

**KARAKTERISTIK PENGERINGAN KOPI BERDASARKAN  
KETEBALAN TUMPUKAN DENGAN CARA PENJEMURAN DAN  
MENGUNAKAN *SOLAR DRYER DOME***

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Martha Riganda  
1914071024**



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

## ABSTRAK

### KARAKTERISTIK PENGERINGAN KOPI BERDASARKAN KETEBALAN TUMPUKAN DENGAN CARA PENJEMURAN DAN MENGUNAKAN *SOLAR DRYER DOME*

Oleh

MARTHA RIGANDA

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan yang mempunyai kontribusi yang cukup nyata dalam perekonomian Indonesia. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui dan membandingkan pengaruh ketebalan tumpukan terhadap karakteristik pengeringan biji kopi pada pengeringan dengan cara penjemuran dan menggunakan *solar dryer dome*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai Agustus 2024 di Desa Sidomulyo, Kec. Air naningan, Kab. Tanggamus. Metode yang digunakan adalah metode percobaan atau eksperimental dengan pengamatan langsung. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 perlakuan, yaitu ketebalan tumpukan kopi yang terdiri dari 3 variasi meliputi 1 tumpukan (T1), 2 tumpukan (T2), dan 3 tumpukan (T3) dan jenis pengeringan yang terdiri dari *solar dryer dome* (P1) dan penjemuran (P2). Analisis yang dilakukan berupa suhu, RH, susut bobot, kadar air, dan laju pengeringan. Hasil BNT pada hari ke 10 menunjukkan bahwa Pengaruh perbedaan perlakuan cara pengeringan dan ketebalan tumpukan saling berbeda nyata satu sama lain. Perlakuan menggunakan *solar dryer dome* pada ketebalan 1 tumpukan (P1T1) memiliki kadar air terendah yaitu 10,19 % sedangkan perlakuan dengan cara penjemuran pada ketebalan 3 tumpukan (P2T3) memiliki kadar air tertinggi yaitu 29,28 %.

**Kata kunci:** *pengeringan kopi, kopi, solar dryer dome, kadar air*

## **ABSTRACT**

### **CHARACTERISTICS OF COFFEE DRYING BASED ON THE THICKNESS OF THE PILE BY DRYING AND USING A SOLAR DRYER DOME**

**By**

**Martha Riganda**

*Coffee is one of the plantation commodities that has a fairly real contribution to the Indonesian economy. The purpose of this study is to find out and compare the effect of stack thickness on the drying characteristics of coffee beans in drying by drying and using a solar dryer dome. This research was carried out from April to August 2024 in Sidomulyo Village, Air Naningan District, Tanggamus Regency. The method used is an experimental or experimental method with direct observation. This study used a complete random design (RAL) with 2 treatments, namely the thickness of the coffee pile consisting of 3 variations including 1 stack (T1), 2 stacks (T2), and 3 stacks (T3) and the type of drying consisting of solar dryer dome (P1) and drying (P2). The analysis carried out was in the form of temperature, RH, weight loss, moisture content, and drying rate. The results of BNT on the 10th day showed that the effect of different treatments, drying methods and pile thickness were significantly different from each other. The treatment using a solar dryer dome at the thickness of 1 pile (P1T1) had the lowest moisture content of 10.19% while the treatment by drying at the thickness of 3 stacks (P2T3) had the highest moisture content of 29.28%.*

**Keywords:** *coffee drying, coffee, solar dryer dome, moisture content*

**KARAKTERISTIK PENGERINGAN KOPI BERDASARKAN  
KETEBALAN TUMPUKAN DENGAN CARA PENJEMURAN DAN  
MENGUNAKAN *SOLAR DRYER DOME***

Oleh

**Martha Riganda**

**Skripsi**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
**SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

Judul Skripsi : **Karakteristik Pengeringan Kopi Berdasarkan Ketebalan Tumpukan Dengan Cara Penjemuran dan Menggunakan *Solar Dryer Dome*.**

Nama Mahasiswa : **Martha Riganda**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1914071024

Jurusan : Teknik Pertanian

Fakultas : Pertanian



**MENYETUJUI,**

1. **Komisi Pembimbing**

**Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si.**  
NIP 198209242006042001

**Dr. Ir. Tamrin. M.S.**  
NIP 196212311987031030

2. **Ketua Jurusan Teknik Pertanian**

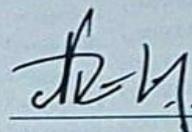
**Dr. Ir. Warji, S.T.P., M.Si., IPM.**  
NIP. 197801022003121001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

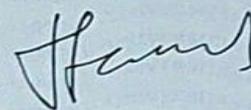
Ketua

: Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si.



Sekretaris

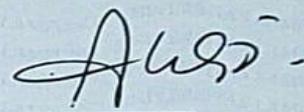
: Dr. Ir. Tamrin, M.S.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Dr. Siti Suharyatun, S.TP, M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP.196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 28 November 2024

## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya **Martha Riganda** dengan NPM **1914071005**.

Dengan ini menyatakan bahwa yang tertulis dalam karya tulis ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1). **Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si.** dan 2). **Dr. Ir. Tamrin, M.S.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll.) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukan dari hasil plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 7 Januari 2025

Yang membuat pernyataan,

A handwritten signature in black ink is written over a 3000 Rupiah postage stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '3000', 'MERAH TERVEL', and 'R 356ALX408208931'.

**Martha Riganda**  
NPM. 1914071024

## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Martha Riganda dilahirkan di Gedung Jambu, Kotaagung Barat pada tanggal 20 September 2000, sebagai anak kedua dari pasangan Bapak Damiri dan Ibu Rohila. Penulis memiliki Kakak perempuan bernama Darmila Franika dan Adik laki-laki bernama Rezika Triandi. Penulis menempuh pendidikan formal pertama di SD Negeri 1 Gedung Jambu, Kotaagung Barat, Tanggamus dan lulus pada tahun 2013. Penulis melanjutkan pendidikan menengah pertama di MTS Negeri 1 Tanggamus dan lulus pada tahun 2016. Penulis menyelesaikan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Kotaagung dan lulus pada tahun 2019.

Pada tahun 2019 penulis diterima sebagai mahasiswa program studi S1 Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif berorganisasi di organisasi kemahasiswaan, tingkat Jurusan Teknik Pertanian sebagai anggota Perhimpunan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP), Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Bulan Januari-Februari tahun 2022 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Karang Rejo, Kecamatan Semaka, Kabupaten Tanggamus. Pada bulan Juni-Agustus tahun 2022 penulis melaksanakan Praktik Umum di PTPN VII Unit Bekri Lampung Tengah, dengan mengambil judul Laporan Praktik Umum “ Mempelajari Proses Pengolahan Kelapa Sawit Menjadi Minyak Sawit (*Crude Palm Oil*) dan Minyak Inti Sawit (*Palm Kernel Oil*) Di PT. Perkebunan Nusantara VII Unit Bekri, Kecamatan Bekri, Kabupaten Lampung Tengah”.

## PERSEMBAHAN

### *Bismillahirrahmanirrahim*

*Alhamdulillah robbil 'alamin atas segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Dengan penuh ketulusan hati, penulis persembahkan skripsi ini sebagai bentuk tanda terimakasih, kasih sayang, cinta, dan bakti kepada:*

### *Kedua Orangtuaku Tercinta,*

*Terima kasih kepada Ayahanda Damiri dan Ibunda Rohila atas segala cinta dan kasih sayangnya dalam bentuk perjuangan dan pengorbanan dalam merawat, membesarkan, mendidik, serta membimbingku selama ini. Terima kasih telah memberikan dukungan serta melangitkan doa-doa baik untuk kemudahan dan kesuksesanku sehingga mengiringku dalam setiap langkah menuju cita-cita yang tak akan pernah sanggup aku untuk membalasnya.*

### *Kakak dan Adikku Tersayang*

*Darmila Franika dan Rezika Triandi yang telah memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta memberikan doa-doa baik yang sangat berharga hingga saat ini.*

## SANWACANA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah memberikan banyak sekali kenikmatan, kesempatan, rahmat, dan hidayah sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Karakteristik Pengerinan Kopi Berdasarkan Ketebalan Tumpukan Dengan Cara Penjemuran dan Menggunakan *Solar Dryer Dome* ”**, yang merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Sholawat serta salam tak lupa penulis sanjung agungkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW, yang selalu kita nantikan syafaatnya di dunia hingga hari kiamat nanti.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat masukan, bantuan, dorongan, bimbingan dan saran dari berbagai pihak. Maka, dengan segala kerendahan penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., IPM., ASEAN Eng., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM, selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung;

4. Ibu Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si., selaku Pembimbing Akademik sekaligus pembimbing kesatu yang telah meluangkan waktu, membimbing, memberi saran, nasihat, motivasi dan ilmu yang bermanfaat sangat bermanfaat bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Bapak Dr. Ir. Tamrin, M.S., selaku pembimbing kedua yang telah banyak memberikan saran, nasihat, motivasi dan juga memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini;
6. Ibu Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si. selaku penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan dalam menyelesaikan skripsi ini;
7. Seluruh Dosen pengampu mata kuliah, terima kasih atas segala ilmu, pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
8. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan lainnya;
9. Bapak Asropi dan Bapak Zunan, terima kasih telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian, membantu dalam proses penelitian, dan pembuatan skripsi;
10. Bapak Damiri dan Ibu Rohila, selaku kedua orangtua ku yang tersayang. yang selalu memberikan motivasi, nasihat, serta doa yang tiada henti untuk keberhasilan penulis;
11. Uwo Darmila Franika, Odo Afrizan Saputra, dan Adek Rezika Triandi serta atas segala do'a, perhatian, dukungan, dan sarannya kepada penulis;
12. Seluruh keluarga besar dari pihak kedua orang tuaku yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas do'a, dukungan, dan sarannya kepada penulis;
13. Sahabat karib seperjuangan, Rizki, Irfan, Sherli, Anton, Asrho, Iman, Hendi, dan masih banyak lagi tentunya yang telah memberikan bantuan, doa, saran, semangat serta motivasi kepada penulis;
14. Keluarga Teknik Pertanian 2019 yang telah kebersamai dari awal hingga akhir perkuliahan, yang selalu memberikan semangat, bantuan, dan motivasi;
15. Keluarga KKN desa Karang Rejo yang telah berbagi pengalaman dan cerita selama KKN yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu;

16. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung;

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari masih belum sempurna. Karena itu, kritik dan masukan dari pembaca yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, dan penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi penulis dan pembacanya.

Bandar Lampung, 7 Januari 2025  
Penulis,

**Martha Riganda**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	i
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iv
<b>DAFTAR PERSAMAAN</b> .....	vi
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan .....	5
1.4. Manfaat penelitian .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1. Buah Kopi .....	6
2.2. Mutu Biji Kopi .....	8
2.3. Proses Pengolahan Kopi .....	9
2.4. Pengeringan.....	13
2.4.1. Teori pengeringan .....	13
2.4.2. Laju Pengeringan .....	16
2.5. Pengeringan Efek Rumah Kaca .....	18
<b>III. METODOLOGI</b> .....	21
3.1. Waktu dan Tempat .....	21
3.2. Alat dan Bahan.....	21
3.3. Metode penelitian.....	22
3.4. Prosedur Penelitian .....	22
3.5. Pengamatan dan Pengukuran .....	25
3.5.1. Suhu Pengeringan .....	25

3.5.2. Kelembaban .....	25
3.5.3. Susut Bobot.....	25
3.5.4. Kadar Air .....	26
3.5.5. Lama Pengeringan .....	27
3.5.6. Laju Pengeringan/Laju Penurunan Kadar Air.....	27
3.6. Analisis Data.....	27
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>28</b>
4.1. Suhu dan Kelembaban Relatif (RH) .....	29
4.2. Susut Bobot.....	34
4.3. Kadar air.....	38
4.4. Laju Pengeringan .....	44
4.5. Analisis Kadar Air .....	49
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>52</b>
5.1. Kesimpulan .....	52
5.2. Saran .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>54</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>59</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pengolahan kopi basah (b) dan pengolahan kopi Kering (b). ....	9
2. Kurva laju pengeringan teoritis biji-bijian. ....	16
3. Kurva hubungan penurunan kadar air terhadap waktu. ....	17
4. Alat pengering tipe <i>solar dryer dome</i> . ....	21
5. Bagan prosedur penelitian. ....	24
6. Grafik sebaran suhu pada penjemuran dan <i>solar dryer dome</i> . ....	29
7. Grafik kelembaban relatif (RH) pada penjemuran dan <i>solar dryer dome</i> . ....	31
8. Grafik susut bobot kumulatif kopi pada <i>solar drayer dome</i> . ....	34
9. Grafik susut bobot kumulatif kopi pada penjemuran. ....	36
10. Grafik Penurunan kadar air kopi pada penjemuran. ....	39
11. Grafik Penurunan kadar air kopi pada <i>solar dryer dome</i> . ....	40
12. Grafik laju pengeringan kopi harian pada <i>solar dryer dome</i> . ....	45
13. Grafik laju pengeringan kopi harian dengan cara penjemuran. ....	46
14. Penimbangan cawan kosong ..... 75	75
15. Penimbangan cawan + sampel biji kopi..... 75	75
16. Pengovenan sampel biji kopi ..... 75	75
17. Penimbangan sampel biji kopi setelah dioven ..... 75	75
18. Penimbangan loyang ..... 75	75
19. Penimbangan loyang + kopi sebelum pengeringan..... 75	75
20. Pengukuran suhu dan kelembaban relatif (RH) ..... 76	76
21. Pengeringan dengan cara penjemuran..... 76	76
22. Pengeringan menggunakan <i>solar dryer dome</i> ..... 76	76
23. penimbangan loyang + kopi setelah pengeringan ..... 76	76

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Syarat Mutu Biji Kopi Umum Menurut SNI: 2907-2008 .....	8
2. Syarat Mutu Khusus Biji Kopi Robusta Pengolahan basah .....	8
3. Syarat Mutu Khusus Biji Kopi Robusta Pengolahan kering .....	8
4. Kombinasi 2 Faktor .....	22
5. Data Suhu <i>Solar dryer dome</i> dan Penjemuran (°C) .....	29
6. Data kelembaban <i>Solar dryer dome</i> dan Penjemuran (%) .....	31
7. Data Penurunan Susut Bobot Biji Kopi .....	35
8. Data Penurunan Kadar Air Biji Kopi .....	42
9. Data Laju Pengeringan Biji Kopi (%bb/hari) .....	45
10. Uji Anova Terhadap Kadar Air .....	49
11. BNT Pengujian Kadar Air Biji Kopi .....	50
12. Data Penurunan Massa Biji Kopi Pada <i>Solar Dryer Dome</i> Perlakuan Ketebalan Satu Tumpukan .....	60
13. Data Penurunan Massa Biji Kopi Pada <i>Solar Dryer Dome</i> Perlakuan Ketebalan Dua Tumpukan .....	60
14. Data Penurunan Massa Biji Kopi Pada <i>Solar Dryer Dome</i> Perlakuan Ketebalan Tiga Tumpukan .....	60
15. Data Penurunan Massa Biji Kopi Pada Penjemuran Perlakuan Ketebalan Satu Tumpukan .....	61
16. Data Penurunan Massa Biji Kopi Pada Penjemuran Perlakuan Ketebalan Dua Tumpukan .....	62

17. Data Penurunan Massa Biji Kopi Pada Penjemuran Perlakuan Ketebalan Tiga Tumpukan .....	62
18. Data Susut Bobot Biji Kopi Pada Penjemuran.....	63
19. Data Susut Bobot Biji Kopi Pada <i>Solar Dryer Dome</i> .....	64
20. Data Penurunan Kadar Air Biji Kopi Pada Penjemuran .....	64
21. Data Penurunan Kadar Air Biji Kopi Pada <i>Solar Dryer Dome</i> .....	65
22. Data Laju Pengeringan Biji Kopi Pada Penjemuran .....	65
23. Data Laju Pengeringan Air Biji Kopi Pada <i>Solar Dryer Dome</i> .....	66
24. Data Suhu dan Kelembaban Pada <i>Solar Dryer Dome</i> dan Penjemuran .....	66
25. Deskriptif Statistika Menggunakan Aplikasi Excell .....	69
26. Uji Anova Terhadap Kadar Air Menggunakan Aplikasi Excell .....	69
27. Hasil Uji BNT Pengaruh Ketebalan dan Cara Pengeringan Menggunakan Aplikasi Excell .....	69
28. BNT Pengaruh Ketebalan dan Cara Pengeringan Terhadap Kadar Air Pada Hari Ke 10 .....	69
29. Deskriptif Statistik Menggunakan Aplikasi SPSS.....	70
30. Hasil Uji Anova Terhadap Kadar Air pada Pengeringan Biji Kopi Menggunakan Aplikasi SPSS .....	70
31. Hasil Uji Lanjut BNT Terhadap Kadar Air Biji Kopi Menggunakan Aplikasi SPSS .....	70

## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan	Halaman
3.1.....	26
3.2.....	26
3.3.....	27

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia memiliki potensi besar dibidang pertanian terutama sektor perkebunan kopi. Hal ini didukung dengan adanya letak geografis dari Indonesia yang sangat strategis sebagai negara tropis. Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan yang mempunyai kontribusi yang cukup nyata dalam perekonomian Indonesia, yaitu menjadi prioritas utama pengembangan dalam beberapa tahun kedepan (Soemarno dkk, 2009). Kopi merupakan komoditas unggulan nasional dan Indonesia mempunyai keunggulan komparatif dan kompetitif dalam memproduksi kopi, yang berarti mempunyai peluang untuk meningkatkan luas kebun, produksi, dan ekspor kopi. Kopi Indonesia sebagian besar dihasilkan dari provinsi Sumatera Selatan, Bengkulu, dan Lampung (Yuhono dkk, 2012).

Provinsi Lampung merupakan Provinsi terbesar kedua produsen kopi dengan jumlah produksi 116281 ton atau 15% produksi Nasional pada tahun 2021. Produksi kopi di Lampung didominasi oleh 5 Kabupaten yaitu Lampung Barat dengan total produksi 54563 ton (47%), Tanggamus dengan total produksi 36716 ton (31,58%), Lampung Utara dengan total produksi 10021 ton (8,62%), Way Kanan dengan total produksi 8508 ton (7,32), dan Pesisir Barat dengan total produksi 3372 ton (2,9%). Semua perkebunan kopi di Lampung merupakan perkebunan rakyat dengan jenis kopi yang banyak dibudidayakan oleh para petani adalah jenis kopi robusta (Direktorat Jendral Perkebunan, 2021). kopi robusta dapat tumbuh di dataran rendah sekitar 0 – 800 meter. Kopi robusta lebih banyak dibudidayakan oleh pelaku usaha dan konsumen karena cara perawatannya mudah

dan lebih cepat panen. Produksi biji kopi di Indonesia terus meningkat secara signifikan, namun mutu hasil pengolahan kopi yang dihasilkan umumnya masih rendah. Jaminan mutu yang pasti, diikuti dengan ketersediaannya dalam jumlah yang cukup dan pasokan yang tepat waktu serta berkelanjutan merupakan beberapa prasyarat yang dibutuhkan agar biji kopi dapat dipasarkan pada tingkat harga yang menguntungkan. Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas produksi kopi ialah mengurangi kadar air dengan cara pengeringan (Yani dan Fajrin, 2013). Oleh karena itu, untuk memperoleh biji kopi yang bermutu tinggi maka diperlukan penanganan proses pengeringan yang tepat dan baik dengan melakukan setiap tahapan secara benar. Namun, saat ini masih sedikit data tentang bagaimana proses pengeringan yang tepat untuk menghasilkan produk kopi yang berkualitas, dengan nilai efisiensi pengeringan yang tinggi.

Proses pengeringan merupakan suatu pengawetan dengan cara perpindahan panas dari lingkungan yang berguna untuk menguapkan sejumlah air pada suatu permukaan bahan. Proses pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan sampai batas tertentu agar perkembangan mikroorganisme penyebab kerusakan bahan dapat dihentikan sehingga diperoleh kualitas produk yang diinginkan (Sary, 2016). Tujuan tersebut tidak akan tercapai jika proses pengeringan tidak dilakukan dengan baik dan benar.

Pada saat melakukan proses pengeringan kopi kadar air minimal harus mampu turun sampai batas maksimal kadar air agar memenuhi standar mutu kadar kopi beras optimum, 10-13%. Bila kadar air biji kopi lebih dari 13 %, biasanya akan mudah terserang cendawan sedangkan bila kurang dari 10 % biji kopi akan mudah pecah, sehingga proses pengeringan buah kopi yang disarankan yaitu pada kadar air 10-13%. Selama proses penurunan kadar air tersebut bobot biji kopi akan turun sekitar 12,5 % (Prastowo, 2010 ).

Di Indonesia lebih dari 90 % produksi kopi dihasilkan oleh petani bahkan sampai proses pengolahan menjadi produk jadi. Petani kopi kebanyakan melakukan pengolahan kopi secara tradisional termasuk pengeringan. Petani biasanya melakukan proses pengeringan dengan secara penjemuran yang hanya mengandalkan sinar matahari langsung saja dan dilakukan tanpa menggunakan

alas jamur yang bersih (Ramanda dkk, 2016). Cara ini dinilai kurang efektif dan memiliki banyak kelemahan. Selain proses pengeringan biji kopi yang membutuhkan waktu cukup lama untuk mendapatkan kadar air kopi 12 %. Proses pengeringan dengan cara penjemuran juga mengharuskan biji kopi dibolak-balik dengan waktu pengeringan biji kopi selama 2 – 3 minggu. Petani harus menyediakan lahan penjemuran yang sangat luas agar seluruh kopi yang dipanen dapat dijemur. Hal yang lebih memberatkan lagi jika petani tidak memiliki lahan penjemuran. Petani kopi harus terpaksa menyewa lahan penjemuran yang dapat menambah biaya pengolahan. Sedangkan, jika tidak mau menyewa petani terpaksa harus menahan buah kopi yang telah dipanen di gudang untuk menunggu tersedianya lantai penjemuran. Hal ini tentu dapat mempengaruhi kualitas biji kopi karena resiko kerusakan biji kopi ataupun perubahan fisiologis biji kopi sering terjadi (Novita dan Ahmad, 2013). pengeringan kopi dengan secara penjemuran sangat tergantung cuaca sehingga kopi sering terkontaminasi debu, kotoran, serangga, rawan kehilangan produk, mudah ditumbuhi kapang dan lembab akibat penundaan pengeringan disaat cuaca mendung/hujan. Padahal kualitas suatu produk merupakan faktor penunjang keberhasilan suatu usaha atau industri. Kualitas yang baik membuat kopi Indonesia dapat bersaing di pasar internasional sehingga kopi memiliki peluang pasar yang baik bila dilihat dari nilai ekspor, volume ekspor dan konsumsi sehingga pengembangan kopi sebagai komoditas unggulan dapat meningkatkan perekonomian masyarakat (Ramanda dkk., 2016). Untuk mengatasi kendala-kendala tersebut telah banyak dirancang dan dikembangkan pengering kopi dengan menggunakan metode pengeringan buatan baik berupa mesin maupun bangunan. Metode pengeringan buatan lebih praktis, efisien dan menghasilkan mutu yang baik.

Salah satu upaya untuk mengatasi kendala-kendala yang ada dalam proses pengeringan kopi secara alami adalah merancang bangunan pengeringan kopi menggunakan efek rumah kaca (*solar dryer dome*). Bangunan pengeringan energi surya sangat efisien dan ramah lingkungan karena energi yang digunakan memanfaatkan intensitas cahaya matahari (Novita dan Ahmad, 2013). Selain itu pengeringan menggunakan efek rumah kaca lebih cepat yaitu sekitar 6-7 hari pengeringan dengan suhu  $\pm 40 - 42^{\circ}\text{C}$  sedangkan pengeringan bersuhu kamar

membutuhkan waktu lebih lama yaitu sekitar 13- 14 hari dengan suhu  $\pm 27- 29^{\circ}\text{C}$ . Perbedaan lama pengeringan tersebut karena material bangunan efek rumah kaca menggunakan lembaran polykarbonat (Rosmaya, 2020). Lembaran polykarbonat menyerap udara panas secara alami dari cahaya matahari yang digunakan untuk memproses pemeasan dan penguapan kandungan air pada biji kopi.

Kajian tentang pengeringan buah kopi menggunakan *solar dryer dome* di Lampung khususnya di daerah Tanggamus sangat sedikit bahkan belum ada. kajian mengenai karakteristik pengeringan buah kopi menggunakan *solar dryer dome* ini perlu dilakukan untuk mendukung peningkatan kualitas mutu biji kopi di Provinsi Lampung. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengeringan kopi menggunakan *solar dryer dome* dengan cara membandingkan pengeringan *solar dryer dome* dengan penjemuran. Tujuannya untuk mengetahui laju pengeringan dan karakteristik pengeringan yang mana yang lebih baik, yang kelak akan menjadi pertimbangan para petani dalam melakukan proses pengeringan kopi.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh perlakuan beda ketebalan tumpukan terhadap karakteristik pengeringan biji kopi?
2. Bagaimana laju pengeringan biji kopi dengan cara penjemuran dan menggunakan *solar dryer dome* dengan ketebalan tumpukan berbeda?
3. Bagaimana pengaruh perbedaan ketebalan tumpukan dan cara pengeringan biji kopi terhadap kadar air biji kopi?

### **1.3. Tujuan**

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui dan membandingkan pengaruh ketebalan tumpukan terhadap karakteristik pengeringan biji kopi pada pengeringan dengan cara penjemuran dan menggunakan *solar dryer dome*.

### **1.4. Manfaat penelitian**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Bagi petani, dapat memberikan informasi mengenai pengeringan biji kopi dan mengaplikasikan proses pengeringan terbaik guna meningkatkan kualitas mutu biji kopi.
2. Bagi pengusaha, dapat dijadikan sebagai referensi dan digunakan sebagai pertimbangan dalam melakukan pengembangan teknologi pengeringan kedepannya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Buah Kopi

Tanaman kopi (*Coffea sp.*) termasuk kedalam kelompok tanaman semak belukar berbentuk pohon, tumbuh tegak, bercabang dan tingginya dapat mencapai 12 meter (Prastowo dkk., 2010). Kopi merupakan salah satu minuman psikostimulat yang akan menyebabkan orang tetap terjaga, mengurangi kelelahan, dan dapat memberikan efek fisiologis berupa energi yang meningkat. Kopi (*coffea sp.*) adalah spesies tanaman berbentuk pohon yang termasuk dalam famili *Rubiaceae* dengan genus *Coffea*. Ada setidaknya 124 spesies atau jenis golongan kopi yang diketahui, tetapi yang paling sering dibudidayakan hanya kopi robusta, arabika, dan liberika. Kopi pada umumnya digolongkan berdasarkan pada spesiesnya, kecuali kopi robusta. Kopi robusta bukan merupakan nama spesies karena kopi ini merupakan keturunan dari beberapa spesies kopi, terutama *Coffea canephora* (Najiyati dan Danarti, 2001).

Struktur Buah kopi terdiri atas 4 lapisan yaitu lapisan daging buah (*mesocarp*), kulit luar (*exocarp*), kulit tanduk (*parchment*), dan biji (*endosperm*) (Fischer *et al*, 2012). Buah kopi mentah berwarna hijau dan ketika matang akan berubah menjadi warna merah. Buah kopi merah terdiri dari lapisan buah terluar, daging buah, lendir, kulit tanduk, kulit ari dan biji kopi. Biji kopi dihasilkan dari buah tanaman kopi yang disebut cherry kopi (*coffee cherry*), sedangkan buah kopi terdiri atas dua bagian utama, yaitu bagian terluar dari buah kopi (*pericarp*) dan biji kopi (*green bean*). Perikarp sebagai bagian kulit kopi terluar mempunyai tiga lapisan, yaitu kulit (*exocarp*), lendir (*mesocarp*) dan perkamen (*endocarp*)

(Mulato, 2018). Bagian utama dari buah adalah biji kopi, yaitu komponen utama yang diproses dan diekstrak untuk berbagai produk olahan. Biji terdiri atas tiga bagian, yaitu kulit ari, endosperm, dan embrio. Ukurannya beragam tergantung jenis atau varietas kopi. Kulit ari (*perisperm*) atau *spermoderm* adalah bagian paling luar dari biji kopi yang terbentuk dari nucellus. Kulit ari yang masih melekat pada biji setelah proses roasting dapat menurunkan cita rasa kopi. *Endosperm* berpengaruh terhadap persentase minyak dan ketebalan dari dinding sel. Senyawa kimia yang terkandung di dalamnya larut dalam air dan mempengaruhi cita rasa. Senyawa tersebut antara lain kafein, *trigonelline*, oligosakarida, protein, mineral dan lipid. Bagian terakhir dari biji adalah embrio. Pada umumnya buah memiliki dua keping biji, tetapi ada juga yang hanya memiliki satu keping biji (biji tunggal) yang disebut kopi *peaberry* atau kopi lanang (Sirappa dkk, 2024)

Komposisi buah kopi adalah 40% terdiri dari *pulp*, 20% terdiri dari lendir (*mucilage*) dan 40% adalah biji kopi dan kulit majemuk. Komposisi lendir buah kopi 85% air dalam bentuk terikat, 15% bahan padatan yang tidak larut air, yang merupakan *koloid hidrofilik* terdiri dari 80% pektin dan 20% gula. Komposisi Biji Kopi Arabika dan Robusta Sebelum dan Sesudah Disangrai

Komponen kimia didalam kopi seperti kafein, asam klorogenat, trigonelin, karbohidrat, lemak, asam amino, asam organik, aroma volatile dan mineral dapat menghasilkan efek yang menguntungkan dan membahayakan bagi kesehatan penikmat kopi (Hidgon dan B, 2006). Golongan asam pada kopi akan mempengaruhi mutu dan memberikan aroma serta citarasa yang khas. Asam yang dominan pada biji kopi adalah asam klorogenat yaitu sekitar 8 % pada biji kopi atau 4,5 % pada kopi sangrai. Selama penyangraian sebagian besar asam klorogenat menjadi asam kafeat dan asam kuinat (Yusianto, 2014). Biji kopi banyak mengandung polisakarida dengan persentase sekitar 50% yang tersusun membentuk dinding sel. Polisakarida berkontribusi terhadap karakteristik organoleptik minuman kopi seperti *creaminess* (viskositas), *mouthfeel* (rasa dalam mulut), komponen aroma, dan stabilitas busa. Tiga polisakarida utama dalam kopi yaitu *arabinogalactan*, *mannan* dan *cellulose* (Fischer *et al.*, 2012).

## 2.2. Mutu Biji Kopi

Syarat mutu biji kopi dibagi menjadi dua yaitu syarat umum dan syarat khusus. Syarat umum adalah persyaratan bagi setiap biji kopi yang dinilai dari tingkat mutunya. Biji kopi yang tidak memenuhi syarat umum tidak dapat dinilai tingkat mutu kopinya. Sementara syarat khusus digunakan untuk menilai biji kopi berdasarkan tingkat mutunya.

Tabel 1. Syarat Mutu Biji Kopi Umum Menurut SNI: 2907-2008

No	Kreteria	Satuan	Persyaratan
1	Serangga hidup		Tidak ada
2	Biji berbau busuk dan atau berbau kapang		Tidak ada
3	Kadar air	% fraksi massa	Maksimal 12,5
4	Kadar kotoran	% fraksi massa	Maksimal 0,5

Pada Tabel 1 berisikan mengenai syarat mutu biji kopi secara umum menurut SNI: 2907-2008 yang memberikan informasi mengenai keharusan syarat pencemaran pada biji kopi. Syarat mutu kopi robusta mengenai ukuran biji dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 yang didalamnya diberikan informasi secara detail kategori ukuran biji kopi, dari ukuran besar, sedang, maupun kecil.

Tabel 2. Syarat Mutu Khusus Biji Kopi Robusta Pengolahan basah

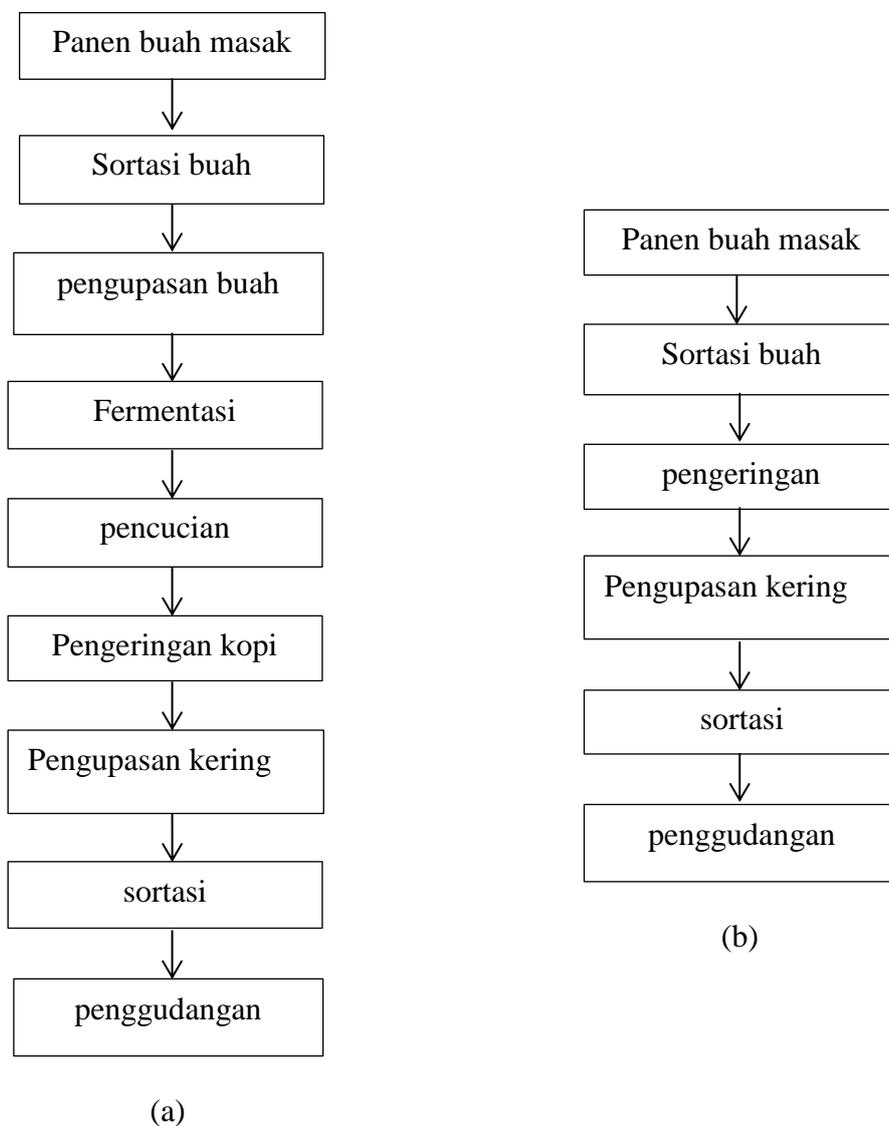
Ukuran	Kreteria	Satuan	Persyaratan
Besar	Tidak lolos ayakan 7,5 mm ( <i>sieve</i> no. 19)	% fraksi massa	Maksimal lolos 5
Sedang	Lolos ayakan 7,5 mm, tertahan ayakan 6,5 mm ( <i>sieve</i> no. 16)	% fraksi massa	Maksimal lolos 5
Kecil	Lolos ayakan 6,5 mm, tertahan ayakan 5,5 mm ( <i>sieve</i> no. 14)	% fraksi massa	Maksimal lolos 5

Tabel 3. Syarat Mutu Khusus Biji Kopi Robusta Pengolahan kering

Ukuran	Kreteria	Satuan	Persyaratan
Besar	Tidak lolos ayakan 6,5 mm ( <i>sieve</i> no. 16)	% fraksi massa	Maksimal lolos 5
Kecil	Lolos ayakan 6,5 mm, tertahan ayakan 3,5 mm ( <i>sieve</i> no. 9)	% fraksi massa	Maksimal lolos 5

### 2.3. Proses Pengolahan Kopi

Pengolahan kopi berdasarkan cara kerjanya secara garis besar dapat dibedakan menjadi dua yaitu pengolahan kopi basah dan pengolahan kopi kering. Perbedaan pokok dari kedua cara tersebut di atas adalah pada cara kering pengupasan daging buah, kulit tanduk dan kulit ari dilakukan setelah kering (kopi gelondong), sedangkan cara basah pengupasan daging buah dilakukan sewaktu masih basah.



Gambar 1. Pengolahan kopi basah (a) dan pengolahan kopi Kering (b).

Berdasarkan Gambar 1. proses pengolahan kopi dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Sortasi buah

Sortasi atau pemilihan biji kopi dilakukan untuk memisahkan biji kopi yang masak dan seragam (*superior*) dari buah yang cacat/pecah, kurang seragam dan terserang hama serta penyakit (*inferior*). Selain itu, sortasi juga dilaksanakan untuk membersihkan kopi dari ranting, daun atau kerikil, tanah dan benda asing yang tidak diinginkan. Buah kopi masak hasil panen disortasi secara teliti untuk memisahkan buah *superior* (masak, bernas dan seragam) dari buah *inferior* (cacat, hitam, pecah, berlubang, dan terserang hama penyakit). Kotoran seperti daun, ranting, tanah dan kerikil harus dibuang karena benda-benda tersebut dapat merusak mesin pengupas. Buah merah terpilih (*superior*) diolah dengan metode pengolahan secara basah atau semi basah supaya diperoleh biji kopi HS (*Haulk Snauk*) kering dengan tampilan yang bagus, sedang buah campuran hijau-kuning-merah diolah dengan cara pengolahan kering.

b. Pengupasan buah

Pengupasan buah dilakukan menggunakan mesin pengupas (*purper*) tipe silinder. Fungsi dari mesin pengupas adalah memisahkan biji kopi dari pulp dan kulit buah. Pengupasan buah kopi umumnya dilakukan dengan penyemprotan air ke dalam silinder bersama dengan buah yang akan di kupas. Penggunaan air sebaiknya diatur sehemat mungkin, disesuaikan dengan ketersediaan air dan mutu hasil.

c. Fermentasi

Fermentasi dilakukan supaya lapisan lendir pada kulit tanduk kopi dapat tersingkirkan. Fermentasi dapat dilakukan dengan cara perendaman biji ke dalam air atau secara kering dengan memasukkan biji kopi ke dalam kantong plastik dan menyimpannya secara tertutup selama 12 sampai 36 jam. menyimpannya secara tertutup selama 12 sampai 36 jam. Setelah tahapan ini dapat dilakukan pencucian dengan air untuk menghilangkan sisa lendir setelah fermentasi.

#### d. Pencucian

Pencucian bertujuan untuk menghilangkan sisa lendir hasil fermentasi yang masih menempel pada kulit tanduk. Untuk kapasitas kecil, pencucian dapat dikerjakan secara manual di dalam bak atau ember, sedang kapasitas besar perlu di bantu dengan mesin.

#### e. Pengerinan

Pengerinan kopi sebaiknya dilakukan pada temperatur antara 50-55°C, karena pada temperatur ini perpindahan partikel air dan penguapannya berlangsung dengan baik. Temperatur pengerinan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan terjadinya kerusakan permukaan biji (*case hardening*), perpindahan partikel air di dalam biji menjadi sulit dan berakibat pada penurunan mutu biji kopi yang dikeringkan (Wityotomo, 2005).

Proses pengerinan bertujuan untuk mengurangi kandungan air dalam biji kopi HS yang semula 60-65% sampai menjadi 12%. Pada kadar air ini, biji kopi HS relatif aman untuk dikemas dalam karung dan disimpan di gudang pada kondisi lingkungan tropis. Proses pengerinan dapat dilakukan dengan cara penjemuran, mekanis dan kombinasi keduanya. Jika cuaca memungkinkan dan fasilitas memenuhi syarat, penjemuran merupakan cara pengerinan kopi yang sangat menguntungkan, baik secara teknis, ekonomis maupun mutu hasil. Namun, di beberapa sentra penghasil kopi kondisi yang demikian sering tidak dapat dipenuhi. Oleh karena itu, proses pengerinan bisa dilakukan dengan dua tahap, yaitu penjemuran untuk menurunkan kadar air biji kopi sampai 20- 25 % dan kemudian dilanjutkan dengan pengering mekanis. Kontinuitas sumber panas untuk proses pengerinan dapat lebih dijamin (siang dan malam) sehingga buah atau biji kopi dapat langsung dikeringkan dari kadar air awal 60-65% sampai kadar air 12% dalam waktu yang lebih terkontrol (Prastowo dkk, 2010).

Pengerinan mekanis dapat dilakukan jika cuaca tidak memungkinkan untuk melakukan penjemuran. Pengerinan dengan cara ini sebaiknya dilakukan secara berkelompok karena membutuhkan peralatan dan investasi yang cukup besar dan operator yang terlatih. Pengerinan kopi dengan cara mekanis secara terus

menerus siang dan malam pada suhu 45 – 50°C, dibutuhkan waktu 48 jam untuk mencapai kadar air 12,5 % .

f. Pengupasan kering

Pengupasan dimaksudkan untuk memisahkan biji kopi dari kulit tanduk untuk menghasilkan biji kopi beras dengan menggunakan mesin pengupas. Biji kopi HS yang baru selesai dikeringkan harus terlebih dahulu didinginkan sampai suhu ruangan sebelum dilakukan pengupasan. Sedangkan biji kopi yang sudah disimpan di dalam gudang dapat dilakukan proses pengupasan kulit.

g. Sortasi

Proses sortasi ini bertujuan untuk memisahkan biji kopi yang bagus dengan biji kopi yang cacat, rusak, dan terkontaminasi selama proses pengeringan dan pengupasan kopi. Sortasi ini dapat dilakukan dengan menggunakan ayakan baik secara manual maupun mekanis.

h. Penggudangan

Penggudangan bertujuan untuk menyimpan hasil panen yang telah disortasi dalam kondisi yang aman sebelum dipasarkan ke konsumen. Beberapa faktor penting pada penyimpanan biji kopi adalah kadar air, kelembaban relatif udara, dan kebersihan gudang. Serangan jamur dan hama pada biji kopi selama penggudangan merupakan penyebab penurunan mutu kopi yang serius. Jamur merupakan cacat mutu yang tidak dapat diterima oleh konsumen karena menyangkut rasa dan kesehatan termasuk beberapa jenis jamur penghasil *okhratoksin*. Udara yang lembab pada gudang di daerah tropis merupakan pemicu utama pertumbuhan jamur pada biji, sedangkan *sanitasi* atau kebersihan yang kurang baik menyebabkan hama gudang seperti serangga dan tikus akan cepat berkembang.

## 2.4. Pengerinan

### 2.4.1. Teori pengerinan

Pengerinan merupakan salah satu cara pengawetan pangan yang paling tua dan paling banyak digunakan. Pengerinan atau *dehidrasi* adalah cara untuk mengeluarkan atau mengurangi sebagian kandungan kadar air dari suatu bahan pangan dengan cara menguapkan sebagian besar kandungan kadar air yang terdapat di dalamnya dengan memanfaatkan energi panas. Berkurangnya kadar air juga akan menyebabkan turunnya nilai aktivitas air ( $A_w$ ). Nilai  $A_w$  yang rendah akan menghambat potensi pertumbuhan mikroorganisme, mengaktifasi enzim dan mencegah berbagai potensi reaksi kimia dan biokimia penyebab penurunan mutu pangan (Asiah dkk, 2021). Hasil dari proses pengerinan adalah bahan kering yang mempunyai kadar air setara dengan kadar air keseimbangan udara (atmosfir) normal atau setara dengan nilai aktivitas air ( $A_w$ ) yang aman dari kerusakan mikrobiologis, enzimatik dan kimiawi.

Pada prinsip proses pengerinan akan terjadi selama proses pindah panas dari *fluida* (pada umumnya udara) dalam alat pengering dan *difusi* air (pindah masa) dari bahan yang dikeringkan tersebut terjadi. Menurut Tamrin (2003), proses pengerinan pada prinsipnya menyangkut proses perpindahan panas dan uap air secara *simultan* yang memerlukan energi panas untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan yang dikeringkan oleh media pengering yang biasanya berupa pemanas.

Menurut Taib (1988) faktor- faktor yang mempengaruhi pengerinan adalah :

#### a. Suhu

Suhu udara ruang pengering merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mempengaruhi proses pengerinan bahan untuk melihat pengaruh parameter pengerinan terhadap karakteristik pengerinan (Islami, 2015). Secara umum semakin tinggi perbedaan suhu antara *medium* pemanas dengan bahan yang dikeringkan maka semakin cepat pindah panas ke bahan yang dikeringkan. Semakin tinggi udara maka semakin banyak uap air yang akan diserap oleh udara sebelum terjadi kejenuhan . Sehingga dapat disimpulkan bahwa temperatur udara

yang tinggi akan menghasilkan proses pengeringan yang lebih cepat. Namun temperatur pengeringan yang lebih tinggi dari 50°C harus dihindari karena dapat menyebabkan bagian luar produk sudah kering, tapi bagian dalam masih basah, dan rusaknya permukaan bahan (*case hardening*) (Yani dan Fajrin, 2013).

b. Kecepatan aliran udara pengering

Pada proses udara yang bergerak atau bersirkulasi uap air dari bahan akan terambil dan terjadi mobilitas yang menyebabkan udara tidak pernah mencapai titik kejenuhan (Estiasih dan Ahmadi, 2009). Sehingga kecepatan aliran udara yang tinggi dapat mempersingkat waktu pengeringan. Kecepatan aliran udara yang disarankan untuk melakukan proses pengeringan antara 1,5–2,0 m/s. Disamping kecepatan, arah aliran udara juga memegang peranan penting dalam proses pengeringan. Arah aliran udara pengering yang sejajar dengan produk lebih efektif dibandingkan dengan aliran udara yang datang dalam arah tegak lurus produk (Yani dan Fajrin, 2013).

c. Kelembaban udara relatif (RH)

Kelembaban udara relatif (RH) adalah perbandingan jumlah uap air yang ada di udara dengan jumlah uap air maksimum dalam suhu yang sama yang dinyatakan dengan persen (Tanggasari, 2014). Kelembaban relatif dipengaruhi oleh suhu, semakin tinggi suhu pada ruang pengering maka kelembaban relatif akan semakin rendah. Semakin rendah kelembaban relatif maka kemampuan menyerap uap air akan semakin banyak. Kelembaban udara berpengaruh terhadap proses pemindahan uap air. Apabila kelembaban udara tinggi, maka perbedaan tekanan uap air di dalam dan di luar bahan menjadi kecil sehingga menghambat pemindahan uap air dari dalam bahan ke luar (Taufiq, 2004). Pengeringan umumnya dilakukan pada kelembaban relatif yang rendah. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kecepatan difusi air. Kelembaban relatif yang rendah di dalam ruang pengering dapat terjadi jika udara pengering bersirkulasi dengan baik dari dalam ke luar ruang pengering, sehingga semua uap air yang diperoleh setelah kontak dengan produk langsung dibuang ke udara lingkungan (Widyotomo, 2005).

#### d. Luas Permukaan Bahan

Air menguap melalui permukaan bahan, sedangkan air yang ada ditengah akan merembes ke bagian permukaan. Semakin luas dan tipis permukaan bahan maka semakin cepat penguapan bahan tersebut. Hal ini disebabkan oleh permukaan bahan yang luas dapat berhubungan dengan medium pemanas sehingga air mudah keluar dan bahan yang tipis akan mengurangi jarak panas dalam bergerak ke pusat bahan pangan.

#### e. Kadar air bahan

Kadar air bahan merupakan jumlah banyaknya kandungan air yang ada didalam bahan persatuan bobot bahan. Secara umum, semakin tinggi kadar air suatu bahan maka semakin lama waktu pengeringan yang dibutuhkan. Selain itu kadar air merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap daya tahan bahan pangan, semakin tinggi kadar air bahan pangan maka semakin cepat terjadi kerusakan dan sebaliknya semakin rendah kadar air bahan pangan akan tersebut semakin tahan lama (Andrawulan dkk., 2011). Dalam menentukan kadar air bahan tersebut terdapat dua metode yang digunakan yaitu berdasarkan rasio massa air terhadap massa pangan basah atau basis basah (*wet basis*) dan berdasarkan rasio massa air terhadap massa padatan pada pangan atau basis kering (*dry basis*). Kadar air bahan hasil pertanian biasanya ditentukan berdasarkan basis basah (*wet basis*). Untuk menentukan bobot kering suatu bahan, penimbangan dilakukan setelah bobot bahan tersebut tidak berubah lagi selama pengeringan berlangsung. Untuk itu biasanya dilakukan dengan menggunakan suhu minimal 105°C selama dua jam.

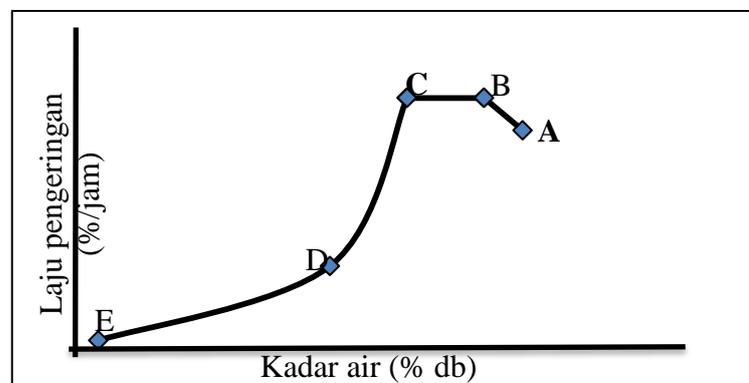
#### f. Tekanan udara

Semakin kecil tekanan udara maka akan semakin besar kemampuan udara untuk mengangkut air selama pengeringan. Hal tersebut diakibatkan karena semakin kecilnya tekanan berarti kerapatan udara makin berkurang sehingga uap air dapat lebih banyak tetampung dan disingkirkan dari bahan pangan. Sebaliknya jika tekanan udara semakin besar maka udara disekitar pengeringan akan semakin lembab, sehingga kemampuan menampung uap air terbatas dan menghambat proses atau laju pengeringan.

### 2.4.2. Laju Pengeringan

Laju pengeringan adalah besar perubahan kadar air per satuan waktu, dan dinyatakan dalam persen per jam. Laju pengeringan atau Laju evaporasi menunjukkan laju berkurangnya kandungan air dalam bahan yang dikeringkan yang dinyatakan dalam satuan massa uap air per satuan waktu. Laju evaporasi dapat dihitung dengan pengurangan bobot bahan yang dikeringkan tiap satu satuan waktu.

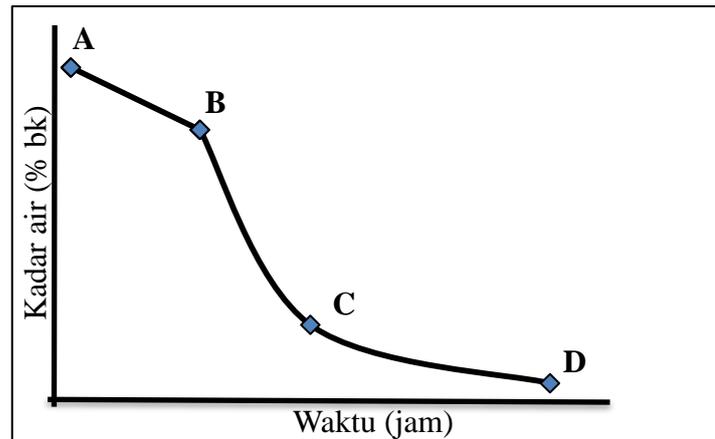
Pengeringan terdiri dari dua tahap yaitu pengeringan pada laju konstan dan laju menurun. Titik pertemuan antara laju pengeringan konstan dan menurun disebut dengan titik kritis, yaitu kadar air dimana terjadinya perubahan laju pengeringan. Titik kritis juga tidak terjadi satu kali selama proses pengeringan, namun dapat terjadi berkali-kali tergantung sifat produk yang dikeringkan. Titik kritis juga terjadi pada laju menurun. Lama laju pengeringan tergantung pada jumlah titik kritis ini (Arda dkk, 2015).



Gambar 2. Kurva laju pengeringan teoritis biji-bijian.

Pada Gambar 2. proses pengeringan dapat dibagi menjadi beberapa periode yaitu:

- a. A–B : periode pemanasan
- b. B–C : periode laju pengeringan konstan
- c. C : kadar air kritis
- d. C–D : periode laju pengeringan menurun secara *kapirel*
- e. D–E : periode laju pengeringan menurun secara difusi.



Gambar 3. Kurva hubungan penurunan kadar air terhadap waktu.

Keterangan :

- a. A–B : periode pemanasan/awal
- b. B–C : periode laju pengeringan konstan
- c. C–D : periode laju pengeringan menurun

Proses laju pengeringan tetap (*constant rate*), hanya air pada permukaan (*free water*) dengan aktivitas air (AW1) yang dapat diuapkan. Kadar air pada saat air permukaan (*free water*) habis di sebut kadar air kritis Periode pengeringan pada laju tetap berlangsung hingga air bebas pada permukaan hilang, kemudian diiringi dengan laju pengeringan air semakin berkurang. Pada saat kadar air kritis dicapai mekanisme laju pengeringan tetap tidak dapat dipertahankan lagi karena air pada permukaan bahan sangat kecil (Siregar, 2001).

Periode laju menurun (*falling rate*) dimulai saat penguapan air terjebak dalam bahan. Periode laju menurun dapat terjadi selama 1 tahap atau 2 tahap, tergantung dari karakteristik dari bahan yang dikeringkan dan tingkan kesulitan air untuk keluar dari bahan. Pengeringan dengan laju menurun terbagi dalam lima tahap yaitu :

- a. Pelepasan air dalam bahan
- b. Pergerakan air dari dalam bahan ke permukaan bahan
- c. Penguapan
- d. Pelepasan uap air dari permukaan bahan ke keliling
- e. Perpindahan uap air

## 2.5. Pengeringan Efek Rumah Kaca

Pengering energi surya dapat dibagi menjadi dua kelompok utama yaitu pengering aktif dan pasif. Pengering pasif, merupakan pengeringan aliran udara pengering terjadi karena adanya perbedaan tekanan akibat dari udara yang dipanaskan (konveksi bebas), sedangkan pada pengering aktif diperlukan alat tambahan seperti *exhaust fan* atau *blower* untuk mengalirkan udara pengering ke produk yang dikeringkan (konveksi paksa). pengering surya pasif cocok digunakan untuk pengeringan produk pertanian dalam jumlah kecil. Sedangkan pengering surya aktif dapat menangani produk dalam jumlah besar dan dapat beroperasi secara kontinyu serta dapat digabungkan dengan sumber energi lainnya pada saat energi surya tidak tersedia. Berbagai tipe pengering surya aktif telah dikembangkan, salah satunya adalah pengering surya efek rumah kaca.

Pada prinsipnya Pengering rumah kaca adalah pengeringan dengan ruang ditutupi oleh dinding atau atap transparan (bening) sehingga sinar matahari dapat masuk ke dalam ruangan. Udara panas dalam ruangan ditangkap sehingga suhu dalam lebih panas dibanding dengan suhu diluar ruangan. Suhu yang tinggi tersebut yang dimanfaatkan untuk mempercepat proses penguapan air dari produk bahan pangan. Namun untuk keseluruhan alat jenis ini mampu mengeringkan lebih cepat daripada mengeringkan di tempat terbuka. Uap air dilepaskan keluar melalui celah-celah udara pada dinding. Pengeringan jenis ini memberikan bantuan peningkatan mutu dalam jumlah besar seperti peningkatan ke higienisan produk (Faiz,2018).

Kelebihan alat pengering efek rumah bila dibandingkan dengan pengering sederhana adalah sebagai berikut :

a. Tidak tergantung pada cuaca

Walaupun dengan sinar matahari yang kurang terik alat ini tetap dapat menjalankan fungsinya dengan baik karena suhu yang ada di dalam lebih tinggi dari suhu di luar dan saat hujan turun produk yang dikeringkan tidak perlu diangkat.

b. Terbuat dari bahan yang relatif murah.

Rangka alat dapat terbuat dari kayu dan baja ringan, sedangkan dinding dapat dibuat dari lembaran plastik bening dan plastik UV. Plastik bening berfungsi sebagai penutup, dan plastik UV untuk menyerap sinar matahari.

c. Ruang pengeringan tertutup

Produk yang dikeringkan dapat terhindar dari serangga dan lebih ke higienisan. Salah satu pengering yang menerapkan prinsip efek rumah kaca adalah *solar dryer dome*. *Solar dryer dome* merupakan pengeringan yang menggunakan tenaga matahari dengan sistem pengeringan berbahan *polycarbonate*. pengering ini hasil penelitian Dr. Serm Janjai, peneliti dari Silpakorn University – Thailand. *Solar dryer dome* merupakan kubah dengan inkubator ruangan tertutup seperti *green house*, dan sekilas mirip dengan *solar tunnel*. Bedanya adalah *greenhouse* dan *solar tunnel* biasanya masih menggunakan bahan PET untuk *cover* bangunan. Sementara *solar dryer dome* menggunakan bahan *polycarbonate*. Ketahanan *polycarbonate* yang mampu bertahan hingga 10 tahun menjadi pilihan yang menarik ketimbang bahan PET yang mudah sekali rusak.

*Solar dryer dome* memiliki beberapa bagian yaitu sebagai berikut :

a. Rak

Rak berada di dalam *solar dryer dome*, rak ini berfungsi sebagai tempat menaruh produk/bahan yang akan dikeringkan.

b. *Exhaust Fan/brower*

*Exhaust fan* berfungsi menyedot keluar uap air agar kelembaban udara relatif (RH) tidak tinggi atau didalam ruang pengering.

c. Lantai beton

Lantai beton berfungsi menjaga agar suhu pengeringan yang terperangkap cara memantulkan panas.

d. Penutup *polycarbonate*

Penutup *polycarbonate* berfungsi menyerap panas ultra violet dan menyimpan panas di dalam rumah pengering. Radiasi panas ultra violet yang terdiri dari

gelombang panjang dan pendek menembus ruang pengering melalui *polycarbonate* dan tak bisa keluar atau terperangkap di dalamnya menjadi energi panas yang sensibel. Akibatnya temperatur di dalam ruang pengering lebih tinggi dibandingkan di luar ruangan.

Energi panas yang digunakan *solar dryer dome* untuk proses pengeringan berasal dari gelombang panjang yang terkurung dalam *solar dryer dome*. Energi gelombang pendek dari radiasi matahari membentur lembaran *polycarbonate* pada atap dan dinding *solar dryer dome* kemudian dirubah menjadi energi gelombang panjang. Energi panas yang terperangkap tidak mampu menembus ulang atap dan dinding. Suhu udara di dalam bangunan meningkat dan kelembaban relatifnya menurun. Besarnya kenaikan suhu tergantung pada intensitas radiasi matahari kumulatif per hari. (Mulato et al., 1998).

### III. METODOLOGI

#### 3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai Agustus 2024 di Desa Sidomulyo, Kec. Air naningan, Kab. Tanggamus.

#### 3.2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pengering tipe *solar dryer dome*, *thermometer*, timbangan digital, *hygrotermometer*, kamera digital, *stopwatch*, label, penggaris, terpal, dan alat tulis. Sedangkan bahan yang digunakan adalah kopi jenis robusta yang sudah matang berasal dari hasil perkebunan rakyat yang berada di desa Sidomulyo Kec. Air Nanningan kab. Tanggamus. Bahan didapatkan dengan memanen langsung dari pohon dengan memilih buah kopi yang berwarna merah dari lahan petani yang memiliki kebun kopi paling banyak di desa tersebut.



Gambar 4. Alat pengering tipe *solar dryer dome*.

### 3.3. Metode penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode percobaan atau eksperimental dengan pengamatan langsung dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik dan laju pengeringan biji kopi. Langkah-langkah yang dilakukan adalah melakukan pengukuran-pengukuran pada saat proses pengeringan berlangsung dan melakukan perhitungan berdasarkan data yang diperoleh.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 perlakuan. Perlakuan ke-1 adalah ketebalan tumpukan kopi yang terdiri dari 3 variasi meliputi 1 tumpukan (T1), 2 tumpukan (T2), dan 3 tumpukan (T3). Perlakuan yang ke-2 adalah jenis pengeringan yang terdiri dari *solar dryer dome* (P1) dan penjemuran (P2). Rancangan acak kelompok ini didapatkan 6 kombinasi dengan Masing-masing kombinasi diulang sebanyak 4 ulangan sehingga terdapat 24 unit percobaan. Kombinasi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 4. Kombinasi 2 Faktor

	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
T <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> T <sub>1</sub>	P <sub>2</sub> T <sub>1</sub>
T <sub>2</sub>	P <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> T <sub>2</sub>
T <sub>3</sub>	P <sub>1</sub> T <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> T <sub>3</sub>

Keterangan:

T<sub>1</sub> = ketebalan pengeringan 1 tumpukan

T<sub>2</sub> = ketebalan pengeringan 2 tumpukan

T<sub>3</sub> = ketebalan pengeringan 3 tumpukan

P<sub>1</sub> = pengeringan *solar dryer dome*

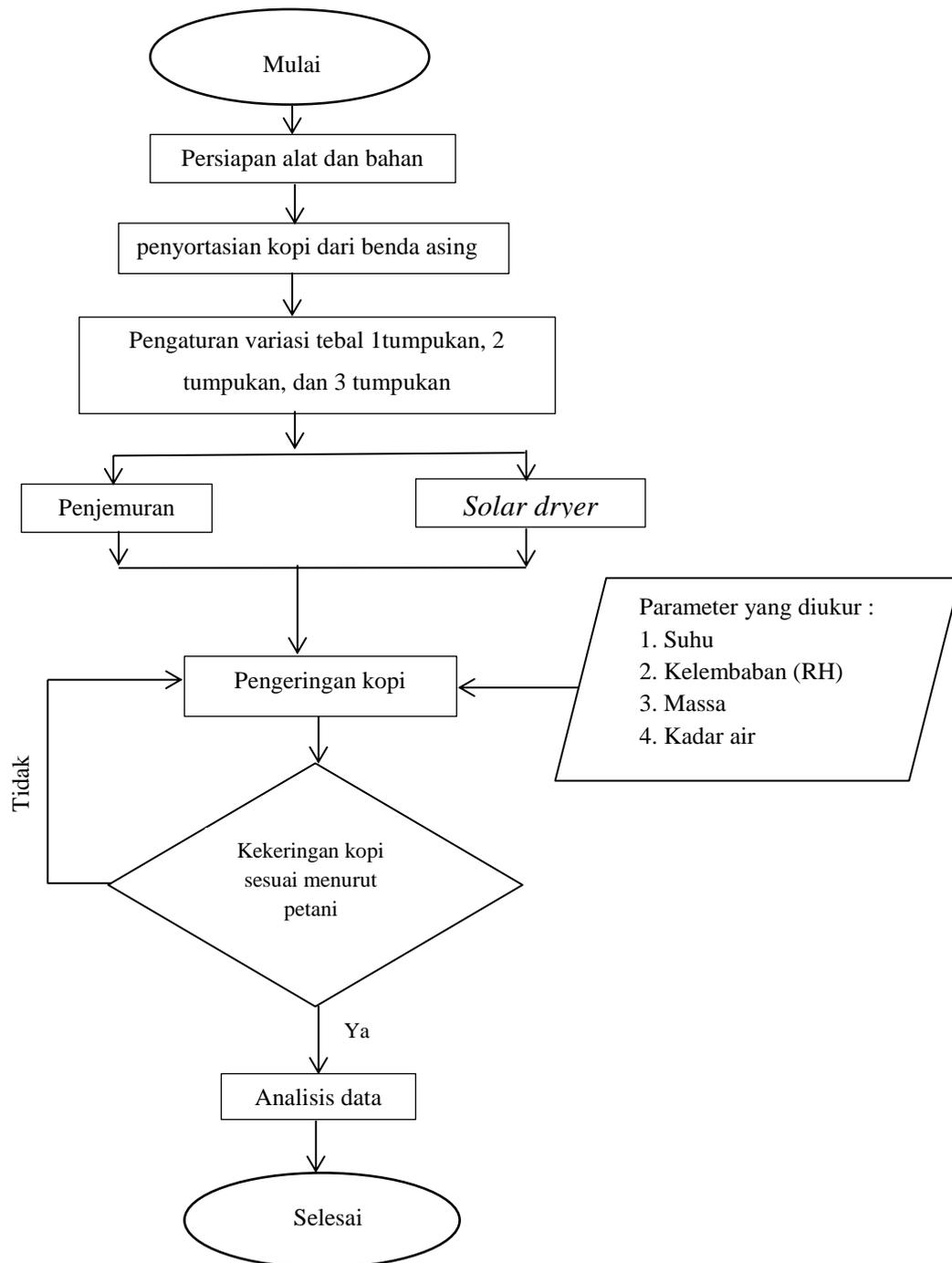
P<sub>2</sub> = pengeringan konvensional.

### 3.4. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dimulai dengan persiapan alat dan bahan baku yang akan digunakan. Persiapan alat meliputi pemasangan alat ukur, pengecekan alat pengering tipe *solar dryer dome*, dan penyiapan tempat penjemuran. Persiapan bahan meliputi pengambilan kopi jenis robusta dari perkebunan rakyat yang

berada di Desa Sidomulyo Kec. Air Nanningan Kab. Tanggamus ketika waktu panen tiba pada bulan April 2024. Pengerangan kopi ini menggunakan kopi robusta yang sudah merah. Pada pengerangan dengan tebal 1 tumpukan (T1) bahan yang digunakan 320-360 gram, pengerangan dengan tebal 2 tumpukan (T2) bahan yang digunakan 690-760 gram, dan pengerangan dengan tebal 3 tumpukan (T3) bahan yang digunakan 1040-1170 gram. Pengolahan kopi pada penelitian ini menggunakan pengolahan kering (*dry processing atau natural Coffee*) dimulai dengan penyortasian kopi untuk pembersihan dari ranting, daun atau kerikil, dan benda lain yang tidak diinginkan. Selanjutnya dilakukan pengukuran kadar air awal dan penimbangan massa awal buah kopi sebelum dimasukkan ke loyang pengering. Pengerangan dilakukan dengan dua teknik berbeda yaitu penjemuran dan *solar dryer dome*. Kopi yang akan dikeringkan dimasukkan ke loyang pengering dan diratakan sampai ketinggian yang ditentukan, yaitu 1 tumpukan, 2 tumpukan, dan 3 tumpukan.

Selama proses pengerangan dilakukan pengamatan dan pengukuran terhadap suhu, kelembapan relatif (RH), dan waktu pengerangan. Perubahan berat juga diamati dengan menimbang berat setiap loyang. Proses pengerangan dihentikan sampai kopi dianggap sudah kering oleh petani setempat. Setelah dilakukan pengerangan maka dilakukan analisa terhadap susut bobot, kadar air, dan laju pengerangan untuk menentukan mutu akhir dari pengerangan kopi. Bagan prosedur penelitian dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Bagan prosedur penelitaan.

### **3.5. Pengamatan dan Pengukuran**

#### **3.5.1. Suhu Pengeringan**

Pengamatan suhu udara dilakukan dengan menggunakan *thermometer*. Pengamatan suhu dilakukan di dalam ruang pengering dan diluar ruang pengering (lingkungan). Pengamatan suhu di dalam ruang pengering suhu dilakukan dengan cara meletakkan *thermometer* yang diletakan di tengah-tengah loyang pengering dan dilakukan pada setiap loyang. Pengamatan suhu di lingkungan luar dilakukan dengan cara metakakan alat ukur *thermometer* pada tempat terbuka. Pengamatan suhu dilakukan setiap 2 jam sekali dari jam 07.00- 17.00 WIB.

#### **3.5.2. Kelembaban**

Pengamatan kelembaban dilakukan dengan menggunakan *hygrotermometer*. Pengamatan kelembaban dilakukan di dalam ruang pengering dan diluar ruang pengering (lingkungan). Pengamatan kelembaban di dalam ruang pengering suhu dilakukan dengan cara meletakkan *hygrotermometer* yang diletakan di tengah-tengah loyang pengering dan dilakukan pada setiap loyang dan Pengamatan suhu di lingkungan luar dilakukan dengan cara metakakan alat ukur *hygrotermometer* pada tempat terbuka. Pengamatan suhu dilakukan sebanyak 2 jam sekali dari jam 07.00-17.00 WIB setiap harinya.

#### **3.5.3. Susut Bobot**

Pengukuran susut bobot pada pengeringan dihitung berdasarkan penurunan massa kopi setelah dilakukan pengeringan. Biji kopi diukur massanya setiap hari pada jam 07.00- 08.00 WIB (sebelum dilakukan pengeringan), jam 12.00-13.00 WIB dan jam 16.30-17.00 WIB (setelah dilakukan pengeringan) hingga kopi dianggap kering oleh petani. Pengukuran massa kopi dilakukan pada masing- masing variasi ketebalan dan metode pengeringan dengan 6 kali ulangan dan diambil reratanya.

Perhitungan susut bobot pada pengeringan kopi dapat diukur berdasarkan Persamaan sebagai berikut :

$$SB = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

- SB = susut bobot
- m1 = massa awal (gram)
- m2 = massa akhir (gram).

#### 3.5.4. Kadar Air

Kadar air diukur sebelum dan sesudah pengeringan yang bertujuan untuk mengetahui jumlah air yang teruapkan dari bahan. Pengukuran kadar air dilakukan dengan cara mengambil sampel biji kopi sebelum pengeringan untuk menentukan kadar air awal kopi. Pengukuran kadar air kopi dilakukan lagi setelah kopi dianggap sudah kering oleh petani. Pengukuran kadar air ini dilakukan pada setiap perlakuan dengan cara menimbang massa kopi pada setiap perlakuan, setelah di masukkan dalam oven dengan suhu 105<sup>0</sup>c selama 24 jam, lalu ditimbang kembali . Pengukuran kadar air dihitung berdasarkan persamaan kadar air basis basah dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{kadar air (\% bb)} = \frac{m_{awal} - m_{akhir}}{m_{awal}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan :

- Kadar air (%bb) = kadar air basis basah
- m awal = massa bahan sebelum pengeringan (gr)
- m akhir = massa bahan sesudah pengeringan (gr)

### 3.5.5. Lama Pengeringan

Lama pengeringan adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan kopi sejak pengeringan dimulai hingga kopi sudah dianggap kering oleh petani setempat.

### 3.5.6. Laju Pengeringan/Laju Penurunan Kadar Air

Laju pengeringan adalah besar perubahan kadar air per satuan waktu, dan dinyatakan dalam persen per jam. Pada pengeringan kopi, laju pengeringan dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{dM}{dt} = \frac{(M1-M2)}{\Delta t} \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan :

$\frac{dM}{dt}$  = laju pengeringan (% bb/jam)

M1 = kadar air basis basah pada waktu ke- $t_n$  (% bb)

M2 = kadar air basis basah pada waktu ke- $t_{n+1}$  (% bb)

$\Delta t$  = waktu pengeringan (jam)

## 3.6. Analisis Data

Dari data hasil pengamatan dan pengukuran berupa data temperatur, lama pengeringan, kelembaban, susut bobot, kadar air, dan laju pengeringan disajikan secara deskriptif dalam bentuk tabel dan grafik. Analisis statistik dengan Anova (excell) dan jika diperlukan dilakukan uji lanjutan duncun multiple range test (DMRT).

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

kesimpulan pada penelitian ini adalah:

1. Ketebalan tumpukan berpengaruh terhadap karakteristik pengeringan biji kopi. Semakin tipis tumpukan maka susut bobot semakin tinggi, penurunan kadar air semakin tinggi, dan laju pengeringan semakin cepat.
2. Penurunan kadar air biji kopi di *solar dryer dome* berlangsung lebih cepat daripada pengeringan dengan penjemuran. Kadar air akhir di *solar dryer dome* sebesar 10,19%bb pada 1 tumpukan, 12,72%bb pada 2 tumpukan, dan 16,89%bb pada 3 tumpukan dengan lama waktu pengeringan 10 hari. Kadar air di pengeringan dengan cara penjemuran sebesar 14,48%bb pada 1 tumpukan, 18,47%bb pada 2 tumpukan, dan 21,83%bb pada 3 tumpukan dengan waktu pengeringan 21 hari.
3. Berdasarkan hasil uji Anova perlakuan variasi ketebalan dan cara pengeringan berpengaruh nyata terhadap kadar air biji kopi .
4. Hasil BNT pada hari ke 10 menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan cara pengeringan dan ketebalan tumpukan saling berbeda nyata satu sama lain. Perlakuan menggunakan *solar dryer dome* pada ketebalan 1 tumpukan (P1T1) memiliki kadar air terendah yaitu 10,19 % sedangkan perlakuan dengan cara penjemuran pada ketebalan 3 tumpukan (P2T3) memiliki kadar air tertinggi yaitu 29,28 %.

## 5.2.Saran

Saran untuk melakukan penelitian lanjutan mengenai pengeringan biji kopi pada *solar dryer dome* berupa lama pengeringan biji kopi, dan penambahan parameter laju aliran udara. Penelitian tersebut dapat memberikan pemahaman lebih dalam tentang proses pengeringan biji dan berbagai faktor yang mempengaruhi kualitas biji kopi tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amin, S., dan Rais, M. (2018). Laju Pindah Panas dan Massa pada Proses Pengeringan Gabah Menggunakan Alat Pengering Tipe Bak (*Batch Dryer*). *Jurnal Pendidik Teknol Pertan*. Vol 1 P 87.
- Andrawulan, N.F., Kusnandar., dan Hendrawati, D. (2011). *Analisis Pangan*. Dian Rakyat. Jakarta.
- Arda, G., Gunadnya, p., Yuliantini, N. L. (2015). *Panduan Praktikum Mata Kuliah Teknik pengeringan*. Universitas Udayana. Bali.
- Asiah, N., dan Djaeni, M. (2021). *Konsep Dasar Pengeringan Pangan*. AE Publishing. Malang.
- Brooker, D.B, F.W Bakker –Arkema and C.W Hall. (1974). *Drying Cereal Grains*. The AVI Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2021). *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2020-2022*. Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta.
- Djaeni, M. A., Prastyaningrum, A., dan Mahayana. (2012). Pengeringan Kerajinan dari Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* pada Sprey Dryer Menggunakan Udara yang Didehumadifikasi dengan Zeolit Alam Tinjauan Kualitas Produk dan Efisiensi Energi. *Jurnal Momentum*. 8(2) : 28-34.
- Dwi, M. (2008). Mempelajari Pengeringan Chip Berbahan Campuran Ubi Kayu dan Ubi Jalar dengan Ketebalan yang Berbeda. (*Skripsi*). Universitas Lampung.
- Estiasih, T., dan Ahmadi. (2009). *Teknologi Pengolahan Pangan*. Alfaberta. Bandung.

- Faiz, M. (2018). Analisis Laju Pengeringan Pada Pembuatan Tepung Mocaf dengan Alat Cabinet Dryer. (*Skripsi*). Jurusan Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan. Politeknik Pertanian Negeri Pangkep.
- Fischer , M, Reimann S, Trovato V, Redgwell Rj. (2012). Polysaccharides Of Green Arabica And Robusta Coffee Beans. *J Carbohydr Res* 330:93– 101.
- Hasbullah, U.H., Nirwanto,Y., Lismaini,E.S., Simarmata, M.M., Nur,N.L., Herawati,J., Setiawan, R.B., Xyzlquayna, D., Fersiansyah, M.K., Anggraeni, N., Dalimunthe, B.A. (2021). *Kopi Indonesia*. Yayasan Kita Menulis.Medan.
- Hidgon, J.V., dan Frei, B . (2006). *Coffee and health: a Review of Recent Human Research*. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., Vol 46, pp. 101-123.
- Hoffmann, j. (2014). The World Atlas of Coffee – From Beans to Brewing – Coffees Explored, Explained, and Enjoyed. Firefly Books. London.
- Humair, N. (2014). Kesesuaian Model Pengeringan Lapis Tipis Kunyit ( *Curcuma Domestica Val*). (*Skripsi*). Universitas Hasanuddin. Makassar
- Islami, A. (2015). Karakteristik Pengeringan Bawang Merah (*Alium Ascalonium L.*) menggunakan Alat Pengering Efek Rumah Kaca (Green House Effect). *Artikel Ilmiah*. Universitas Mataram.
- Kulapichitr ,F., Borompichaichartkul C, Suppavorasatit I, Cadwallader KR. (2019). *Impact of drying process on chemical composition and key aroma components of Arabica coffee*. *Food Chemistry*. 291: 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.03.152>.
- Lestari,T., Nelwan, L.O., Darwawati, E., Samsudin, dan Heri, E. P. (2020). Kombinasi Metode Penjemuran dan Pengeringan Tumpukkan Untu Memperbaiki Mutu Biji Kakao Kering. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. Vol 9b, No. 3:264-275.
- Martini, E., Murad, M., dan Putra, G. M. (2017).Modifikasi dan Uji Performansi Alat Pengering Hybrid ( Surya Biomassa) Tipi Rak. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. Vol. 5 No. 1, Hal: 339-347.
- Mulato, S., Atmawinata, O., Yusianto, Widyotomo, S. , dan Handaka. (1998). Kinerja kolektor tenaga matahari pelat datar dan tungku kayu mekanis sebagai sumber panas unit pengering kopi rakyat skala besar. *J Pelita Perkebunan* No.14: 108–123.

- Mulato, S. (2018). Pengolahan Buah Kopi Berorientasi Pasar. <https://www.cctcid.com/2018/08/27/pengolahan-buah-kopiberorientasi-pasar/> . Diunduh pada tanggal 14 April 2024
- Najiyati dan Danarti. (2001). *Pengklasifikasian Fisiologi Tumbuhan*. Pusat Pengembangan Pendidikan Universitas Riau. Pekanbaru.
- Ndukwu, M. C., Dirioha, C., Abam, F. I, dan Ihedewa, V. E. (2017). *Heat and Mass Transfer Parameters in the Drying of Cocoyam Slice. Case Studies in Thermal Engineering*, 9: 62- 71. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2016.12.003>(Juli 2024),
- Novita, E., Ahmad, H. (2013). Teknologi pengeringan Efek rumah Kaca Sebagai Sumber Energi Alternatif Bangunan Pengering Hasil Pertanian. *Artikel Ilmiah*. Universitas Jember.
- Prastowo, B., Karmawati, E., Rubiyo., Siswanto., Indrawanto, C., dan S. J. Munarso. (2010). *Budidaya dan Pasca Panen Kopi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor.
- Rahardjo, P. (2013). *KOPI*. Bogor (ID): Penebar Swadaya.
- Ramanda, E., A.I. Hasyim, dan D.A.H. Lestari. (2016). Analisis Daya Saing dan Mutu Kopi di Kecamatan Sumberjaya Kabupaten Lampung Barat. *JIIA 4* (3) : 253 – 261.
- Rosmaya, N. (2020). *Karakteristik Biji Kopi Robusta (coffe canephora) Berdasarkan variasi Metode Pengeringan Greenhouse dan Suhu kamar Terhadap Mutu Fisik, Kimia, dan Citra Rasa*. (Skripsi). Universitas Jember.
- Runesi, R.Y., Koehuan, V.A., dan Nurhayati, N. (2020). Studi Eksprimental Skala Laboratorium Rumah Pengering Kopi Menggunakan Plastik Ultra Violet (UV Solar Dryer) Dengan Mekanisme Konveksi Paksa. *J. Tek. Mesin Undana*. Vol 7(02): 28-37.
- Santoso, D., Muhidong, D., dan Mursalim, M. (2018). Model Matematis Pengeringan Lapis Tipis Biji Kopi Arabika (*Coffeae Arabica*) Dan Biji Kopi Robusta (*Coffeae Cannephora*). *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 22(1), 86-95.
- Sari, L. P. (2016). *Pemanfaatan Tepung Sorgum Putih sebagai Bahan Substitusi dalam Pembuatan Sus Songgobuwono (SOBUKOCAN) dan Bolu Kukus (BOUTRICAN)*. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta

- Sary, R. (2016). Kaji Eksperimental Pengeringan Biji Kopi dengan menggunakan Sistem Konveksi Paksa. *J. Polimesin* 14(2) : 13 – 18.
- Siagian, H. F. (2009). *Penggunaan Bahan Penjerat Etilen Pada Penyimpanan Pisang Barangan dengan Kemasan Atmosfer Termodifikasi Aktif*. (Skripsi). Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sirappa, M. L., Heryanto, R., Silitonga, Y. R. (2024). Standarisasi Pengolahan Biji Kopi Berkualitas. *Warta BSIP Perkebunan*. Vol. 2 No. 1: 18-25
- Siregar, k. (2001). *Uji Kinerja Mesin Pengering Tipe bak yang menggunakan Penukar Panas Pipa Vertikal Sebagai Penyedia Panas*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor.
- Soemarno, D., Mawardi, S., Prayuningsih, H. (2009). Peningkatan Nilai Tambah Pengolahan Kopi Arabika Metode Basah Menggunakan Kegiatan Bermediasi (Motramed) Pada Unit Pengolahan hasil di Kabupaten Ngada, NTT. *Pelita Perkebunan* vol.25 No.1: 38-54.
- Sulistya, W. (1995). *Application D'une Methode D'analyse Factorielle en composantes Principales Par Rapport Aux Distributions Der Precipitations En Indonesie*. Univ Blaise Pascal. Prancis.
- Taib, G., Gambira, S., dan Wirraatmaja, S. (1988). *Operasi Pengeringan pada Pengolahan Hasil Pertanian*. PT Melton Putra. Jakarta.
- Tangasari, D . (2014). *Sifat Teknik dan karakteristik Pengeringan Biji Jagung (Zea Mays L.) pada Alat Pengering Fluidized Beds*. (Skripsi). Program Studi Teknik Pertanian. Unuversitas Mataram. Mataram.
- Tamrin. (2013). *Tenik Pengeringan*. Buku Ajar. Teknik Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Taufiq, M. (2004). *Pengaruh Temperatur Terhadap Laju Pengeringan Jagung Pada Pengeringan Konvensional dan Fluidized Bed*. (Skripsi). Universitas Sebelas Maret.
- Thahir, R. (1988). *Teknologi Pasca Panen jagung*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor
- Widyotomo, S., dan Mulato, S. (2005). Penentuan Karakteristik Pengeringan Kopi Robusta Lapis Tebal. *Buletin Ilmiah INSTIPER* Vol. 12 No. 1, pp 15-37.

- Widyanti, N. L., Yulianti, N. L., dan Setiyo, Y. (2021). Karakteristik Pengeringan dan Sifat Fisik Bubuk Jahe Merah Kering (*Zingiber Offinale* Var. *rubrum*) dengan Variasi Ketebalan Irisan dan Suhu Pengeringan. *J. BETA (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, Vol. 9 No. 2, p. 148, doi: 10.24843/jbeta.2021.v09.i02.01.
- Winarno, F.G. (2004). *Kimia pangan dan gizi*. Gamedia Pustaka Utama. PT Gamedia, Jakarta. hal 194
- Yani, E. (2009). Analisa Efisiensi Pengeringan Ikan Nila Pada Pengering Surya Aktif Tidak Langsung. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Andalas. Padang. 2: 26-33
- Yani, E., dan Fajrin, S. (2013). Karakteristik Pengeringan Biji Kopi Berdasarkan Variasi Kecepatan Aliran Udara Pada Solar dryer. *Teknik A* Vol. 20 No. 1
- Yuhono, J. T. dan djaenudi. (2009). *Penerapan Sistim ( Depect Syistem) Dan Citrarasa Kopi Upaya Peningkatan Mutu Kopi di Provinsi Lampung*. Pusat Peneliataan Sosial Ekonomi Kehutanan. Bandar Lampung.
- Yusianto. (2014). Mutu Fisik dan Citrarasa Kopi Arabika yang Disimpan Buahnya Sebelum di Pulping. *Pelita Perkebunan*, Vol. 20 No. 2 Hal. 137-158.