

**KARAKTERISTIK PENGERINGAN BIJI KOPI ARABIKA
(*COFFEA ARABICA* L.) HASIL PENGOLAHAN
METODE *HONEY***

**NURUL WAHYUNI
G041 19 1046**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**KARAKTERISTIK PENGERINGAN BIJI KOPI ARABIKA
(*Coffea arabica* L.) HASIL PENGOLAHAN
METODE *HONEY***

**NURUL WAHYUNI
G041 19 1046**



Skripsi

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian

Pada
Departemen Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**KARAKTERISTIK PENGERINGAN BIJI KOPI ARABIKA
(*Coffea arabica* L.) HASIL PENGOLAHAN
METODE *HONEY***

Disusun dan diajukan oleh

**NURUL WAHYUNI
G041 19 1046**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 20 November 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Ir. Mursalin, IPU, ASEAN Eng.
NIP. 19610510 198702 1 001

Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. Iqbal, S.TP., M.Si., IPM.
NIP. 19781225 200212 1 001

Ketua Program Studi
Teknik Pertanian

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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurul Wahyuni
NIM : G041.19.1046
Program Studi : Teknik Pertanian
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul Karakteristik Pengeringan Biji Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) Hasil Pengolahan Metode *Honey* adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari skripsi karya saya ini membuktikan bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 20 November 2023

Yang Menyatakan


METERAI TEMPEL
47AKX794179555
Nurul Wahyuni

ABSTRAK

NURUL WAHYUNI (G041 19 1046). Karakteristik Pengeringan Biji Kopi Arabika (*Coffea Arabica* L.) Hasil Pengolahan Metode *Honey*. Pembimbing: MURSALIM dan IQBAL.

Proses pengolahan biji kopi yang tepat menjadi salah satu faktor penting yang harus diperhatikan dalam mempertahankan mutu kopi yang baik. Metode pengolahan biji kopi terbagi menjadi tiga yaitu metode pencucian penuh, natural dan *honey*. Akan tetapi pada penelitian ini menggunakan metode *honey*, sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu yang digunakan pada pola penurunan kadar air, *moisture ratio*, laju pengeringan kopi arabika selama pengeringan dengan metode *honey* dan mengetahui model pengeringan yang sesuai dengan karakteristik biji kopi arabika. Metode yang digunakan dengan menggunakan tipe mesin pengering *bed dryer* dengan variasi suhu pengering yakni 40 °C, 45 °C dan 50 °C dengan interval waktu 1 jam. Berdasarkan penelitian ini didapatkan hasil yaitu, adanya pemberian variasi suhu sangat berpengaruh terhadap pengeringan, sehingga semakin tinggi suhu yang digunakan semakin cepat proses untuk mencapai kadar air konstan. Pada pengujian model didapatkan hasil bahwa model *page* adalah model pengeringan lapis tipis biji kopi arabika metode *honey* terbaik yang sesuai untuk mempresentasikan hasil penurunan kadar air dan *Moisture Ratio*. Pada penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa pola penurunan kadar air, *moisture ratio* dan laju pengeringan menggambarkan pola menurun yaitu semakin lama waktu pengeringan maka penurunan tersebut akan semakin menurun dan mendatar menjelang akhir pengeringan dan adapun model pengeringan yang menggambarkan karakteristik pengeringan lapisan tipis biji kopi arabika yang paling sesuai untuk tiap perlakuan dengan suhu 40 °C, 45 °C dan 50 °C yaitu model *page*.

Kata Kunci: Kadar air, *Moisture ratio*, laju pengeringan, Metode *honey*

ABSTRACT

NURUL WAHYUNI (G041 19 1046). *Drying Characteristics of Arabica Coffee Beans (Coffea arabica L.) Resulting From Honey Method Processing*. Supervisors: MURSALIM and IQBAL.

Proper processing of coffee beans is one of the important factors that must be considered in maintaining good coffee quality. Coffee bean processing methods are divided into three categories: washed, natural, and honey. However, in this study using the honey method, the study aims to determine the time used in the pattern of decreasing water content, moisture ratio, and drying rate of arabica coffee during drying with the honey method and determine the drying model that by the characteristics of arabica coffee beans. The method used is a bed drier type dryer with variations in dryer temperature, 40 °C, 45 °C, and 50 °C with a time interval of 1 hour. Based on this research, the results obtained are that the provision of temperature variations is very influential on drying, so the higher the temperature is used, the faster the process achieves constant moisture content. In model testing, it was found that the page model is the best honey method thin layer drying model for Arabica coffee beans. It is suitable for presenting the results of the decrease in moisture content and the moisture ratio. In this study, it was concluded that the pattern of decreasing water content, moisture ratio, and drying rate illustrates a decreasing pattern, namely that the longer the drying time, the decrease will decrease and flatten towards the end of drying, and there is a drying model that describes the characteristics of layer drying.

Keywords: *Water content, Moisture ratio, drying rate, Honey method*

PERSANTUNAN

Puji syukur alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena dengan segala rahmat dan hidayahNya-lah sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan tugas akhir atau skripsi yang berjudul “Karakteristik Pengeringan Biji Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) Hasil Pengolahan Metode *Honey*”. Penyusunan skripsi ini bisa terselesaikan, tentunya tidak terlepas dari *support*, bimbingan dan doa dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Ayahanda **Alm. Ahmadi** dan Ibunda **Jusmala** serta saudara(i) saya atas setiap doa tulus yang senantiasa dipanjatkan, dukungan dan pengorbanan yang tidak terhingga berupa materi yang diberikan kepada penulis selama perkuliahan sampai penyelesaian skripsi ini.
2. **Prof. Dr. Ir. Mursalim, IPU, ASEAN Eng.** dan **Dr. Ir. Iqbal, S.TP., M.Si., IPM.** selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, kritikan, saran dan arahan kepada penulis dalam penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian hingga menyelesaikan skripsi sebagai tugas akhir.
3. **Dr. Ir. Mahmud Achmad, MP.** dan **Husnul Mubarak, S.TP., M.Si.** selaku dosen penguji yang memberikan saran dan arahan kepada penulis tentang penyusunan skripsi yang baik dan benar.
4. **Para dosen dan staf Program Studi Teknik Pertanian** yang telah memberikan banyak ilmunya kepada penulis dari semester satu sampai semester delapan.
5. **Anita** yang selaku teman yang menemani dalam keadaan apapun mulai dari awal perkuliahan sampai dengan menyelesaikan skripsi.
6. **Kak Muslih, Mika, Alvin, Apin, Agung, kak Apping dan kak Arifuddin, S.Farm.** yang telah membantu dalam perlengkapan bahan dan tempat pada penelitian ini.
7. **Kak Asnidar Mastam, S.TP., M.TP.** selaku senior yang banyak membantu penulis dalam berbagai hal salah satunya penyelesaian skripsi ini.
8. **Teman-teman Piston 2019, HIMATEPA-UH, KKNT MBKM Bantaeng, Nurul Aulyah, Rahmila Siswati, Fitri Yunita, Kiki Febrianti, Rina Dewi**

Jaya, Lutpiah Raodah Syarif, Dwi Mentari Thamsyul, Selpiah, Fernando, Sulhikma Ramadhan, Putu Laksmana, Sultan Erlangga, A. Muh. Ilham, Mudya Irman, Rismawati, Yusrianti dan Yunita, serta semua teman-teman yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang selalu membantu dan mendukung sejak awal masuk kampus sampai sekarang berupa ide dan tenaga dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga segala kebaikan mereka senantiasa dibalas oleh Allah SWT. dengan kebaikan dan pahala yang berlipat ganda. Harapan penulis, semoga tugas akhir atau skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

Makassar, 20 November 2023

Nurul Wahyuni

RIWAYAT HIDUP



NURUL WAHYUNI lahir di Bulukumba, 28 April 2000. Anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan bapak Alm. Ahmadi dan Ibu Jusmala. Adapun riwayat pendidikan yang pernah ditempuh oleh penulis, yaitu sebagai berikut:

1. Pendidikan sekolah dasar di MIN Benjala pada tahun 2007-2013.
2. Pendidikan sekolah menengah pertama di MTS Benjala pada tahun 2013-2016.
3. Pendidikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 3 Bulukumba pada tahun 2016-2019.
4. Pendidikan SI Program Studi Teknik Pertanian di kampus Universitas Hasanuddin Makassar di tahun 2019.

Selama menempuh pendidikan di dunia perkuliahan, penulis aktif mengikuti berbagai kegiatan akademik dan non-akademik yang dapat membantu dalam proses pembelajaran. Penulis juga turut berpartisipasi di berbagai organisasi kampus, salah satunya adalah pernah menjabat sebagai Sekertaris Bidang Keilmuan dan Keorganisasian dan Koord. Stering Musyawarah Anggota di Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATEPA-UH) pada periode 2021-2022. Selain hal tersebut, penulis juga pernah menjadi asisten mata kuliah praktikum di bawah naungan *Agricultural Engineering Study Club* (TSC 2022-2023).

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
PERSANTUNAN	vii
RIWAYAT HIDUP	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tanaman Kopi.....	4
2.2 Kopi Arabika	5
2.3 Pasca Panen Kopi Arabika (<i>Coffea Arabica</i> L.)	7
2.3.1 Metode Natural.....	7
2.3.2 Metode <i>Full Washed</i>	7
2.3.3 Metode <i>Honey</i>	8
2.4 Pengupasan Kulit Kopi.....	9
2.5 Mesin Pengering <i>Bed Dryer</i>	9
2.6 Pengeringan	10
2.6.1 Pengeringan Alami.....	11
2.6.2 Pengeringan Mekanis.....	12
2.6.3 Pengeringan kombinasi	12
2.6.3.1 Luas Permukaan	14
2.6.3.2 Perbedaan Suhu dan Udara Sekitarnya	14

2.6.3.3 Kecepatan Aliran Udara	14
2.6.3.4 Tekanan Udara	14
2.7 Laju Pengeringan	14
2.8 Suhu	16
2.9 Kelembaban Relatif (RH).....	16
2.10 Kadar Air	17
2.11 <i>Moisture Ratio</i> (MR)	19
2.12 Model Pengeringan Lapis Tipis	20
2.12.1 Model Newton	21
2.12.2 Model Page	22
2.12.3 Model Hendarston-Pabis.....	22
3. METODOLOGI PENELITIAN.....	24
3.1 Waktu dan Tempat.....	24
3.2 Alat dan Bahan.....	24
3.3 Prosedur Penelitian	24
3.3.1 Persiapan Biji Kopi Arabika Metode <i>Honey</i>	24
3.3.2 Proses pengeringan	24
3.3.3 Pengolahan Data.....	25
3.3.3.1 Kadar Air	25
3.3.3.2 Laju Pengeringan	25
3.3.3.3 <i>Moisture Ratio</i> (MR).....	25
3.3.3.4 Pengujian Model.....	25
3.3.3.5 Model Pengeringan	26
3.4 Diagram Alir Penelitian	27
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1 Pola Penurunan Kadar Air.....	28
4.2 Pola Penurunan <i>Moisture Ratio</i> (MR)	30
4.3 Laju Pengeringan	31
4.4 Pengujian Model Pengeringan	33
4.5 Observasi dan Prediksi MR.....	34
5. PENUTUP	36
Kesimpulan.....	36

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tanaman kopi arabika	5
Gambar 2. Kopi arabika.....	6
Gambar 3. Pengering surya tipe bak.....	10
Gambar 4. Pengeringan alami.....	12
Gambar 5. Pengeringan mekanis.....	12
Gambar 6. Pengeringan kombinasi.....	13
Gambar 7. Sketsa alat pengeringan tipe bed dryer	25
Gambar 8. Diagram alir penelitian.....	27
Gambar 9. Grafik pola penurunan KaBb biji kopi arabika.....	28
Gambar 10. Grafik pola penurunan KaBk biji kopi arabika	29
Gambar 11. Grafik pola penuruna Moisture Ratio (MR)	30
Gambar 12. Hubungan antara laju pengeringan dan KaBb.....	31
Gambar 13. Hubungan antara laju pengeringan dan waktu	32
Gambar 14. Perbandingan nilai MR observasi dan prediksi suhu 40 °C model page.....	34
Gambar 15. Perbandingan nilai MR observasi dan prediksi suhu 45 °C model page.....	34
Gambar 16. Perbandingan nilai MR observasi dan prediksi suhu 50 °C model page.....	34
Gambar 17. Hubungan MR observasi dan prediksi model newton suhu 40 ...	54
Gambar 18. Hubungan MR observasi dan prediksi model handerson suhu 40 °C.....	54
Gambar 19. Hubungan MR observasi dan prediksi model newton suhu 45 °C.....	54
Gambar 20. Hubungan MR observasi dan prediksi model handerson suhu 45 °C.....	55
Gambar 21. Hubungan MR observasi dan prediksi model newton suhu 50 °C.....	55
Gambar 22. Hubungan MR observasi dan prediksi model handerson suhu 50 °C.....	55
Gambar 23. Kopi ceri sebelum sortir	56
Gambar 24. Pengupasan kulit daging buah menggunakan pulper.....	56
Gambar 25. Penyortiran biji kopi setelah pulper	56

Gambar 26. Proses pengeringan biji kopi arabika dengan mesin tipe bed driyer.....	57
Gambar 27. Mesin pengering tipe bed driyer.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Syarat mutu khusus kopi arabika berdasarkan ukuran biji	7
Tabel 2. Model matematika pengeringan lapis tipis	21
Tabel 3. Hasil analisis persamaan model biji kopi arabika	33
Tabel 4. Hasil perhitungan kadar air setiap perlakuan pada suhu 40 °C.....	42
Tabel 5. Hasil perhitungan kadar air setiap perlakuan pada suhu 45 °C.....	43
Tabel 6. Hasil perhitungan kadar air setiap perlakuan pada suhu 50 °C.....	44
Tabel 7. Hasil perhitungan kadar air setiap perlakuan pada suhu 40 °C.....	45
Tabel 8. Hasil perhitungan kadar air setiap perlakuan pada suhu 45 °C.....	46
Tabel 9. Hasil perhitungan kadar air setiap perlakuan pada suhu 50 °C.....	47
Tabel 10. Hasil perhitungan laju pengeringan setiap perlakuan suhu 40 °C	48
Tabel 11. Hasil perhitungan laju pengeringan setiap perlakuan suhu 45 °C	49
Tabel 12. Hasil perhitungan laju pengeringan setiap perlakuan suhu 50 °C	50
Tabel 13. Hasil perhitungan <i>moisture ratio</i> setiap perlakuan suhu 40 °C.....	51
Tabel 14. Hasil perhitungan <i>moisture ratio</i> setiap perlakuan suhu 45 °C	52
Tabel 15. Hasil perhitungan <i>moisture ratio</i> setiap perlakuan suhu 50 °C	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil perhitungan kadar air basis basah (KaBb)	42
Lampiran 2. Hasil perhitungan kadar air basis basah (KaBb)	43
Lampiran 3. Hasil perhitungan kadar air basis basah (KaBb)	44
Lampiran 4. Hasil perhitungan kadar air basis kering (KaBk)	45
Lampiran 5. Hasil perhitungan kadar air basis kering (KaBk)	46
Lampiran 6. Hasil perhitungan kadar air basis kering (KaBk)	47
Lampiran 7. Hasil perhitungan laju pengeringan	48
Lampiran 8. Hasil perhitungan laju pengeringan	49
Lampiran 9. Hasil perhitungan laju pengeringan	50
Lampiran 10. Hasil perhitungan Moisture Ratio (MR)	51
Lampiran 11. Hasil perhitungan Moisture Ratio (MR)	52
Lampiran 12. Hasil perhitungan Moisture Ratio (MR)	53
Lampiran 13. Model pengeringan lapisan tipis	54
Lampiran 14. Dokumentasi penelitian.....	56

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan komoditas perkebunan andalan Indonesia dengan harga jual yang relatif stabil dengan memberikan kontribusi terhadap Indonesia serta berperan penting dalam mengembangkan perekonomian masyarakat. Indonesia menempati posisi ketiga dalam pasar primer global, setelah Brazil dan Colombia. Menurut data Badan Pusat Statistika (BPS) pada tahun 2020 produksi kopi telah mencapai 762,000 ton. Robusta dan arabika adalah dua jenis kopi yang paling banyak ditanam. Karena citarasanya yang tinggi, banyak perkebunan rakyat berkonsentrasi pada keduanya. Kualitas dan cita rasa biji kopi ditentukan oleh proses penanaman dan pengolahan. Oleh karena itu, proses pengolahan sebagai faktor utama untuk mencapai kualitas dan mutu yang baik (Santoso *et al.*, 2018).

Meningkatnya permintaan kopi saat ini dengan kualitas yang banyak diminta oleh konsumen dalam maupun luar negeri semakin menuntut kualitas kopi yang baik, sehingga menghasilkan kopi berkualitas tinggi yang sangat dipengaruhi oleh proses pengolahan. Pengolahan biji kopi yang tepat adalah salah satu tahapan penting dalam pengembangan kopi (Priadi *et al.*, 2017). Kualitas fisik dan mutu kopi sangat ditentukan oleh faktor genetik, kondisi pertumbuhan, metode pengolahan, dan teknik pengeringan yang digunakan. Menurut Sulistyaningtyas (2017), menyatakan bahwa beberapa metode pengolahan biji kopi dapat digunakan untuk menentukan kualitas dan citarasa yang baik, seperti proses kering (*dry process*), basah (*wet process*), dan *honey*.

Proses pengeringan kopi dengan pengolahan kopi basah secara signifikan meningkatkan kualitas fisik biji kopi yang baik yang banyak dilakukan oleh petani secara tradisional. Proses pengolahan biji kopi basah (metode pencucian penuh) adalah metode yang dilakukan proses fermentasi dengan menggunakan air pada proses penggilingan (pengupasan) biji kopi sebelum melakukan proses pengeringan dan proses fermentasi. Proses dengan metode (setengah cuci) adalah metode yang digunakan untuk menurunkan dan menghilangkan senyawa lendir dari biji yang telah dilakukan pengupasan atau dengan kata lain kedua metode ini hampir sama dalam proses pengolahannya. Sedangkan pada proses pengolahan olah kering pada

biji kopi (natural) tidak melakukan proses fermentasi atau proses penggilingan (pengupasan) pada biji kopi sebelum dikeringkan (Firdissa *et al.*, 2022).

Proses pengolahan *honey* yaitu dilakukan proses fermentasi dengan kulit luar sebelum melakukan proses penggilingan (*pulping*) dengan tanpa menggunakan air atau dilakukan proses penggilingan (*pulping*) secara kering setelah fermentasi. Proses fermentasi dengan kulit luar bertujuan untuk melepaskan lendir dari kulit tanduk kopi selain membentuk citarasa kopi (Oktadina *et al.*, 2013). Proses pengolahan biji kopi dengan *honey* akan memberikan cita rasa yang berbeda dan unik pada kopi, yaitu lebih manis, keasaman seimbang, dan cita rasa buah yang unik (Abubakar *et al.*, 2019). Hasil pengolahan metode *honey* juga mempunyai keunikan lain dari segi penyimpanan kopi yang lama akan mempertahankan aroma kopi serta tahan terhadap jamur dalam masa simpan dengan kadar air yang rendah dan kelembaban yang sesuai.

Pengeringan merupakan proses penting yang harus dijalani biji kopi agar dapat menghasilkan kopi yang berkualitas tinggi. Pengeringan kopi bertujuan untuk mengurangi kadar air pada biji kopi untuk mencapai kualitas dan kadar air Standar Nasional Indonesia (SNI) yang dikomersialkan sekitar 12-14% yang termasuk kadar air basis basah dan basis kering. Salah satu dari dua metode pengeringan biji kopi adalah metode tradisional yang biasa digunakan oleh petani. Cara ini memerlukan lahan yang luas untuk mengeringkan biji kopi. Pengeringan mekanis menggunakan mesin pengering yang memerlukan banyak biaya pengering namun tidak memerlukan ruang serta dapat mempersingkat waktu pengeringan biji kopi. Karakteristik fisik biji kopi, seperti kerasan, kadar air, cita rasa, dan kualitasnya, dipengaruhi oleh proses pengeringan yang tepat. Santoso & Saat, (2018), juga berpendapat bahwa karakteristik yang baik diperoleh setelah melakukan proses pengeringan dengan menghasilkan kualitas mutu yang sesuai.

Berdasarkan uraian di atas, tentang “Karakteristik Pengeringan Kopi Arabika (*coffea Arabica* L.) Hasil Pengolahan Metode *Honey*” menggunakan alat pengering tipe *bed dryer* maka dapat diketahui laju pengeringan, kadar air, *Moisture Ratio* (MR) dan model pengeringan yang sesuai pada biji kopi arabika dengan melakukan tiga perbandingan variabel suhu serta dapat mengetahui berapa lama waktu pengeringan yang dibutuhkan untuk mencapai kadar air konstan yang sesuai SNI.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian variasi suhu terhadap pola penurunan kadar air, *moisture ratio*, laju pengeringan biji kopi arabika selama pengeringan mekanis dengan metode *honey* dan mengetahui model pengeringan yang tepat dengan karakteristik biji kopi arabika.

Kegunaan dari penelitian ini ialah dapat dimanfaatkan sebagai bahan informasi dalam pengeringan kopi arabika di dunia industri pengolahan kopi maupun dalam dunia perkuliahan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kopi

Kopi (*coffea* sp.) adalah tanaman dalam *family rubiaceae*, untuk menghasilkan kopi yang optimal perlu diperhatikan kondisi lingkungan pertumbuhan tanaman kopi sebagai faktor eksternal. Kondisi lingkungan ini dapat menjadi penghambat pertumbuhan dan produksi tanaman kopi. Kondisi tersebut merupakan bagian dari komponen agroekosistem tanaman kopi. Tanaman kopi merupakan komoditas perkebunan masuk ke dalam kategori strategis karena selain memenuhi persyaratan dalam negeri, tanaman kopi juga dapat diekspor untuk menghasilkan pendapatan bagi negara. Dibandingkan dengan tanaman perkebunan lainnya, tanaman kopi memiliki peran yang signifikan dalam pendapatan negara dan memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi. Sekitar 1,5 juta petani Indonesia menghasilkan uang dari kopi, yang juga menjadi sumber pendapatan bagi negara.

Oleh karena itu, Kopi yang berkualitas baik akan menghasilkan cita rasa yang nikmat. Oleh karena itu, mutu kopi merupakan faktor yang sangat penting untuk diperhatikan. Menurut Wiyono (2019), standar mutu kopi Indonesia telah diterapkan dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2970-2008, yaitu :

- a. Kadar air maksimal 12,5 %
- b. Kadar kotoran maksimal 0 %
- c. Bebas dari serangga hidup
- d. Bebas dari biji berbau busuk dan atau berbau kapang

Berdasarkan data produksi Luas tanam kopi Indonesia mencapai 1,2 juta hektar, dengan 96% di antaranya merupakan perkebunan rakyat, menjadikan negara sebagai penghasil kopi terbesar ketiga di dunia setelah Vietnam dan Brazil (Defitri, 2016). dua jenis kopi yang ditanam di Indonesia yaitu kopi robusta dan arabika. Tanaman kopi indonesia tergolong dalam dua jenis kopi yaitu kopi arabika dan kopi robusta. Tanaman kopi arabika dan robusta merupakan komoditas penting di Indonesia dengan keunggulan dan prospek yang menjanjikan. Kopi arabika dikenal dengan cita rasanya yang khas dan pemasarannya dilakukan secara khusus, sedangkan kopi robusta memiliki nilai strategis dalam pemberdayaan ekonomi

masyarakat Indonesia memiliki potensi yang besar untuk mengembangkan budidaya kopi. Hal ini didukung oleh iklim yang tepat dan luas lahan yang memadai. Dengan 12.987 ton kopi robusta dan 103 ton kopi arabika, menjadikan Provinsi Jambi sebagai penghasil kopi terbesar di Indonesia (Dinas Perkebunan Provinsi Jambi, 2012).



Gambar 1. Tanaman kopi arabika
(sumber : Defitri, 2016)

Menurut Rahardjo (2017), klasifikasi tanaman kopi adalah sebagai berikut:

- Kingdom : *Plantae*
- Subkingdom : *Tracheobionta*
- Super Divisi : *Spermatophyta*
- Divisi : *Magnoliophyta*
- Kelas : *Magnoliopsida*
- Sub Kelas : *Asteridae*
- Ordo : *Rubiales*
- Famili : *Rubiaceae*
- Genus : *Coffea*
- Spesies : *Coffea* sp. (*Coffea arabica* L., *Coffea canephora*, *Coffea liberica*, *Coffea excelsa*)

2.2 Kopi Arabika

Kopi arabika termasuk jenis tanaman yang berbentuk pohon dan termasuk kedalam jenis *family rubiceae*. Tanaman kopi jenis Arabika ini termasuk minuman yang berkhasiat dan ditemukan serta diolah menjadi minuman yang dapat meningkatkan energi. Minuman yang terbuat dari kopi ditemukan pada 1000 SM

yang lalu dan ditemukan oleh Ethiopia. Kopi pertama kalinya berkembang negara Arab pada bagian selatan (Fadri *et al.*, 2022).

Kopi arabika membutuhkan ketinggian antara 500-1700 meter suhu tahunan rata-rata 17-21 °C. Kopi Arabika ditanam di dataran rendah di bawah 500 meter di atas permukaan laut, memiliki kualitas yang lebih rendah dan rentan terhadap penyakit karat daun. Hal ini disebabkan oleh kondisi lingkungan di dataran rendah lebih panas dan lembap, sehingga tidak sesuai untuk pertumbuhan kopi Arabika (Taringan *et al.*, 2015).

Biji kopi arabika memiliki ciri-ciri warna kecoklatan apabila biji kopi arabika ini terolah dengan baik. Panjang daun dari kopi jenis ini berkisar diantara 10-15 cm dan memiliki lebar dengan kisaran ukuran yaitu 4-6 cm. Jenis kopi arabika ini memiliki bobot biji yang berkisar antara 18-22 g. Cita rasa dari kopi jenis arabika ini memiliki khas yang pahit, namun berbeda dengan jenis kopi lain seperti jenis kopi robusta. Kopi arabika merupakan jenis kopi dengan rasa yang kompleks. Rasanya yang khas berasal dari nuansa bunga dan buah-buahan yang harum (Fadri *et al.*, 2022).



Gambar 2. Kopi arabika
(Sumber : Fadri *et al.*, 2022).

Berdasarkan ISO mutu adalah kemampuan yang dapat menentukan Karakteristik produk adalah ciri khas yang dimiliki suatu produk yang dapat memenuhi keinginan konsumen dan permintaan pasar. Mutu kopi ditentukan oleh konsumen berdasarkan kriteria yang mereka anggap penting, seperti rasa, aroma, dan penampilan. Kriteria ini dapat berbeda-beda antar konsumen, tergantung pada selera dan pengalaman mereka. (Leroy *et al.* 2006). Karakteristik kopi adalah sifat-sifat fisik dan kimia yang dapat dilihat dan diukur secara langsung, serta merupakan komponen penting dari kualitas kopi. Kualitas kopi dipengaruhi oleh

faktor-faktor seperti produksi, harga, dan budaya. Kualitas kopi pada tingkat eksportir dan importir tergantung pada banyak faktor seperti harga, ukuran biji, tingkat cacat, ketersediaan produk, dan karakteristik (Hailemichael, 2009).

Tabel 1. Syarat mutu khusus kopi arabika berdasarkan ukuran biji

Ukuran	Kriteria	Satuan	Persyaratan
Besar	Tidak lolos ayakan berdiameter 6,5 mm (<i>sieve no.15</i>)	% fraksi massa	Maks. Lolos 5
Sedang	Lolos ayakan 6,5 mm, tidak lolos ayakan berdiameter 6 mm (<i>sieve no.15</i>)	% fraksi massa	Maks. Lolos 5
Kecil	Lolos ayakan 6 mm, tidak lolos ayakan berdiameter 5 mm (<i>sieve no.15</i>)	% fraksi massa	Maks. Lolos 5

(Sumber: Badan Standarisasi Nasional 2008).

2.3 Pasca Panen Kopi Arabika (*Coffea Arabica L.*)

Kualitas dan kuantitas produksi kopi dipengaruhi oleh proses panen dan pasca panen. Pemanenan kopi yang tepat dapat meningkatkan mutu dan jumlah produksi, sedangkan pengolahan biji kopi yang tepat dapat mempertahankan mutu. Metode pengolahan biji kopi terbagi menjadi tiga, yaitu pencucian penuh, natural, dan honey. Ketiga metode tersebut bertujuan untuk menghilangkan lendir dan mengurangi kadar air biji kopi (Wibowo & Cita., 2022).

Menurut Baggenstoss *et al.* (2023), tiga metode pengolahan biji kopi arabika untuk menghasilkan aroma serta rasa kopi yang bervariasi, yaitu:

2.3.1 Metode Natural

Pengolahan biji kopi arabika dengan metode natural adalah metode pengeringan buah kopi secara langsung sebelum dilakukan proses pengupasan dan tanpa dilakukan proses fermentasi pada biji kopi. Perkembangan jamur sangat diperhatikan pada setiap perlakuan. Biji kopi dikeringkan hingga kulit terluarnya berwarna coklat tua dan rapuh hingga mencapai kadar air 12%.

2.3.2 Metode *Full Washed*

Proses pengolahan biji kopi secara *full washed* adalah proses pencucian buah kopi dengan kulitnya terpisah. Proses ini dilakukan fermentasi selama 40 jam dalam

air yang diganti tiga kali. Fermentasi bertujuan untuk menghilangkan lapisan lendir yang menyelimuti biji kopi (metode pencucian penuh). Ketika lendir pada kopi benar-benar terdegradasi, biji kopi dicuci secara intensif untuk menghilangkan lendir secara total. Pengeringan biji kopi dilakukan di bawah sinar matahari langsung di atas kawat jaring hingga mencapai kadar air 12%.

2.3.3 Metode *Honey*

Salah satu metode pengolahan biji kopi arabika adalah menggunakan metode *honey* dengan melakukan proses fermentasi terlebih dahulu selama 3 hari. Setelah itu, kulit buah kopi dikupas dan dikeringkan hingga kadar airnya mencapai 12% sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Secara umum, Proses pengolahan kopi dengan dua metode pengeringan, yaitu pengeringan langsung dan pengeringan basah. Pengeringan langsung dilakukan dengan mengeringkan ceri kopi secara utuh, sedangkan pengeringan basah dilakukan dengan memisahkan ceri kopi dari kulitnya terlebih dahulu. Proses pengeringan langsung disebut juga dengan OIB (*Oest Indische Bereiding*), sedangkan proses pengeringan basah disebut juga dengan WIB (*West Indische Bereiding*). Perbedaan pengolahan ini dapat dibedakan dengan cara penggunaan air pada proses pengupasan maupun pencucian biji kopi. Penggunaan air yang tidak tepat pada proses pengupasan dan pengeringan biji kopi dapat menghambat penurunan kadar air biji kopi. Hal ini dapat menyebabkan biji kopi menjadi berjamur dan menurunkan kualitas mutu biji kopi (Dairobbi *et al.*, 2018).

Budidaya kopi rakyat di Indonesia berkembang pesat. Untuk menghasilkan biji kopi bermutu tinggi, diperlukan cara dan metode pengolahan yang sesuai dengan kondisi petani. Dengan jaminan mutu, ketersediaan, dan pasokan yang berkelanjutan, biji kopi rakyat dapat dijual lebih mahal dan menguntungkan (Rahayu & Riendriasari, 2016). Oleh karena itu, metode pengolahan pascapanen menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap kualitas kopi secara keseluruhan. Nilai kualitas kopi tertinggi terdapat pada pengolahan kopi dengan metode basah. Hal ini menunjukkan bahwa pengolahan kering dan basah dilakukan penjemuran pada tempat yang sesuai menghasilkan kualitas yang baik. Menurut Banti *et al.* (2021), metode pengolahan basah menghasilkan nilai rata-rata yang tinggi untuk

kualitas kopi yang baik. Pengeringan menggunakan tenaga surya matahari menjadi salah satu metode yang ekonomis dan efektif dalam menghasilkan kopi berkualitas tinggi pada kondisi lingkungan baik.

2.4 Pengupasan Kulit Kopi

Kualitas yang baik pada biji kopi selain memenuhi syarat tingkat kematangan juga ditentukan oleh proses pengolahannya. Salah satu proses pengolahannya yaitu proses pengupasan kulit kopi. Pengupasan kulit kopi basah adalah proses pemisahan kulit kopi dari biji kopi. Proses ini dilakukan dengan cara merendam buah kopi dalam air dan kemudian menggiringnya melalui mesin pengupas. Kulit kopi akan terpisah dari biji kopi dan mengapung di permukaan air. Biji kopi yang sudah dikupas kemudian dikeringkan (Sodik *et al*, 2016).

2.5 Mesin Pengering *Bed Dryer*

Sistem pengeringan dibawah sinar matahari adalah metode pengeringan tradisional yang banyak dilakukan oleh petani di seluruh Indonesia karena memiliki metode pengeringan yang lebih sederhana dan ekonomis. Pengeringan secara tradisional juga mempunyai berbagai jenis kelemahan, diantaranya yaitu ketergantungan pada cuaca, penggunaan lahan yang luas, membutuhkan waktu pengeringan yang lama, tidak seragamnya kualitas produk yang dihasilkan dan mudahnya terkontaminasi dengan benda asing membuat produk tidak higienis. Biasanya diperlukan waktu proses pengeringan selama 5-7 hari akan tetapi, tingginya curah hujan pada suatu tempat sehingga diperlukan waktu pengeringan yang lebih lama. Lamanya proses pengeringan biji kopi dapat mempercepat kerusakan pada biji kopi yang mengakibatkan menurunnya kualitas biji kopi yang dihasilkan (Sary, R. 2016).

Mesin pengering tipe *bed dryer* adalah jenis pengering yang banyak digabungkan dengan pengering energi surya. Pengering ini dapat digunakan untuk mengeringkan berbagai bahan, seperti padi, kopi, jagung, kedelai, dan irisan pisang. Pengeringan biji kopi menggunakan prototipe pengering dengan bak berbentuk silinder. Pada proses pengeringan ini, suhu dalam bak pengering berkisar antara 47,3 °C hingga 67,3 °C. Kadar air biji kopi menjadi 12,5 persen setelah 18 jam pengeringan (Syah, *et al.*, 2016).

Pengering surya dapat menggunakan energi biomassa dari tungku atau energi matahari dari kolektor surya. Alat yang mengumpulkan energi matahari dan mengubahnya menjadi energi panas dikenal sebagai kolektor surya. Energi panas kemudian diteruskan ke fluida untuk memanaskan bahan yang akan dikeringkan. Kolektor plat biasanya digunakan untuk menciptakan suhu yang rendah pada fluida (Syah *et al.*, 2016).

Pengering tipe *bed dryer* dirancang sebagai alat pengeringan biji-bijian proses *hybrid* menggunakan energi cahaya matahari dan gas LPG sebagai bahan bakar pada mesin pengering untuk meningkatkan hasil produksi kopi yang lebih optimal. Prinsip kerja dari pengeringan ini yaitu melakukan proses perpindahan panas secara konveksi paksa dengan bantuan kompor gas LPG yang menghasilkan panas kemudian akan diserap oleh *blower* dan diteruskan ke bak pengering yang mempunyai kapasitas 20 kilo dengan suhu maksimal 70 °C dan mencapai kadar air biji kopi yang konstan. Selain itu, sinar matahari juga dapat digunakan sebagai sumber panas dalam pengering dengan menggunakan plastik UV sebagai pengumpul atau menampung radiasi surya matahari. Proses pengeringan *hybrid* pada mesin pengering tipe ini dapat menghasilkan terjadinya proses konveksi paksa pada pengeringan kopi untuk menghasilkan pengeringan yang optimal. Konveksi paksa terjadi ketika udara panas dipaksakan masuk ke pengering dari ruang bakar untuk mempercepat proses pengeringan dan mengoptimalkan hasil pengeringan (Sary, R. 2016).



Gambar 3. Pengering surya tipe bak
(sumber: Syah *et al.* 2016)

2.6 Pengeringan

Kopi adalah komoditas yang sangat berkembang populer di seluruh dunia karena memiliki cita rasa yang unik dan aroma khas. Salah satu tahap penting dalam

pengolahan kopi setelah panen adalah proses pengeringan biji kopi yang tepat memiliki potensi besar untuk mempengaruhi mutu dan kualitas biji kopi. Pengeringan adalah tahap penting dalam pengolahan kopi setelah panen. Dalam proses ini, kadar air dalam biji kopi dikurangi, sehingga lebih bertahan lama dan tidak mudah rusak. Pengeringan dapat dilakukan secara cara alami atau menggunakan mesin (Djafar *et al.*, 2018). Pengeringan memiliki banyak keuntungan, seperti memperpanjang masa simpan, memperkecil volume, mengurangi berat, memudahkan pengangkutan, dan mengurangi biaya produksi. Namun, pengeringan juga memiliki beberapa kerugian, seperti perubahan fisik dan kimia pada bahan, serta penurunan kualitas bahan (Muchtadi & Sugiyono, 2013).

Proses terjadinya pengeringan adalah proses terjadinya pindah panas dari alat pengering dan air (pindah massa) dari bahan yang dilakukan proses pengeringan. Proses pengeringan dipengaruhi oleh kondisi udara pengering, sifat internal bahan dan sistem pengering yang diterapkan. Kinetika pengeringan dikendalikan oleh besarnya konstanta pengeringan dalam sistem atau model pengeringan lapisan tipis (*thin layer drying*) yang tergantung pada laju alir udara pengering, difusivitas air pada bahan, kondisi udara pengering, struktur mikro pori-pori bahan serta kadar air dan ketebalan pada bahan. Proses pengeringan terjadi secara bersamaan (simultan), Perpindahan panas terjadi dari alat pengering ke bahan, sedangkan perpindahan massa air terjadi dari dalam bahan ke permukaan bahan dan dari permukaan bahan ke udara pengering. Proses pengeringan dipengaruhi oleh kondisi udara pengering, sifat internal bahan, dan sistem pengering yang digunakan (Mursalim, 2013).

Menurut Dhamayanthie (2022), mengatakan bahwa terdapat metode-metode pengeringan seperti berikut:

2.6.1 Pengeringan Alami

Salah satu teknik pengeringan yang digunakan adalah metode pengeringan alami atau secara tradisional yang paling mudah dan murah untuk ditemukan dan dilakukan oleh petani sebagai metode dalam pengeringan biji kopi. pengeringan dapat dilakukan oleh petani secara langsung dengan bantuan energi sinar matahari menggunakan terpal atau lantai jemur. Ketebalan lapisan biji kopi yang disusun untuk proses penjemuran sebaiknya berada dalam rentang 6-10 cm. Proses

pengeringan bahan baku dilakukan selama 2-3 hari di daerah daratan tinggi. Kadar air bahan baku yang dikeringkan mencapai 25-27%. Proses pengeringan dipengaruhi oleh kondisi cuaca dan paparan sinar matahari langsung.



Gambar 4. Pengeringan alami
(Dhamayanthie, 2022)

2.6.2 Pengeringan Mekanis

Metode pengeringan mekanis adalah salah satu metode yang dilakukan jika cuaca tidak memungkinkan untuk melakukan penjemuran biji kopi secara langsung dengan menggunakan bantuan mesin pengering. Dengan mengoperasikan metode pengeringan mekanis secara terus-menerus siang dan malam pada suhu 45-50 °C, dibutuhkan waktu 48 jam untuk mencapai kadar air 12,5%. Penggunaan suhu tinggi di atas 60 °C untuk pengeringan kopi arabika harus dihindari karena dapat merusak citarasa pada kopi. Sedangkan pada kopi robusta menggunakan suhu yang lebih tinggi yakni 90-100 °C dengan waktu 20-24 jam untuk mencapai kadar air maksimum 12,5%.



Gambar 5. Pengeringan mekanis
(Dhamayanthie, 2022)

2.6.3 Pengeringan kombinasi

Metode pengeringan kombinasi adalah proses pengeringan biji kopi jenis arabika dan robusta yang dilakukan dalam dua tahap, dimana tahap pertama adalah

penjemuran hingga mencapai penurunan kadar air sekitar 25-27%, kemudian dilanjutkan dengan tahap kedua yang melibatkan penggunaan mesin pengering untuk mencapai kadar air sekitar 12,5% sesuai dengan standar nasional Indonesia. Proses pengeringan tahap kedua ini memakan waktu sekitar 8-10 jam dengan suhu yang berkisar antara 45-60%.

Oleh karena itu, pengeringan dengan menggunakan metode kombinasi dengan dua tahap penjemuran dapat dikatakan sebagai pengeringan metode *hybrid* dengan menggunakan dua sumber panas yakni sinar matahari dan mesin yang digunakan.



Gambar 6. Pengeringan kombinasi
(Dhamayanthie, 2022)

Berdasarkan paparan isolasi, pengeringan menggunakan energi sinar matahari langsung (konvensional) terbagi dalam pengeringan pasif, aktif, dan natural. Pengeringan pasif adalah penyerapan matahari langsung oleh produk dan lingkungan sekitar. pengeringan pasif terbagi dalam 3 model yaitu model campuran (*mixed*), terdistribusi (*indirect*), dan *integral (direct)*. Model *integral (direct)* adalah metode pengeringan bahan pertanian dengan menggunakan ruang pengering yang dilengkapi dengan sistem aliran udara, menggunakan media plastik UV sebagai perantara sinar matahari untuk masuk dalam ruang pengering. Sedangkan pengeirngan secara natural adalah proses pengeringan yang dilakukan tanpa adanya proses pengupasan kulit buah kopi menggunakan mesin *pulper* yakni penjemuran langsung dengan kulit kopi (Agustina *et al.*, 2016).

Sedangkan pemanfaatan alat bantu atau pengeringan secara mekanis seperti penggunaan gas LPG, dan kipas atau *blower* untuk menggerakkan udara dalam ruang pengering biji-bijian untuk sampai ke bahan seperti mesin pengering kopi yang menggunakan tenaga LPG yang lebih konstan dan gampang diatur waktu pengeringan pada mesin (Djafar *et al.*, 2018).

Irawan dan Kustiningsih (2018), memberikan penjelasan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan seperti berikut:

2.6.3.1 Luas Permukaan

Luas permukaan bahan adalah salah satu elemen yang dapat meningkatkan kecepatan proses penguapan karena memungkinkan energi panas untuk meresap ke seluruh permukaan bahan. Dengan demikian, air yang terdapat dalam bahan dapat menguap lebih cepat.

2.6.3.2 Perbedaan Suhu dan Udara Sekitarnya

Pengeringan berlangsung lebih cepat pada suhu yang tinggi dan perbedaan suhu yang signifikan antara pemanas dan bahan. Hal ini disebabkan oleh perpindahan panas yang lebih cepat pada suhu tinggi, sehingga air di dalam bahan yang dikeringkan juga menguap lebih cepat.

2.6.3.3 Kecepatan Aliran Udara

Kecepatan aliran udara yang optimal dan konsisten selama proses pengeringan akan membuat proses pengeringan menjadi lebih efisien. Hal ini disebabkan karena kecepatan aliran udara yang optimal dapat menghilangkan uap air dari bahan yang sedang mengalami proses pengeringan dengan lebih cepat.

2.6.3.4 Tekanan Udara

Tekanan udara dan kapasitas udara dalam mengangkut uap air memiliki hubungan yang positif. Semakin tinggi tekanan udara maka semakin besar kapasitas udara dalam mengangkut uap air. Hal ini terjadi karena kerapatan udara berkurang, sehingga udara mampu menampung lebih banyak uap air dan memisahkannya dari bahan yang sedang diproses. Tekanan udara yang lebih tinggi dapat memperlambat proses pengeringan. Hal ini disebabkan karena udara dengan tekanan tinggi memiliki tingkat kelembaban yang lebih tinggi. Tingkat kelembaban yang tinggi dapat menghambat kemampuan udara dalam mengangkat air dari permukaan benda yang dikeringkan.

2.7 Laju Pengeringan

Pengeringan adalah salah satu metode teknologi pangan dilakukan dengan tujuan pangawetan. Adapun manfaat lain dari metode pengeringan adalah memperkecil volume dan berat bahan dibanding kondisi awal sebelum pengeringan, sehingga

akan menghemat ruang. Dalam suatu proses pengeringan, dikenal dengan adanya suatu laju pengeringan yang dapat dibedakan menjadi dua metode yaitu laju pengeringan konstan dan laju pengeringan menurun (Nurba, 2008).

- a. Pada awal proses pengeringan, laju pengeringan konstan. Hal ini disebabkan oleh lapisan air bebas pada permukaan bahan sampel. Lapisan air akan mudah menguap karena tidak terikat oleh bahan. Laju pengeringan konstan ini terjadi dalam waktu yang sangat singkat, yaitu hanya beberapa menit.
- b. Setelah waktu pengeringan konstan selesai, laju pengeringan akan turun atau proses pengeringan terakhir. Laju pengeringan menurun dapat dikatakan sebagai pengeringan dalam penentuan kadar air kering.

Laju pengeringan erat kaitannya dengan adanya faktor suhu, Girma dan Sualeh (2022), menyatakan bahwa suhu yang digunakan selama proses penyangraian akan mempengaruhi Pada proses pengeringan, laju penurunan kadar air bahan akan mempengaruhi kekerasan produk. Semakin cepat laju penurunan kadar air, semakin keras produk yang dihasilkan. Semakin tinggi suhu yang digunakan maka semakin cepat kadar air dalam bahan akan menurun, menghasilkan biji kopi yang memiliki kualitas yang lebih baik. Sebaliknya, jika kadar air dalam bahan lebih rendah, maka biji kopi akan memiliki tingkat daya tahan yang lebih tinggi terhadap kerusakan yang disebabkan oleh mikroba.

Perbedaan ukuran biji kopi mempengaruhi jumlah air yang dikandung biji tersebut. Semakin besar biji kopi maka semakin tinggi pula kandungan airnya. Semakin banyak biji kopi per 100 gramnya, maka semakin sedikit kandungan air pada biji kopi. Begitu pula sebaliknya, semakin tinggi nilai kadar air pada bahan maka jumlah biji kopi per 100 gramnya akan semakin sedikit (Sativa *et al.*, 2014).

Adapun selama proses pengeringan, laju penurunan kadar air bahan akan berdampak pada kekerasan produk. Semakin cepat laju penurunan kadar air, maka semakin keras produk yang dihasilkan. (Dwika *et al.*, 2012).

Laju pengeringan dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$LP = \frac{W_i - W_t}{W_d} \times \frac{1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

Keterangan :

- Lp = Laju pengeringan (kg H²O/kg berat padatan, jam)
Wi = Berat awal dalam bahan (g)
Wt = Berat bahan pada waktu t jam (g)

Wd = Berat bahan saat konstan (g)
t₂ dan t₁ = perubahan waktu t (jam)

2.8 Suhu

Proses pengeringan, jika suhu yang digunakan naik maka semakin tinggi suhu pengering, proses penguapan air akan semakin cepat, dan waktu yang dibutuhkan bahan untuk mencapai kadar air konstan cenderung lebih cepat. Pemberian suhu yang tepat pada proses pengeringan sangat penting untuk menjaga kualitas bahan yang dikeringkan. aju pengeringan akan dipengaruhi oleh perbedaan suhu antara bahan dan media pemanas. jika ada perbedaan suhu yang lebih besar, proses pengeringan akan berjalan lebih cepat. Sebaliknya, jika ada perbedaan suhu yang lebih kecil, proses pengeringan akan berlangsung lebih lama (Ishak, 2013).

2.9 Kelembaban Relatif (RH)

Beberapa faktor, seperti tekanan udara, suhu, pergerakan angin, kuantitas dan kualitas penyinaran, dan vegetasi, memengaruhi tingkat kelembaban udara di suatu tempat. Banyak industri, termasuk pengolahan dan penyimpanan makanan, agrikultur, farmasi, biomedis, bahan kimia, ekologi, dan pemantauan cuaca atmosfer, melakukan pengukuran kelembaban udara. Persentase uap air dalam udara pada suhu tertentu disebut kelembaban relatif (RH) (Hidayati *et al.*, 2020). Kelembaban relatif (RH) adalah ukuran rasio banyaknya uap air yang terkandung di udara dibandingkan dengan banyaknya uap air maksimum yang dapat terkandung di udara pada suhu yang sama (Luthfianto *et al.*, 2011).

Adapun Kelembaban relatif (RH) menunjukkan jumlah uap air yang terkandung dalam udara. Semakin rendah RH, semakin banyak uap air yang dapat diserap oleh udara. Hal ini penting dalam proses pengeringan, karena tingkat RH yang lebih rendah meningkatkan kecepatan proses pengeringan. Perbedaan tekanan uap air di udara yang mengalir dan bahan yang sedang dikeringkan memengaruhi laju penguapan air selama proses pengeringan (Brooker *et al.*, 1974).

Adapun prinsip yang berkaitan dengan tingkat kelembaban relatif (RH) Kelembaban relatif (RH) menunjukkan jumlah uap air yang terkandung dalam udara. Semakin rendah RH, semakin banyak uap air yang dapat diserap oleh udara. Hal ini penting dalam proses pengeringan, karena semakin rendah RH, semakin

cepat proses pengeringan berlangsung. Laju penguapan air pada proses pengeringan dipengaruhi oleh perbedaan antara tekanan uap air di udara yang mengalir dan tekanan uap air pada bahan yang sedang dikeringkan (Brooker *et al.*, 1974).

Rendahnya tingkat kelembaban relatif ruang mesin pengering agar rendah, udara pengering harus mengalir dengan lancar dari dalam ruang ke luar. Uap air dilepaskan dari bahan yang dikeringkan akan terbawa keluar ruang pengering bersama udara pengering. Proses pengeringan biji kopi yang dilakukan pada suhu tinggi dapat mengakibatkan kerusakan pada biji kopi, baik secara fisik maupun kimiawi pada permukaan biji kopi, yang dikenal dengan istilah (*case hardening*). mengalami pengeringan tidak merata, sehingga bagian luarnya menjadi keras dan kering, sedangkan bagian dalamnya masih basah dan lembek. Hal ini terjadi karena adanya pergerakan partikel-partikel air dalam biji kopi menjadi terlepas yang pada akhirnya mengakibatkan penurunan kualitas pada biji kopi (Budryn *et al.*, 2015).

2.10 Kadar Air

Kadar air pada bahan kopi merupakan salah satu faktor penting yang menentukan kualitasnya. Kadar air yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kopi menjadi lembek, mudah busuk, dan memiliki rasa yang hambar. Sebaliknya, kadar air yang terlalu rendah dapat menyebabkan kopi menjadi kering, keras, dan pahit. Kadar air biji kopi setelah proses penyangraian cenderung menurun dengan meningkatnya suhu dan lama penyangraian (Budiyanto *et al.*, 2021). Dengan toleransi 1% untuk kadar air biji kopi, kadar air kesetimbangan kopi adalah sekitar 12%. Kadar air biji kopi tidak banyak berubah selama penyimpanan dan pengangkutan. Akan tetapi, biji kopi yang disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama, kadar air dalam biji dapat meningkat sekitar 1-2%. Sebaliknya, biji kopi yang disimpan dalam RH rendah dapat mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah tingkat kelembaban, penurunan kadar air akan lebih kecil (Edowati *et al.*, 2018).

Kadar air mempunyai peran yang signifikan dalam konteks bahan pangan karena air mempunyai dampak pada tampilan, tekstur dan rasa dari produk pangan tersebut. Daya tahan dan kesegaran dari bahan pangan juga sangat dipengaruhi oleh kadar airnya. Jika kadar air dalam bahan pangan tinggi, maka proses pertumbuhan bakteri dapat terjadi dengan lebih mudah sehingga berpotensi menyebabkan kerusakan pada bahan pangan melalui berbagai mekanisme seperti reaksi kimia,

pertumbuhan mikroorganisme, aktivitas enzim atau bahkan kombinasi dari ketiganya. Pembusukan bahan pangan dapat terjadi melalui tiga proses, yaitu fermentasi, oksidasi, dan putrefactio. Ketiga proses tersebut memerlukan air sebagai mediumnya. Kadar air bahan pangan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses pembusukan. Semakin tinggi kadar air bahan pangan, semakin mudah mikroorganisme tumbuh dan berkembang biak, sehingga semakin cepat makanan tersebut membusuk (Kristiandi *et al.*, 2010).

Menurut Putri *et al.* (2017), mengemukakan bahwa bahan hasil panen memiliki kadar air yang tinggi, sehingga tidak dapat disimpan langsung dalam jangka waktu yang lama. Hal ini dikarenakan kadar air yang tinggi dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme, yang akan mempercepat proses pembusukan pangan tersebut. Kadar air dalam suatu bahan dinyatakan dalam bentuk presentase berat total bahan saat masih basah. Persamaan kadar air basis basah yaitu:

$$K_{Abb} = \frac{W_i - W_j}{W_i} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

K_{Abb} = kadar air basis basah (%)

W_i = berat awal bahan (g)

W_j = berat padatan dalam bahan (g)

Kadar air basis kering adalah perbandingan berat bahan basah dan kering. Berat bahan yang telah kering diperoleh dengan cara mengeringkan bahan hingga airnya menguap dan beratnya tidak berubah lagi. Hal ini berarti bahwa air yang ada dalam bahan dihilangkan secara bertahap yang dipanaskan hingga air tersebut berubah menjadi uap air. Proses ini dilakukan hingga tidak ada lagi air dalam bahan. Kelembaban pada bahan tidak bisa dihilangkan seluruhnya selama terjadinya proses pengeringan, tetapi hasilnya tetap disebut sebagai berat bahan kering (Dina *et al.*, 2013). Kadar air basis kering adalah perbandingan berat air dalam bahan dengan berat bahan setelah dikeringkan hingga beratnya konstan. Persamaan kadar air basis kering yaitu:

$$K_{Abk} = \frac{W_i - W_j}{W_j} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

K_{Abk} = kadar air basis kering (%)

W_i = berat awal bahan (g)

Wj = berat padatan dalam bahan (g)

Kadar air adalah persentase tingkat air dalam suatu bahan. Kadar air dapat dinyatakan berdasarkan berat bahan yang masih basah atau berat bahan yang telah dikeringkan. Kadar air basis basah dan kadar air basis kering adalah dua cara untuk mengukur kandungan air dalam suatu bahan. Kadar air basis basah memiliki batas maksimum teoretis sebesar 100% adalah perbandingan antara berat air yang ada dalam bahan dan berat total bahan, karena tidak mungkin bahan mengandung air lebih banyak daripada berat totalnya. Sedangkan kadar air basis kering adalah berat bahan setelah mengalami pengeringan dalam waktu tertentu sehingga beratnya konstan. Kadar air ini dapat melebihi 100%, karena bahan kering dapat mengandung air dalam bentuk uap air. Proses pengeringan merupakan proses penguapan air dari bahan. Proses pengeringan akan mengurangi kadar air bahan seiring waktu. Suhu pengeringan dan waktu mempengaruhi hal ini (Moses & Zibokere, 2011).

2.11 Moisture Ratio (MR)

Dalam Selama proses pengeringan, laju penurunan kadar air akan meningkat lambat seiring dengan menurunnya moisture ratio. Hal ini disebabkan oleh semakin sedikitnya uap air yang dapat diserap oleh udara pengeringan. Namun, peningkatan suhu udara pengeringan dapat mempercepat proses pengeringan karena meningkatkan laju perpindahan panas. Hal ini terjadi karena suhu udara yang lebih tinggi dapat membawa lebih banyak energi panas, sehingga lebih cepat menguapkan air dari bahan yang dikeringkan. Dengan demikian, jumlah waktu yang diperlukan untuk mencapai tingkat rasio kelembaban yang diinginkan dapat berkurang. Akan tetapi, perpindahan panas dan massa pada temperatur tinggi dengan peningkatan tersebut maka kadar air bahan akan semakin menurun (Taheri-Garavand *et al.*, 2011).

Pengeringan adalah proses penguapan air dari suatu bahan. Karakteristik pengeringan adalah sifat-sifat yang dimiliki oleh proses pengeringan, seperti laju pengeringan, waktu pengeringan, dan kadar air akhir. Model pengeringan adalah persamaan matematis yang menggambarkan karakteristik pengeringan. Dengan menggunakan model pengeringan yang tepat, kita dapat menjelaskan dan memprediksi karakteristik pengeringan. Nilai rasio kelembaban (MR) merupakan

indikator penting dalam proses pengeringan. MR menunjukkan seberapa cepat Jumlah air dalam bahan berkurang selama pengeringan. Dengan mengetahui nilai MR, kita dapat mengetahui seberapa efektif proses pengeringan yang dilakukan. Nilai MR secara eksperimen selama proses pengeringan dapat dihitung menggunakan persamaan yaitu (Taheri-Garavand *et.al.*, 2011).

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_o - M_e} \quad (4)$$

Keterangan :

MR = *Moisture ratio*

M_t = Kadar air tiap waktu (% bk)

M_e = Kadar air kesetimbangan (% bk)

M_o = Kadar air awal (% bk)

Nilai MR (*Moisture Ratio*) dapat diprediksi dengan menggunakan model matematika yang bersifat empiris. Terdapat beberapa model empiris yang dapat digunakan dalam pengeringan lapis tipis diantaranya model Lewis, model Page. Model Lewis mengemukakan bahwa selama berlangsungnya pengeringan higroskopis, perubahan kadar air bahan selama periode laju pengeringan terhadap perbedaan antara kadar air dan kadar air kesetimbangan.

2.12 Model Pengeringan Lapis Tipis

Pengeringan tanaman dapat dilakukan dengan menggunakan model pengeringan yang sederhana, yaitu model kinetika pengeringan. Model ini diterapkan pada pengeringan lapis tipis (*thin layer drying*), yaitu pengeringan bahan dalam bentuk lapisan tipis sehingga aliran udara pengering yang melewati bahan menerima kelembaban relatif dan suhu konstan. (Erviani, 2012). Pengeringan lapis tipis menurut Sodha *et al.* (1987), merupakan suatu metode pengeringan dimana sampel disebar secara merata dipermukaan alat pengeringan kemudian udara panas yang digunakan dialirkan ke seluruh permukaan bahan sampel yang akan dikeringkan. pengeringan lapis tipis yang baik dapat dilakukan dengan memperbesar area pengeringan dan memperkecil ukuran bahan. Hal ini bertujuan agar panas dapat menembus bahan secara merata dan pengeringan dapat berlangsung secara optimal (Murad *et al.*, 2019).

Pengeringan lapis tipis adalah metode pengeringan yang dilakukan dengan cara mengeringkan sampel dalam bentuk lapisan tipis. Tujuannya adalah agar

pergerakan air dari sampel dapat berpindah ke seluruh permukaan yang dikeringkan secara merata, sehingga dapat menurunkan kadar air pada bahan secara efektif (Sodha *et al.*, 1987). Adapun beberapa kelebihan dari lapisan tipis adalah kandungan airnya dapat diminimalkan, sedangkan Sampel dengan kadar air tertinggi dapat diolah dengan menggunakan model yang menunjukkan bagaimana pengeringan yang sesuai. Hal ini akan mempercepat proses pengeringan, sehingga sampel dapat diolah dalam waktu yang lebih singkat (Amiruddin, 2013).

Model pengeringan lapisan tipis diperoleh dengan cara mencari nilai konstanta k , a dan n dari setiap bentuk eksponensial. Konstanta ditentukan menggunakan *MS Excel Solver* otomatis mencari nilai konstanta pada setiap model pengeringan yang diuji. Kemudian akan diperoleh nilai R^2 (*R-Square*) pada setiap model pengeringan yang berbeda-beda dan hanya memilih nilai R^2 (*R-Square*) tertinggi pada hasil yang diperoleh model terbaik untuk mempresentasikan karakteristik pengeringan lapisan tipis adalah varietas yang terbaik (Ertekin & Yaldiz, 2004).

Menurut Ertekin & Yaldiz (2004), terdapat 3 persamaan model pengeringan pada lapisan tipis yang digunakan pada bahan pangan pertanian diantaranya, sebagai berikut:

Tabel 2. Model matematika pengeringan lapis tipis

No	Nama Model	Model Matematika
1	Newton	$MR = \exp^{-kt}$
2	Page	$MR = \exp(-kt^n)$
3	Hendarston and Pabis	$MR = a \exp^{-kt}$

(Sumber: Manges *at al.*, 2006).

2.12.1 Model Newton

Model Newton adalah salah satu jenis model Lewis. Perpindahan air dari makanan dan bahan pangan dapat dianalogikan dengan aliran air panas yang bersumber dari tubuh kita. Aliran air panas akan mengalir dari sumbernya ke daerah yang lebih dingin. Demikian pula, air akan mengalir dari makanan atau bahan pangan yang bersuhu lebih tinggi ke lingkungan yang bersuhu lebih rendah.

Model Newton termasuk salah satu model yang sangat sederhana sehingga seringkali digunakan dalam menghitung penurunan kadar air pada sampel. Model ini menunjukkan peningkatan pada tahap awal, tetapi kemudian akan mengalami

penurunan pada tahap selanjutnya. Peningkatan ini disebabkan oleh kurva pengeringannya (Brooker *at al.*, 1974).

$$MR_{\text{Newton}} = \exp^{-kt} \quad (5)$$

Keterangan :

MR = *Moisture rasio*

K = Konstant pengeringan

t = Konstanta waktu pengeringan (jam)

2.12.2 Model Page

Model page termasuk salah satu model yang sudah dikembangkan sebelumnya dari model Lewis. Model page dicetuskan oleh page dan mempunyai tujuan untuk memberikan koreksi tentang kekurangan dari model Lewis. Model page sudah mendapatkan simulasi yang cocok untuk mendeskripsikan pengeringan suatu produk pertanian dalam jumlah yang banyak, serta tergolong mudah digunakan.

$$MR = \exp^{-kt^n} \quad (6)$$

Keterangan:

MR = *Moisture rasio*

n dan k = Konstant pengeringan

t = Konstanta waktu pengeringan (jam)

Model page dikembangkan untuk mendeskripsikan proses pengeringan dari berbagai jenis makanan dan produk pertanian. Model page cocok digunakan untuk penggambaran proses pengeringan berbagai jenis bahan pangan, seperti beras, kedelai, kacang, kentang, jagung pipil, lobak, dan talas. Model menghasilkan gambar yang realistis dan akurat, sehingga dapat digunakan untuk berbagai keperluan, seperti penelitian, edukasi, dan promosi. (Ozdemir dan Devres 1999).

2.12.3 Model Hendarston-Pabis

Ada banyak jenis model pendekatan yang sering dipakai oleh beberapa peneliti untuk permodelan pengeringan tentang karakteristik produk makanan dan bahan pertanian. Namun demikian diantara berbagai macam model pendekatan tersebut, model Handerson dan Pabis dikatakan sebagai bentuk sederhana dari serangkaian bentuk penyelesaian umum pada hukum Fick II. Model ini dapat digunakan untuk penggambaran pengeringan seperti jagung, gandum, beras kasar, kacang dan jamur (Ozdemir dan Devres 1999).

$$MR_{\text{Handerson and Pabis}} = a \exp^{-kt} \quad (7)$$

Keterangan :

$MR_{\text{Handerson and Pabis}}$

a dan k

t

= *Moisture rasio*

= Konstant pengeringan

= Kontant waktu pengeringan (jam)