinding Mesin Pengering

Sumber: (Imami, 2018)

Udara panas yang ada di dalam mesin pengering akan memanaskan biji cokelat (kakao), dan setelah itu udara panas akan keluar melalui *exhaust* pada mesin pengering.

### **3.3.4 Proses Pengujian Mesin Pengering**

Proses pengujian mesin pengering dilakukan tanpa biji cokelat (kakao) dengan tujuan mengetahui waktu yang dicapai untuk mendapatkan suhu tertentu yang ada didalam mesin pengering. Pengujian ini juga dilakukan untuk mencari kekurangan yang ada pada mesin pengering. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terdapat beberapa kekurangan pada mesin pengering antara lain :

1. Kebocoran angin pada pintu mesin pengering
2. Pemanas (*heater*) berkontak langsung dengan udara dilingkungan.



### 3.3.5 Proses Pengambilan Data Mesin Pengering

Data hasil pengujian diperoleh dengan cara membaca dan mencatat suhu yang ditunjukkan oleh termometer setiap 30 menit. Letak termometer berada di dalam mesin pengering, gambar letak termometer dapat dilihat pada gambar 3.4 di bawah ini:



Gambar 3. 4 Letak Sensor Termometer

Pengukuran kecepatan angin dari variasi bukaan blower terhadap *exhaust* menggunakan alat anemometer extech yang di ukur setiap 30 menit dengan kondisi exhaust terbuka dan tertutup. Gambar cara pengukuran kecepatan angin dari variasi bukaan blower terhadap *exhaust* menggunakan anemometer extech dapat dilihat pada gambar 3.5 di bawah ini :



Gambar 3. 5 Cara Pengukuran Kecepatan Angin Pada Exhaust

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

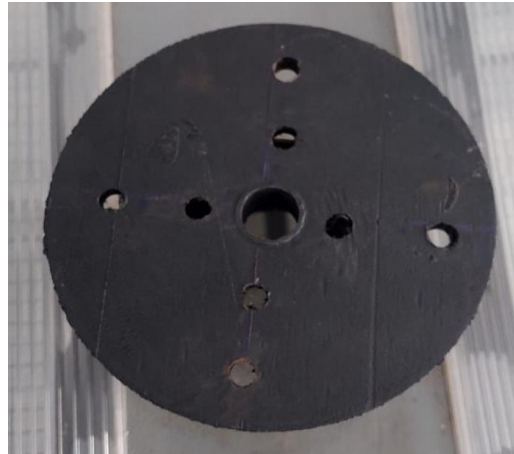
##### 4.1.1 Pengaruh Kecepatan Angin Dan Bukaannya Exhaust Terhadap Suhu

Pengujian variasi bukaan blower dengan exhaust terbuka penuh dilakukan dengan cara mengoperasikan mesin pengering dan pengambilan data dilakukan dengan menggunakan alat anemometer extech untuk mengukur kecepatan angin pada *exhaust*, dan termometer untuk mengukur suhu yang ada didalam mesin pengering sehingga diperoleh hasil seperti pada tabel 4-1 sebagai berikut:

Tabel 4 - 1 Variasi Bukaannya Blower Dengan Exhaust Terbuka Penuh

Variasi Bukaannya Blower Dengan Exhaust Terbuka Penuh					
	Terbuka Penuh	3/4	2/4	1/4	Tertutup Penuh
Waktu (Menit)	30	60	90	120	150
Suhu (°C)	42	43	43	43	42
Kecepatan Angin (m/s)	7.2	6.95	6.72	6.14	5.2

Pengujian variasi bukaan blower dengan *exhaust* tertutup dilakukan dengan cara menutup *exhaust* dengan piringan yang terbuat dari *3D print*, Gambar penutup *exhaust* dapat dilihat pada gambar 4.1 di bawah ini:



Gambar 4. 1 Penutup *Exhaust*

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan alat anemometer extech untuk mengukur kecepatan angin pada *exhaust*, dan termometer untuk mengukur suhu yang ada didalam mesin pengering sehingga diperoleh hasil seperti pada tabel 4-2 sebagai berikut:

Tabel 4 - 2 Variasi Bukaan Blower Dengan Exhaust Tertutup

Variasi Bukaan Blower Dengan Exhaust Tertutup					
	Terbuka Penuh	3/4	2/4	1/4	Tertutup Penuh
Waktu (Menit)	30	60	90	120	150
Suhu (°C)	43	43	45	43	44
Kecepatan Angin (m/s)	2.25	1.9	1.8	1.8	1.76

#### 4.1.2 Cara Mencegah Penurunan Suhu dan Menjaga Suhu Tetap Stabil

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul pembuatan alat pengering bibit kacang panjang tipe *tray dryer* yang ergonomis dengan mobilitas tinggi, mesin pengering ini menggunakan *double tape* sebagai *seal* pada pintu mesin pengering. Hal tersebut menyebabkan terjadinya kebocoran angin sehingga menjadikan

terbuangnya kalor yang ada di dalam mesin pengering cukup banyak. Selain itu, pemanas berkontak langsung dengan udara di lingkungan sehingga suhu yang ada didalam mesin tidak maksimal dan tidak stabil. Oleh karena itu dibutuhkannya pergantian *seal* pada pintu mesin pengering.

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Pembahasan Variasi Bukaannya Blower *Exhaust* Terbuka Penuh

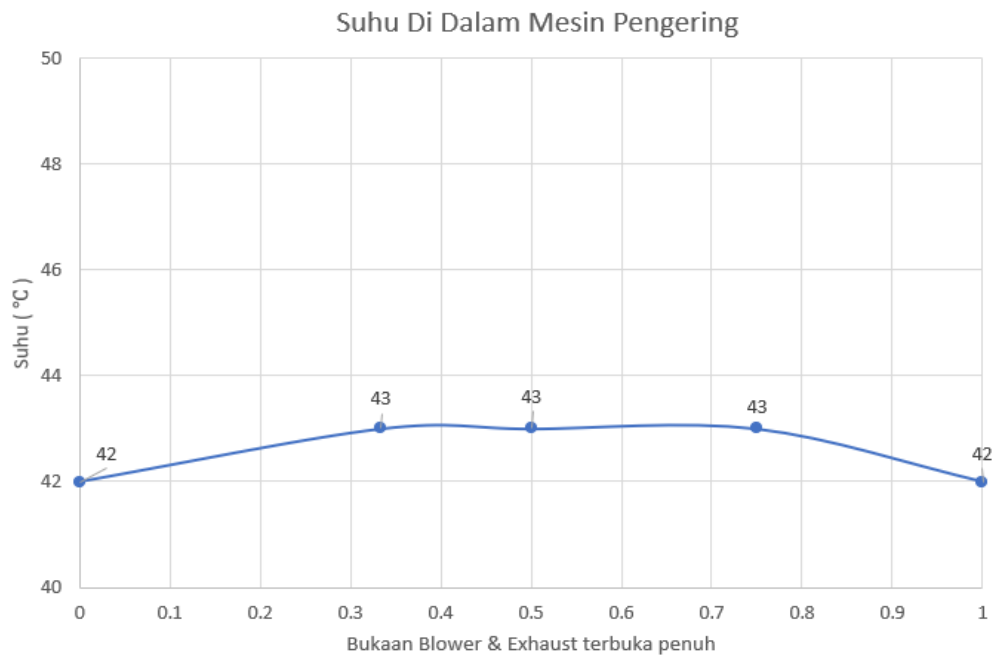
Pengujian yang telah dilakukan seperti pada tabel 4-1 variasi bukaan blower dengan *exhaust* terbuka penuh didapatkan suhu tertinggi yaitu 43°C dan suhu terendah 42 °C. Pada pengujian ini bukaan regulator pada gas dibuka dengan putaran maksimal, maksimal putaran yang dapat dilakukan pada regulator yaitu 4x putaran (4x 360°) hal ini menyebabkan konsumsi bahan bakar gas cepat habis. Gambar regulator dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut:



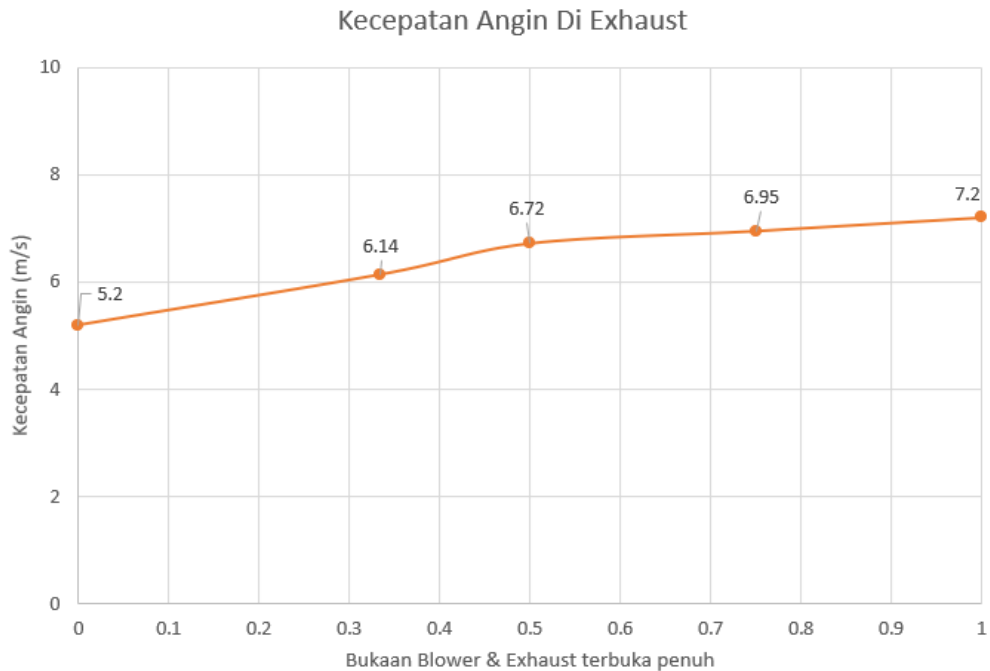
Gambar 4. 2 Regulator Gas

Dengan pengaturan variasi bukaan blower maka kecepatan aliran udara yang ada pada *exhaust* mesin pengering akan menghasilkan nilai yang bervariasi. *Exhaust* yang terbuka penuh akan mengakibatkan sirkulasi aliran udara panas yang ada di dalam mesin pengering akan lebih cepat, sehingga kandungan air didalam biji cokelat (kakao) akan berkurang lebih cepat dan menyebabkan waktu kecepatan pengeringan lebih cepat.

Hasil pengujian yang didapatkan pada tabel tabel 4-1 maka dibuatlah grafik suhu dan grafik kecepatan angin dari variasi bukaan blower dengan *exhaust* terbuka penuh. Grafik suhu dari variasi bukaan blower dengan *exhaust* terbuka penuh dapat dilihat pada gambar 4.3 dan grafik kecepatan angin dari variasi bukaan blower dengan *exhaust* terbuka penuh dapat dilihat pada gambar 4.4 sebagai berikut:



**Gambar 4. 3 Grafik Suhu Dari Pengujian Variasi Bukaan Blower Dengan Exhaust Terbuka Penuh**



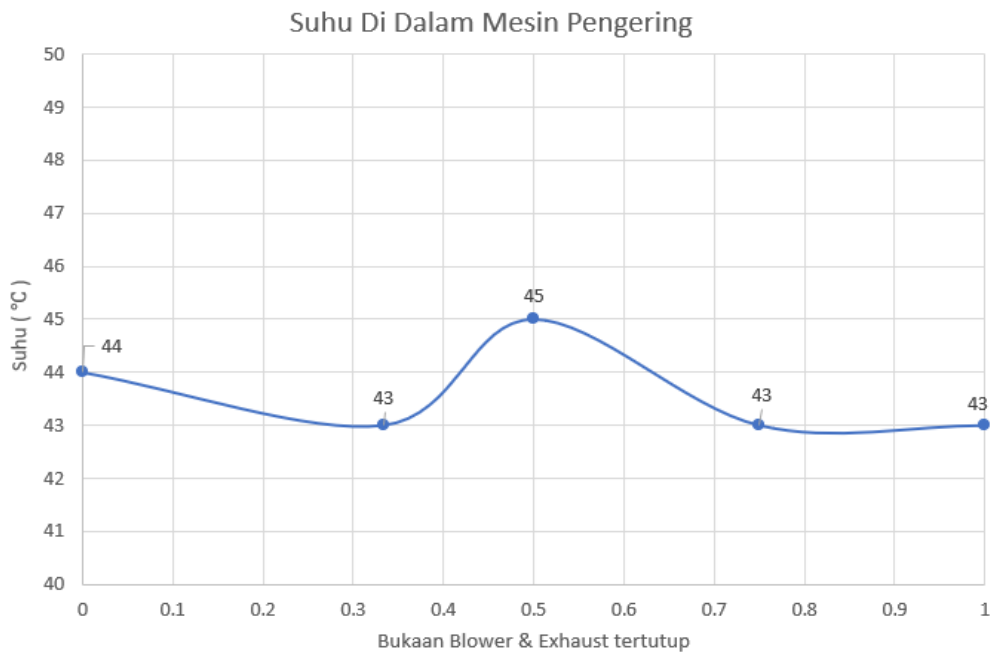
Gambar 4. 4 Grafik Kecepatan Angin Dari Pengujian Variasi Bukaan Blower Dengan Exhaust Terbuka Penuh

#### 4.2.2 Pembahasan Variasi Bukaan Blower Exhaust Tertutup

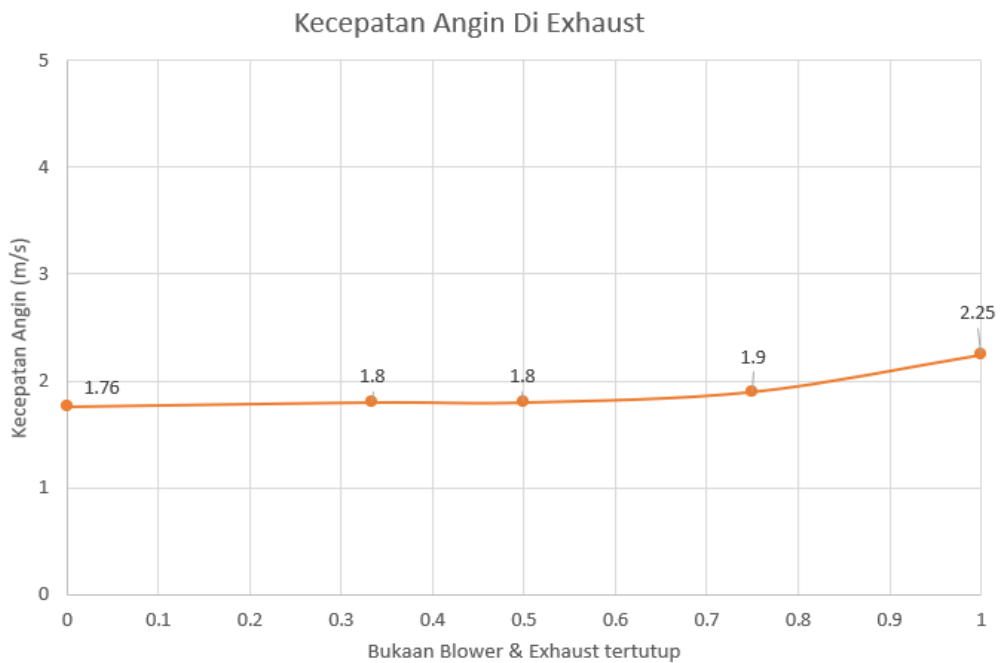
Pengujian yang telah dilakukan seperti pada tabel 4-2 variasi bukaan blower dengan exhaust tertutup. didapatkan suhu tertinggi yaitu 45°C dan suhu terendah 43°C. Dengan pengaturan *exhaust* tertutup akan mengakibatkan nilai kecepatan aliran udara yang ada pada *exhaust* lebih kecil.

Aliran udara panas akan terisolasi didalam mesin pengering dan menyebabkan suhu yang ada cenderung lebih besar tetapi akan mengurangi kecepatan waktu pengeringan, karena sirkulasi aliran udara panas yang ada didalam mesin pengering lebih lambat.

Hasil pengujian yang didapatkan pada tabel tabel 4-2 maka dibuatlah grafik suhu dan grafik kecepatan angin dari variasi bukaan blower dengan *exhaust* tertutup. Grafik suhu dari variasi bukaan blower dengan *exhaust* terbuka penuh dapat dilihat pada gambar 4.5 dan grafik kecepatan angin dari variasi bukaan blower dengan *exhaust* terbuka penuh dapat dilihat pada gambar 4.6 sebagai berikut:



**Gambar 4. 5 Grafik Suhu Dari Pengujian Variasi Bukaan Blower Dengan Exhaust Tertutup**



**Gambar 4. 6 Grafik Kecepatan Angin Dari Pengujian Variasi Bukaan Blower Dengan Exhaust Tertutup**



Berdasarkan variasi bukaan blower dan variasi bukaan pada exhaust yang telah dijelaskan diatas. Pada penelitian ini menerapkan bukaan blower secara penuh dan bukaan *exhaust* secara penuh agar waktu pengeringan lebih cepat.

### 4.2.3 Pembahasan Cara Mencegah Penurunan Suhu dan Menjaga Suhu Tetap Stabil Pada Mesin Pengering

Pencegahan penurunan suhu pada mesin pengering dan menjaga suhu yang ada didalam mesin pengering agar tetap stabil dilakukan dengan beberapa cara, yaitu sebagai berikut:

1. Modifikasi pemanas (*heater*)
2. Modifikasi *seal* pada pintu mesin pengering
3. Modifikasi engsel pada pintu mesin pengering

Pembahasan lebih lanjut tentang poin-poin di atas dijelaskan dibawah ini:

#### 1. Modifikasi Pemanas (*heater*)

Pemanas (*heater*) yang terdapat pada penelitian sebelumnya seperti pada gambar 4.7 dibawah ini masih memiliki kekurangan yaitu pembakaran berkontak langsung dengan udara yang ada di lingkungan. Sehingga menyebabkan suhu yang ada didalam mesin pengering tidak maksimal dan tidak stabil. Oleh karena itu pemanas (*heater*) harus dimodifikasi agar suhu yang ada didalam mesin pengering maksimal dan stabil.



Gambar 4. 7 Pemanas (*Heater*) Sebelum Modifikasi

Pada gambar 4.8 dibawah ini pemanas (*heater*) telah dilakukan modifikasi dengan menambahkan plat galvalum. Plat galvalum yang ditambahkan berfungsi

untuk mencegah kontak langsung antara pembakaran dengan udara yang ada dilingkungan. Sehingga pembakaran akan lebih terfokus dan suhu yang terdapat di dalam mesin pengering akan maksimal dan lebih stabil.



Gambar 4. 8 Pemanas (*Heater*) Setelah Modifikasi

Dapat dilihat pada tabel 4-3 merupakan data suhu hasil pengujian yang dilakukan setelah modifikasi pemanas (*heater*). Hasil pengujian tersebut mendapatkan suhu rata-rata sebesar 43.92°C. Suhu ini didapatkan dengan melakukan bukaan 2/4 putaran (2x 360°) pada regulator gas sehingga konsumsi bahan bakar gas cenderung lebih hemat.

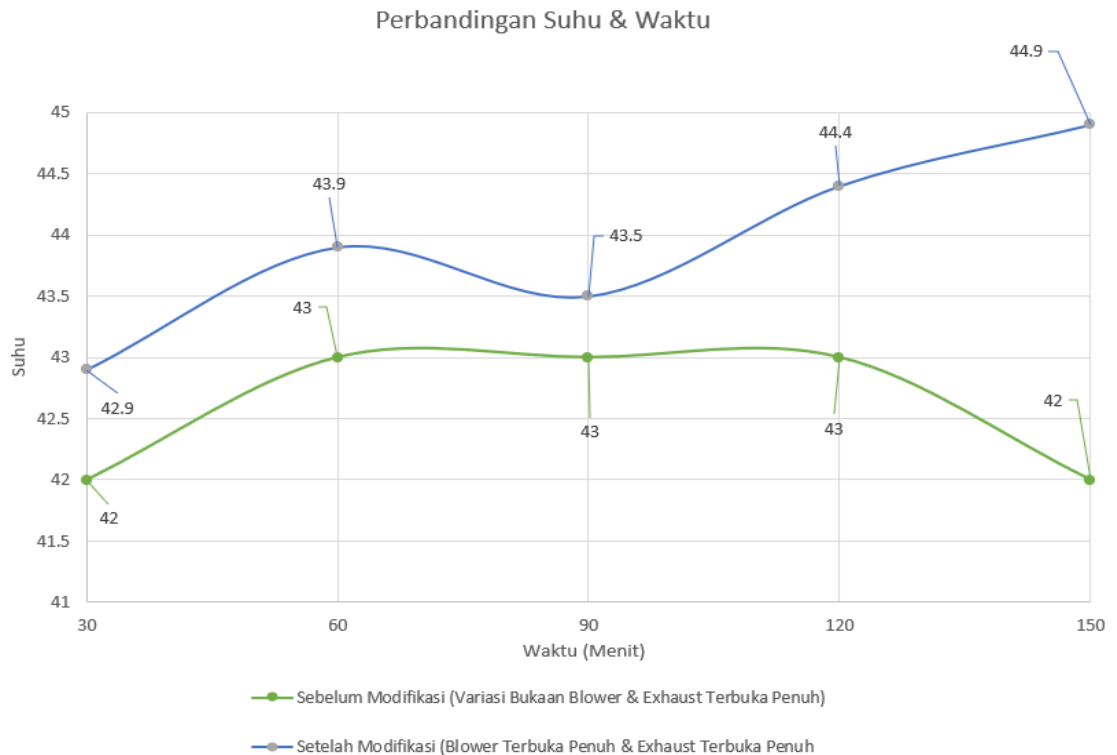
Modifikasi yang dilakukan pada pemanas (*heater*) terbukti dapat meningkatkan suhu yang ada di dalam mesin pengering dan membuat suhu lebih stabil serta dapat menghemat konsumsi bahan bakar gas. Data hasil pengujian setelah modifikasi pemanas (*heater*) dapat dilihat pada tabel 4-3 berikut:

Tabel 4 - 3 Data Hasil Pengujian Setelah Modifikasi Pemanas (*Heater*)

Waktu (Menit)	Suhu (°C)
30	42.9
60	43.9
90	43.5
120	44.4
150	44.9

Setelah pemanas (*heater*) dilakukan modifikasi, pengujian dan pengambilan data suhu pada mesin pengering dilakukan dengan pengaturan bukaan blower penuh dan bukaan *exhaust* penuh. Pengaturan tersebut dapat mempercepat waktu pengeringan. Dari dua pengujian yang telah dilakukan dan mendapatkan hasil

seperti pada tabel 4-1 sebelum modifikasi pemanas (*heater*), dan tabel 4-3 setelah modifikasi pemanas (*heater*) maka dibuatlah grafik perbandingan dari kedua hasil pengujian tersebut. Grafik perbandingan sebelum dan sesudah modifikasi pemanas (*heater*) dapat dilihat pada gambar 4.9 berikut:



Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan Suhu Sebelum dan Setelah Modifikasi Pemanas (*Heater*)

## 2. Modifikasi Seal Pada Pintu Mesin Pengering

Dari penelitian sebelumnya, *seal* yang digunakan pada pintu mesin pengering menggunakan *double tape* dengan ketebalan 3mm sebanyak tiga lapis. Pemanfaatan *double tape* sebagai seal pada pintu mesin pengering tidak dapat mencegah terbuangnya kalor yang ada di dalam mesin pengering sehingga suhu yang ada di dalam mesin pengering tidak maksimal dan tidak stabil. Selain itu kekurangan dari *double tape* sebagai *seal* adalah sebagai berikut:

- a. Apabila pintu mesin pengering dalam keadaan tertutup *double tape* tidak merekat sempurna pada *frame* pintu mesin pengering.
- b. *Double tape* lebih mudah terlepas karena adanya udara panas yang terdapat di dalam mesin pengering.

Gambar *double tape* sebagai *seal* pada pintu mesin pengering dapat dilihat pada gambar 4.10 berikut:



Gambar 4. 10 Double Tape Sebagai Seal

Eva (*Ethylene Vinyl Acetate*) spon banyak digunakan sebagai bahan untuk alas lantai, komponen olahraga, dan sol untuk sepatu. Pembuatan eva spon dilakukan dalam dua tahapan kompresi. Tahapan kompresi yang pertama dilakukan pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$  dengan tekanan 10 MPa selama 8 menit untuk mendapatkan bentuk spon yang padat. Tahapan kompresi kedua dilakukan pada suhu  $175^{\circ}\text{C}$  dengan tekanan yang sama selama 35 menit untuk menjadi eva spon yang sempurna. Kedua tahapan kompresi dilakukan pada mesin kompresi model XH-406B-30-300.

Eva (*Ethylene Vinyl Acetate*) spon dengan ketebalan 10 mm sebagai pengganti *double tape* dipilih karena spon jenis ini mempunyai permukaan yang padat dan mampu menahan suhu panas sampai  $175^{\circ}\text{C}$ . Eva spon dapat menahan udara panas yang terdapat di dalam mesin pengering dengan cukup baik. Selain itu juga eva spon dapat merekat dengan sempurna pada pintu mesin pengering.

Pergantian seal pada pintu dapat dilihat pada gambar 4.11 berikut:



Gambar 4. 11 Pergantian Seal Pada Pintu Mesin Pengering

### 3. Modifikasi Engsel Pada Pintu Mesin Pengering

Pergantian *seal* yang sebelumnya menggunakan *double tape* yang kemudian digantikan dengan *eva spon* menyebabkan terjadinya ketidaksesuaian engsel yang ada pada pintu mesin pengering. Engsel yang sebelumnya terdapat pada mesin pengering dipasang dengan cara di las pada *frame* mesin pengering. Gambar engsel sebelum pergantian pada mesin pengering dapat dilihat pada gambar 4.12 berikut:



Gambar 4. 12 Engsel Pintu Mesin Pengering Sebelum Diganti

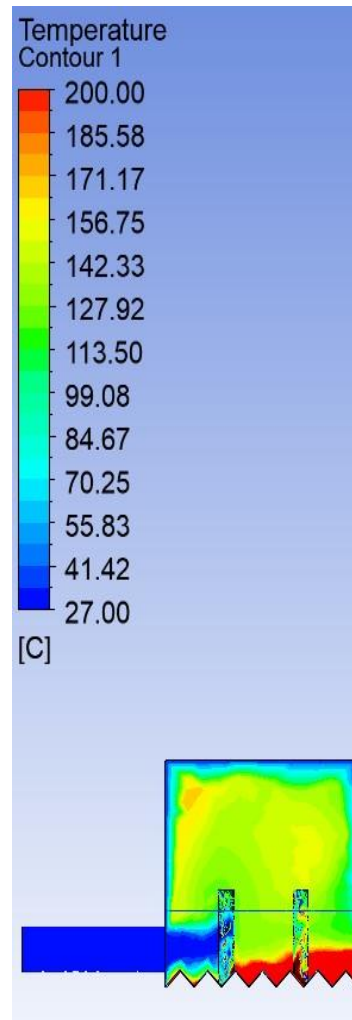
Oleh karena itu dibutuhkan pergantian engsel yang ada di pintu mesin pengering, engsel yang digunakan berukuran 3 in dan berbahan *stainless steel* dipasang dengan menggunakan paku keling (rivet). Gambar engsel pintu mesin pengering setelah pergantian pada mesin pengering dapat dilihat pada gambar 4.13 berikut:



Gambar 4. 13 Engsel Pintu Mesin Pengering Setelah Diganti

#### 4.2.4 Pembahasan Simulasi Kondisi Pemanas (*Heater*)

Simulasi kondisi pemanas (*heater*) menggunakan *software* ansys, untuk mengetahui temperatur yang terdapat di dalam pemanas (*heater*). Gambar hasil simulasi kondisi pemanas (*heater*) dapat dilihat pada gambar 4.14 berikut:



Gambar 4. 14 Simulasi Pemanas (*Heater*)

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan didapatkan hasil yaitu temperatur yang terdapat di dalam pemanas (*heater*) berkisar antara 127°C sampai dengan 160°C. Temperatur tertinggi berada di bagian bawah pemanas (*heater*) karena letaknya yang berdekatan dengan sumber pembakaran. Temperatur terendah terdapat pada bagian input berwarna biru yang merupakan hembusan angin dari blower.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Kecepatan angin pada blower dan bukaan *exhaust* pada mesin pengering berpengaruh terhadap suhu yang ada di dalam mesin pengering. Semakin cepat kecepatan angin dan *exhaust* pada mesin pengering dalam keadaan terbuka penuh maka suhu akan cenderung lebih rendah tetapi sirkulasi udara panas akan lebih cepat sehingga kecepatan pengeringan akan lebih cepat juga. Dan apabila kecepatan angin lambat dan *exhaust* pada mesin pengering dalam keadaan tertutup penuh maka suhu akan cenderung lebih tinggi dan sirkulasi udara panas lebih lambat sehingga kecepatan pengering akan lebih lambat juga.

Pencegahan terjadinya penurunan suhu dan cara menjaga suhu yang ada di dalam mesin pengering dapat dicegah dengan melakukan modifikasi pada beberapa bagian mesin pengering antara lain:

Pemanas (*heater*). Dengan melakukan penambahan galvalume pada pemanas (*heater*) terbukti dapat menaikkan suhu yang ada di dalam mesin pengering dan membuat pembakaran lebih terfokus serta mengurangi pengaruh udara lingkungan dengan proses pembakaran.

Pergantian *seal* pada pintu mesin pengering. Pergantian *seal* yang sebelumnya menggunakan *double tape* dan digantikan dengan eva spon terbukti mampu mencegah dan menjaga agar udara panas yang ada di dalam mesin pengering dapat terisolasi, sehingga suhu yang ada di dalam mesin pengering lebih stabil.

Pergantian engsel pada pintu mesin pengering. Pergantian engsel yang dilakukan agar eva spon sebagai *seal* yang baru dapat bekerja dengan maksimal terbukti dapat menjaga kestabilan suhu yang ada di dalam mesin pengering.



## **5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya**

Adapun beberapa hal yang disarankan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukannya penelitian dengan mengeringkan biji cokelat (kakao).
2. Perlu dilakukannya penelitian tentang analisis kekeringan dari biji cokelat (kakao) yang dikeringkan menggunakan mesin pengering biji cokelat (kakao).
3. Perlu dilakukannya penelitian tentang kemampuan maksimal pengeringan dari mesin pengering biji cokelat (kakao) ini.
4. Perlu dilakukan penambahan isolasi pada proses pembakaran.
5. Perlu dilakukan analisis aliran udara panas di dalam mesin pengering.
6. Perlu dilakukan analisis kembali tentang kalor yang terdapat di dalam pemanas (*heater*).

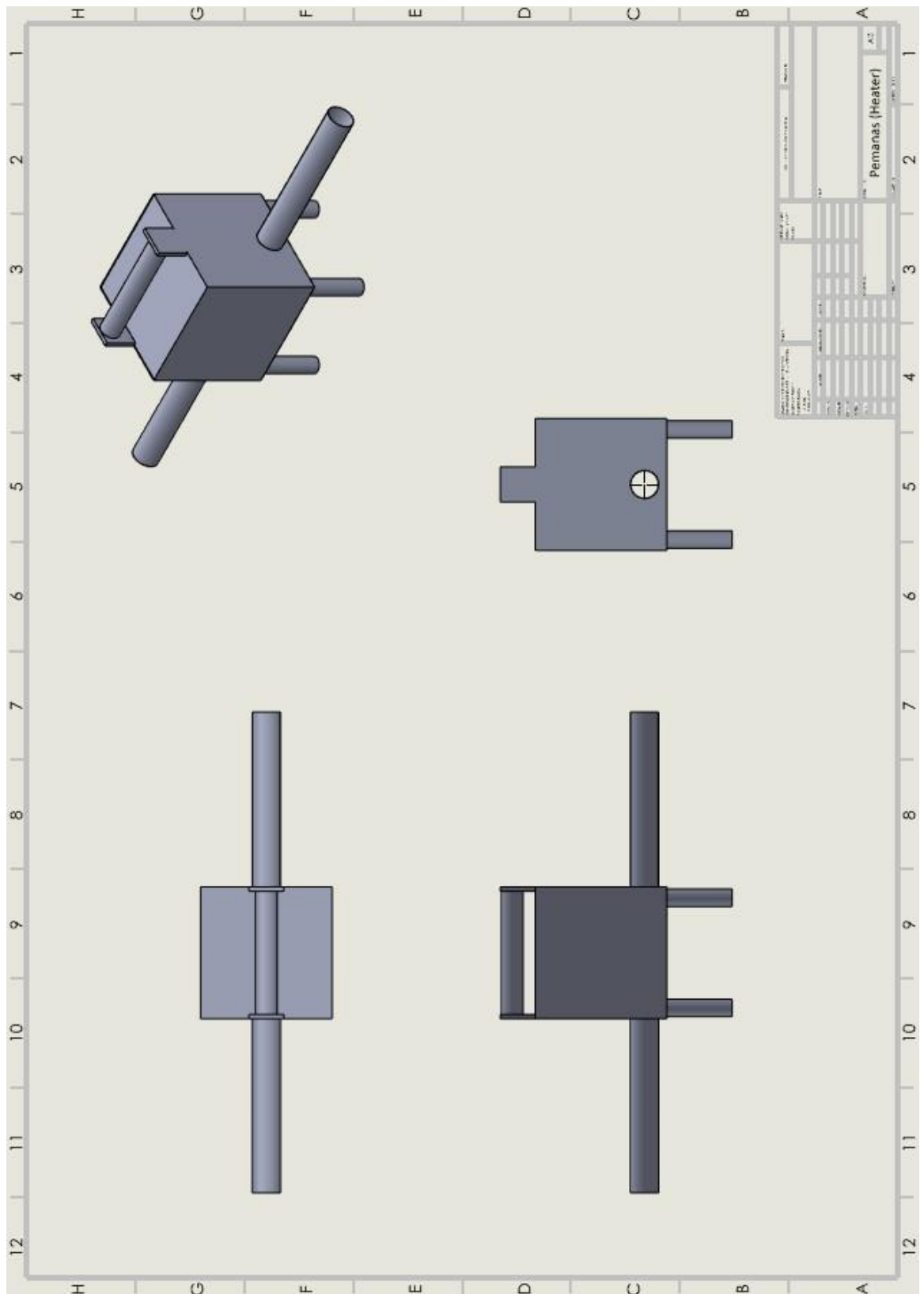
## DAFTAR PUSTAKA

- Adawyah, Robiyatul. 2014. *Pengolahan dan Pengawetan Ikan*. Jakarta: Sinar Grafika Offset.
- Amanto, B. S., Siswanti, & Atmaja, A. 2015. Kinetika Pengeringan Temu Giring (Curcuma Heyneana Valetton & Van Zijp) Menggunakan Cabinet Dryer dengan Perlakuan Pendahuluan Blanching. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 8(2).
- Argout, X., Jerome, S., Jean, M, A et al., 2011. The genome of Theobroma cacao. *Articles*, Volume 43, Number 2, February 2011, *Nature Genetics*
- Asiah, Nurul, dan Mohamad Djaeni. 2021. *Konsep Dasar Proses Pengeringan Pangan*. Malang: AE Publishing. <http://aepublishing.id>.
- Baihaqi, et al., 2016. Pengaruh Fasilitator Fermentasi Dan Suhu Pengeringan Terhadap Kualitas Biji Kakao. *Jurnal Floratek* 11 (2): pp 134-142
- Damayanti, R., Santoso, P., & Subhiyah, H., 2019, Analisis Perhitungan Cerobong Asap pada AEET 10 MEV dengan Kondisi tanpa Sistem Ventilasi, *PRIMA*, Vol. 16, No. 1., hal 11-16.
- Desrosier, N.W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. III. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Hakiki, M.F., Riandadari, D. “Rancang Bangun Sistem Induction Heater berbasis Mikrokontroler ATMEGA 328,” *JRM*, vol. 4 no. 3, pp. 83-89, 2018
- Inddrianingsih, Siti. (2019). *Rancang Bangun Alat Pengering Biji Kakao Berbasis Mikrokontroller Atmega328 Dengan Sumber Daya Panel Surya*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara, Medan
- Imami, Yusup Nur Akbar. 2018. “DESAIN DAN PEMBUATAN ALAT PENGERING BIBIT KACANG PANJANG TIPE TRAY DRYER YANG ERGONOMIS DENGAN MOBILITAS TINGGI.”
- Jumari, A dan Purwanto A. 2005. *Design Of Rotary Dryer For Improving The Quality Of Product Of Semi Organic Phosphate Fertilizer*, Jurusan Teknik Kimia F.T.UNS : Solo
- Kay Thi Myaing, Htay Htay Win , Design and analysis of impeller for centrifugal blower using solid works, *International Journal of Scitific Engineering and*

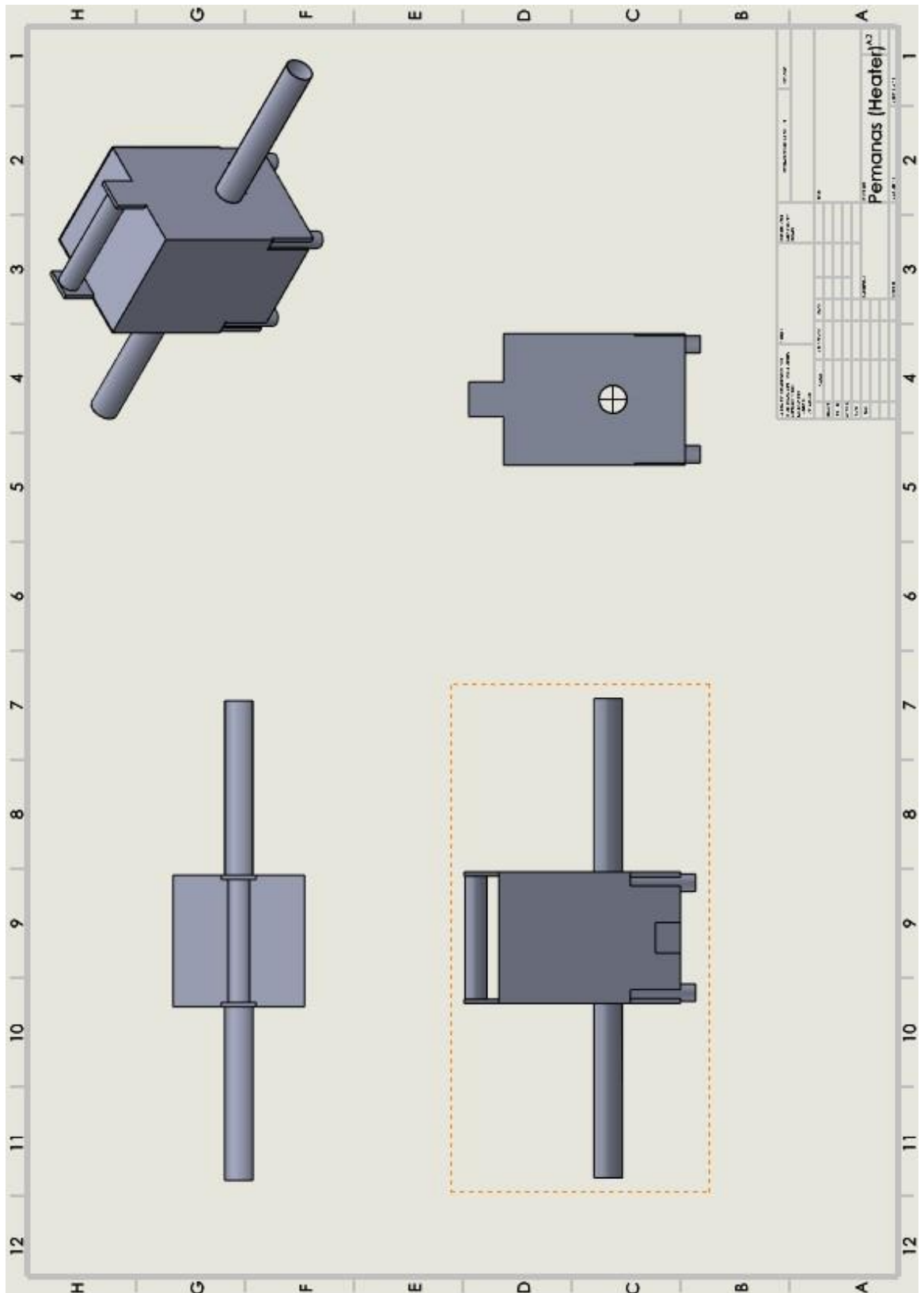
- Technology Research, 2014, ISSN 2319-8885 Vol.03,Issue.10,Pages:2138-2142
- Limbongan, J. 2012. Karakteristik Morfologis dan Anatomis Klon Harapan Tahan Penggerek Buah Kakao Sebagai Sumber Bahan Tanam. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 31(1): 14-20
- Lutfiah, Azizatul. (2018). PENGARUH LAMA PENGERINGAN BIJI KAKAO (*Theobroma cacao* L.) DENGAN ALAT PENGERING CABINET DRIYER TERHADAP MUTU BIJI KAKAO. Artikel Ilmiah. Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram.
- Mahmudati, Rina, dan Ragil Tri Indrawati. 2019. “Mesin Pengering Kopi sebagai Teknologi Tepat Guna untuk Meningkatkan Produktivitas Kelompok Tani Kopi.” *Prosiding Seminar Nasional Seri 9 : mewujudkan masyarakat madani dan lestari - diseminasi pengabdian* 3: 113–17. [https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/17330%0Ahttps://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/17330/MESIN\\_PENGERING\\_KOPI\\_SEBAGAI\\_TEKNOLOGI\\_TEPAT\\_GUNA.pdf?sequence=3](https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/17330%0Ahttps://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/17330/MESIN_PENGERING_KOPI_SEBAGAI_TEKNOLOGI_TEPAT_GUNA.pdf?sequence=3).
- Minea, V. 2013. Drying heat pumps-Part I: System integration. *International Journal of Refrigeration*, 36(3), 643–658. doi:10.1016/j.ijrefrig.2012.11.025
- Momo. 2008. Proses Pengeringan. <http://jut3x.multiply.com/jou>
- Mujumdar , AS, Devastin, S. 2001. Prinsip dasar Pengeringan. Penerjemah : Armasyah et. al., editor. Bogor : IPB Press. Terjemahan dari : Mujumdar’s practical guide to industrial drying.
- Mukhlis, Y., Yapie, A. K. “Pemanas dengan Sistem Pendeteksi Suhu Otomatis dan Pengaman Kebocoran Panas,” *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, vol. 13 no. 3, pp.186-192, 2010.
- Pang, Shunpeng, Junhua Jia, Xiangqian Ding, Shusong Yu, dan Yang Liu. 2021. “Intelligent control in the application of a rotary dryer for reduction in the over-drying of cut tobacco.” *Applied Sciences (Switzerland)* 11 (17). <https://doi.org/10.3390/app11178205>.
- Purwadi, P K, dan Wibowo Kusbandono. 2016. “Peningkatan Waktu Pengeringan dan Laju Pengeringan Pada Mesin Pengering Pakaian Energi Listrik.” *Jurnal Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi*, 1–8.

- Purwadi, P K. 2001. Metode ADI dalam Penyelesaian Persoalan Perpindahan Panas Konduksi Benda Padat Tiga Dimensi Keadaan Tunak. Yogyakarta: Universitas Sananta Dharma.
- Qurotu Ayun, Shidiq Kurniawan, Wahyu Adhi Saputro. 2020. “Perkembangan Konversi Lahan Pertanian Di Bagian Negara Agraris.” *Vigor: Jurnal Ilmu Pertanian Tropika Dan Subtropika* 5 (2): 38–44. <https://doi.org/10.31002/vigor.v5i2.3040>.
- Risano A, et al., 2017. Perancangan Ulang Alat Pengering Biji Kakao Tipe Rotari Sederhana Pada Usaha Mandiri Di Desa Wiyono Kabupaten Pesawaran. *Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro* (6): pp 150-158
- Sari, Sagita Savita, dkk. (2012). Mengenal Metode Pengeringan dalam Bidang Farmasi. Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Jenderal Soedirman.
- Sidabariba, N. et al., 2017. Uji Variasi Suhu Pengeringan Biji Kakao Dengan Alat Pengering Tipe Kabinet Terhadap Mutu Bubuk Kakao. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian* (5) pp 192-195.
- S. Sukmawaty, A. Priyati, G. M. D. Putra, D. A. Setiawati, and S. H. Abdullah, “Introduksi Alat Pengering Tipe Rak Berputar Sebagai Upaya Mempercepat Proses Pengeringan Hasil Petanian,” *JMM (Jurnal Masy. Mandiri)*, vol. 3, no. 1, p. 41, 2019, doi: 10.31764/jmm.v3i1.921.
- S, Syahrul., R, Romdhani., & M, Mirmanto. 2016. Pengaruh Variasi Kecepatan Udara dan Massa Bahan terhadap Waktu Pengeringan Jagung pada Alat Fluidized bed. *Dinamika Teknik Mesin*, 6(2), 119–126.
- Yadi Y, Zainal. A, Sigit.S, Rancang bangun blower sentrifugal untuk pensirkulasi udara , Seminar Nasional Teknologi Sdm Nuklir VII Yogyakarta, 2011
- Y. Chan, D. Sugiyanto, and A. S. Uyun, “Pembuatan Mesin Oven Pengering Hybrid Untuk Gunungghalu,” vol. 2, pp. 203–206, 2019.
- Yunus, Asyuri Darami. 2009. Perpindahan Panas dan Massa. Jakarta: Universitas Darma Persada.

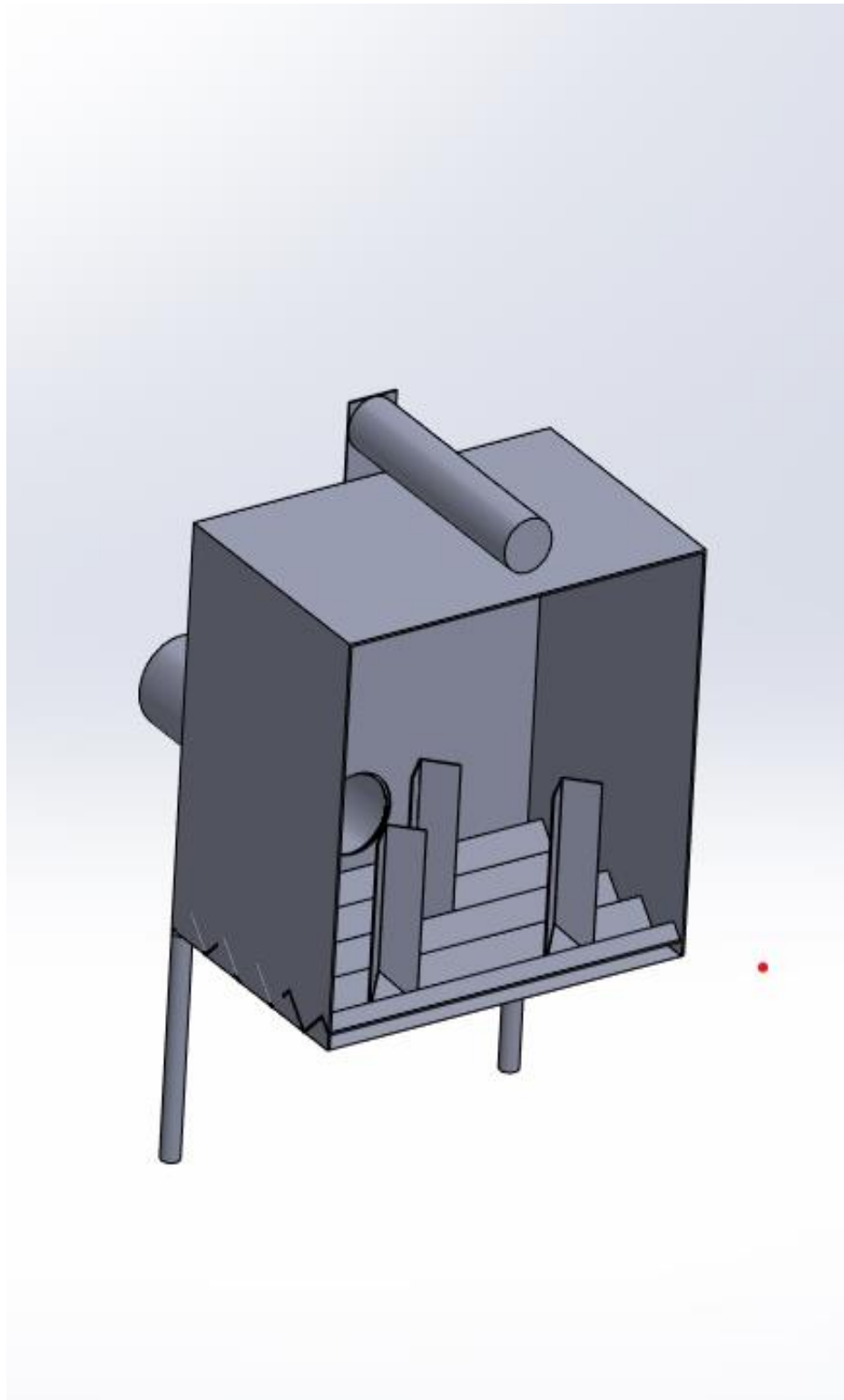
# LAMPIRAN 1 DESAIN PEMANAS (HEATER) SEBELUM MODIFIKASI



## LAMPIRAN 2 DESAIN PEMANAS (HEATER) SETELAH MODIFIKASI



**LAMPIRAN 3**  
**DESAIN BAGIAN DALAM PEMANAS (*HEATER*)**



## LAMPIRAN 4 LAYOUT MESIN PENGERING





**LAMPIRAN 5**  
**GAMBAR PRODUK ALAT PENGERING BIJI COKELAT**  
**(KAKAO)**

