

**PENGERINGAN PASIF KOPI ARABIKA (*Coffea arabica*) DAN
KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) YANG MENGALAMI
PROSES PENGOLAHAN BASAH**

**MUSLIH NUR HUSAIN
G041 18 1026**



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

**PENGERINGAN PASIF KOPI ARABIKA (*Coffea arabica*) DAN
KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) YANG MENGALAMI
PROSES PENGOLAHAN BASAH**

MUSLIH NUR HUSAIN

G041 18 1026



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

PENGERINGAN PASIF KOPI ARABIKA (*Coffea arabica*) DAN KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) YANG MENGALAMI PROSES PENGOLAHAN BASAH

Disusun dan diajukan oleh

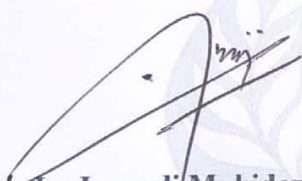
MUSLIH NUR HUSAIN
G041 18 1026

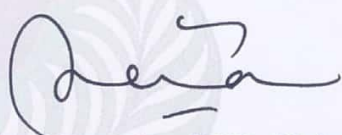
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 8 Agustus 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping


Prof. Dr. Ir. Junaedi Muhidong, M. Sc.
NIP. 19600101 198503 1 014


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

Ketua Program Studi
Teknik Pertanian


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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini;

Nama : Muslih Nur Husain
Nomor Mahasiswa : G041 18 1026
Program Studi : Teknik Pertanian
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul “Pengeringan Pasif Kopi Arabika (*Coffea arabica*) dan Kopi Robusta (*Coffea canephora*) yang Mengalami Proses Pengolahan Basah” adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila kemudian hari skripsi karya saya ini terbukti 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, 5 Agustus 2023

Yang menyatakan



Muslih Nur Husain

ABSTRAK

MUSLIH NUR HUSAIN (G041 18 1026). Pengeringan Pasif Kopi Arabika (*Coffea arabica*) dan Kopi Robusta (*Coffea canephora*) yang Mengalami Proses Pengolahan Basah. Pembimbing: JUNAEDI MUHIDONG dan DIYAH YUMEINA.

Kopi adalah komoditas ekspor yang cukup berkontribusi besar dalam menyumbang pendapatan negara, di mana Indonesia menjadi negara pengekspor kopi keempat setelah Brazil, Vietnam dan Kamboja. Kualitas dari biji kopi sangat ditentukan oleh proses pasca panen dari biji kopi. Salah satu tahapan penting dalam proses pasca panen kopi adalah proses pengeringan. Proses pengeringan biji kopi bisa dilakukan dengan metode alami dan mekanis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola penurunan kadar air kopi arabika dan kopi robusta selama pengeringan pasif yang mengalami pengolahan basah serta model pengeringan yang sesuai. Metode penelitian dilakukan dengan mengeringkan empat sampel biji kopi yang terdiri dari dua sampel kopi arabika dan dua sampel robusta untuk kemudian dikeringkan menggunakan *solar box drayer* tipe *direct*. Dari hasil penelitian diperoleh data pola penurunan kadar air biji kopi arabika dan kopi robusta, pola penurunan *Moisture Ratio* (MR) dan model pengeringan yang sesuai untuk menggambarkan pola penurunan kadar air biji kopi arabika dan kopi robusta. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa pola penurunan kadar air biji kopi arabika dan kopi robusta tidak menunjukkan pola penurunan yang berbeda secara signifikan serta model pengeringan yang paling tepat untuk menggambarkan pola penurunan kadar air biji kopi adalah model *page*.

Kata Kunci: Kopi, Model Page, Pengeringan.

ABSTRACT

MUSLIH NUR HUSAIN (G041 18 1026). *Passive Drying of Wet-Processed Arabica Coffee (Coffea arabica) and Robusta Coffee (Coffea canephora)*. Supervisors : JUNAEDI MUHIDONG dan DIYAH YUMEINA.

Coffee is a commodity that significantly contributes to the country's revenue through exports, with Indonesia being the fourth-largest coffee exporter after Brazil, Vietnam, and Cambodia. The quality of coffee beans is highly determined by the post-harvest processes. One crucial stage in the post-harvest process of coffee is the drying process, which can be done using natural and mechanical methods. This research aims to determine the moisture reduction patterns of Arabica and Robusta coffee during passive drying, which undergoes wet processing, as well as to identify an appropriate drying model. The research method involves drying four samples of coffee beans, consisting of two samples of Arabica coffee and two samples of Robusta coffee. These samples are then dried using a direct-type solar box dryer. The research findings provide data on the moisture reduction patterns of Arabica and Robusta coffee beans, the Moisture Ratio (MR) reduction pattern, and the suitable drying model to describe the moisture reduction patterns of Arabica and Robusta coffee beans. Based on the research results, it is concluded that the moisture reduction patterns of Arabica and Robusta coffee beans do not show significantly different patterns, and the most appropriate drying model to describe the moisture reduction pattern of coffee beans is the Page model.

Keywords : *Coffee, Drying, Page Model.*

PERSANTUNAN

Puji syukur Kehadirat Allah SWT, yang atas kemurahannya-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Shalawat dan salam kepada sebaik-baik teladan Nabi Muhammad SAW. Penulis menyadari bahwa selesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan doa-doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menghaturkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, **HAERUDDIN** dan **HAMSANAH** yang telah memberikan doa yang tak bertepi dan dukungan yang tak pernah henti.
2. **Mar'ah Salehah** dan keluarga kecilnya, kakak yang telah menjadi teman diskusi dan selalu memberi bantuan baik morel serta materil.
3. **Prof. Dr. Ir. Junaedi Muhidong, M.Sc.** dan **Diyah Yumeina, S.TP., M.Agr., Ph.D** selaku dosen pembimbing atas ilmu dan segala arahan yang diberikan dari pemilihan judul penelitian, penyusunan proposal, penelitian hingga penyusunan skripsi ini selesai.
4. **Bapak Ibu Dosen Program Studi Teknik Pertanian** yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan serta pengalaman selama proses perkuliahan.
5. **Ahmad Dirham** dan **FORMASITA** yang telah membantu dalam memperoleh beasiswa Bidikmisi, yang menjadi penopang biaya selama menempuh pendidikan.
6. Teman-teman **SPEKTRUM 18** dan keluarga besar **KMD TP UH** yang telah menjadi rumah dan tempat berproses selama menempuh pendidikan.
7. Semua orang yang tak sempat saya sebutkan satu-persatu.

Semoga segala kebaikan yang diberikan berbalik membawa kebaikan pada diri mereka sendiri dan Allah SWT senantiasa membalas dengan pahala yang berlipat ganda. Aamiin.

Makassar, 5 Agustus 2023

Muslih Nur Husain

RIWAYAT HIDUP



Muslih Nur Husain, lahir di Desa Bonto-Bontoa Kec. Tompobulu Kab. Bantaeng, pada tanggal 02 Februari 2000. Merupakan anak kedua dari dua bersaudara, pasangan bapak Haeruddin dan ibu Hamsanah. Adapun jenjang pendidikan formal yang dilalui, yaitu:

1. Tahun 2005 memulai pendidikan di SDN 53 Banyorang dan lulus pada tahun 2012.
2. Tahun 2012 menempuh pendidikan di SMPN 1 Tompobulu dan lulus pada tahun 2015.
3. Tahun 2015 menempuh pendidikan di SMA Negeri 1 Bantaeng dan lulus pada tahun 2018.
4. Tahun 2018 menjadi mahasiswa di Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

Selama menempuh pendidikan di bangku perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi intra dan ekstrakampus. Di mana menjadi pengurus Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATEPA UH) periode 2020-2021, pengurus Lingkar Mahasiswa Islam untuk Perubahan (LISAN) Cabang Makassar dan aktif di Lingkar Donor Darah Makassar (LDDM). Penulis juga tergabung dalam *Agricultural Engineering Study Club* (AESC) tahun 2019-2022.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
PERSANTUNAN.....	vii
RIWAYAT HIDUP.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan.....	2
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Kopi Arabika.....	3
2.2 Kopi Robusta.....	4
2.3 Proses Pengolahan Biji Kopi.....	5
2.4 Syarat Mutu Umum Biji Kopi.....	7
2.5 Pengeringan.....	7
2.6 Pengeringan Pasif.....	8
2.7 Model-Model Pengeringan Lapis Tipis.....	9
3. METODOLOGI PENELITIAN.....	12
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	12
3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.3 Prosedur Penelitian.....	12
3.3.1 Persiapan Biji Kopi.....	12
3.3.2 Proses Pengeringan.....	12
3.3.3 Pengolahan Data.....	13
3.5 Diagram Alir.....	15

4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	16
4.1 Pola Penurunan Kadar Air	16
4.2 Pola Penurunan <i>Moisture Ratio</i> (MR)	19
4.3 Pengujian Model Pengeringan	19
5. PENUTUP	24
Kesimpulan	24

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Solar Box Drayer tipe Direct</i>	13
Gambar 2. Bagan Alir Penelitian	15
Gambar 3. Grafik Pola Penurunan KAbb Sampel Biji Kopi Arabika dan Kopi Robusta	16
Gambar 4. Grafik Pola Penurunan Kabk Sampel Biji Kopi Arabika dan Kopi Robusta	16
Gambar 5. Grafik Suhu Pengeringan	17
Gambar 6. Grafik Kelembapan Pengeringan	17
Gambar 7. Pola Penurunan Nilai MR Sampel Biji Kopi Arabika dan Kopi Robusta	19
Gambar 8. Grafik Hubungan Antara MR Observasi dan MR Prediksi Biji Kopi Robusta Sampel Pertama	22
Gambar 9. Grafik Hubungan Antara MR Observasi dan MR Prediksi Biji Kopi Robusta Sampel Kedua.....	22
Gambar 10. Grafik Hubungan Antara MR Observasi dan MR Prediksi Biji Kopi Arabika Sampel Pertama	22
Gambar 11. Grafik Hubungan Antara MR Observasi dan MR Prediksi Biji Kopi Arabika Sampel Kedua.....	23

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Model Matematika Pengeringan Lapis Tipis	10
Tabel 2. Hasil Analisa Model Persamaan Pengeringan Biji Kopi Arabika dan Kopi Robusta.....	20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Desain <i>Solar Box Drayer</i> Tipe <i>Dyrect</i>	27
Lampiran 2. Data Pengukuran Berat Kopi	28
Lampiran 3. Data Pengukuran Suhu dan Kelembapan	29
Lampiran 4. Hasil Perhitungan Kadar Air Basis Basah (KAbb) Kopi Arabika dan Kopi Robusta	30
Lampiran 5. Hasil Perhitungan Kadar Air Basis Kering (Kabk) Kopi Arabika dan Kopi Robusta	31
Lampiran 6. Hasil Perhitungan <i>Moisture Ratio</i> (MR) Kopi Arabika dan Kopi Robusta	32
Lampiran 7. Dokumentasi	33

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi adalah komoditas ekspor yang cukup berkontribusi besar dalam menyumbang pendapatan negara, di mana Indonesia menjadi negara pengekspor kopi keempat setelah Brazil, Vietnam dan Kamboja. Produksi kopi Indonesia pada tahun 2020 menurut data Badan Pusat Statistik atau BPS mencapai 762,000 ton. Kopi arabika dan kopi robusta adalah jenis tanaman kopi dengan jumlah paling banyak di budidayakan petani. Saat ini terjadi peningkatan permintaan biji kopi yang memiliki kualitas yang baik dan cita rasa yang diminati konsumen, baik di luar maupun di dalam negeri. Hanya saja tingginya produksi kopi ini masih terhambat pada rendahnya mutu biji kopi. Menurut Rahardjo (2012), pengolahan biji kopi memiliki peran penting untuk menghasilkan kopi dengan kualitas dan cita rasa yang baik.

Menurut Sulistyaningtyas (2017), secara umum terdapat dua proses pengolahan biji kopi, yaitu olah kering atau *dry proces* dan olah basah atau *wet proces*. Perbedaan dari dua proses pengolahan tersebut ialah dalam proses olah kering, buah kopi akan dikeringkan dalam bentuk buah/ceri, lengkap dengan semua lapisan-lapisannya. Sedangkan dalam proses olah basah kulit luar dan kulit daging ceri kopi akan dibuang terlebih dahulu dengan menggunakan mesin khusus yang disebut *pulper* (pengupas), yang selanjutnya difermentasi sebelum memasuki fase pengeringan. Pada proses olah basah digunakan air pada saat proses *pulping* serta dilakukan pencucian biji kopi setelah difermentasi, sedangkan pada proses olah kering tidak digunakan air atau proses pencucian dalam proses pengolahannya. Pengolahan biji kopi yang dapat menghasilkan mutu fisik biji kopi dengan kualitas yang lebih baik dapat dilakukan dengan pengolahan cara basah. Hanya saja proses olah basah memerlukan biaya yang lebih besar serta waktu yang lebih panjang untuk pengolahannya, oleh karena itu masyarakat cenderung memilih proses olah kering.

Pengeringan adalah salah satu proses dalam tahapan pengolahan biji kopi (pengolahan kering dan pengolahan basah) yang penting untuk selalu dikembangkan dan dipelajari demi memperoleh biji kopi dengan mutu yang baik.

Proses pengeringan biji kopi bisa dilakukan dengan metode alami dan mekanis. Metode alami memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber panas dalam melakukan proses pengeringan. Sistem pengeringan alami dengan menggunakan sinar matahari menjadi metode dengan biaya oprasional yang paling rendah serta sangat bermanfaat pada sistem pengeringan konvensional, utamanya pada wilayah yang selama musim panen sinar matahari bersinar dengan baik. Pengeringan pasif (*passive energy dryer*) adalah salah satu metode dalam mengeringkan bahan pertanian dengan manggunakan energi matahari sebagai sumber panas dalam sebuah ruang pengeringan di mana proses aliran udara di dalam ruang pengering berjalan secara alami (Londhe, 2015).

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian mengenai pengeringan pasif kopi arabika dan kopi robusta untuk mengetahui laju penurunan kadar air dari biji kopi selama pengeringan pasif dan model pengeringan biji kopi, yang dapat dijadikan acuan dan bahan informasi dalam pengeringan biji kopi terkait tingkat kadar air dan waktu pengeringan yang dibutuhkan.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pola penurunan kadar air kopi arabika dan kopi robusta selama pengeringan pasif yang mengalami pengolahan basah serta model pengeringan yang sesuai. Kegunaan dari penelitian ini ialah dapat dimanfaatkan sebagai bahan informasi dalam pengeringan kopi arabika dan kopi robusta khususnya bagi industri pengolahan kopi dan perancangan alat dan mesin pertanian pengolahan biji kopi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kopi Arabika

Kopi yang memiliki nama latin *Coffea sp.* merupakan tanaman berbentuk pohon yang digolongkan ke dalam famili *Rubiceae*. Tanaman ini pertama kali ditemukan sebagai olahan minuman yang memiliki khasiat dan energi sekitar 3000 tahun (1000 SM) yang lalu, oleh bangsa Ethiopia di benua Afrika. Dalam perkembangannya kopi mulai berkembang dan banyak dikenal masyarakat dunia setelah dikembangkan di Yaman dan bagian selatan Arab. Tanaman kopi yang tergolong dalam genus *Coffea* ini memiliki beberapa jenis, diantaranya *Coffea arabica*, *Coffea cenephora* dan *Coffea liberica* (Fadri dkk., 2022).

Saat ini kopi arabika yang memiliki nama latin *Coffea arabica*, menguasai sebagian besar pasar kopi dunia dengan harga yang lebih tinggi dibanding jenis kopi yang lain. Tanaman kopi arabika akan memiliki pertumbuhan yang baik jika dibudidayakan di atas ketinggian 1000 mdpl. Lebih tepatnya ketinggian yang ideal berkisar pada 1.200-1.950 mdpl. Suhu rata-rata harian yang dibutuhkan tanaman ini ialah 18-24 °C. Di mana pada suhu 25 °C akan berpengaruh langsung pada menurunnya aktivitas fotosintesis tumbuhan dan berdampak pada menurunnya produktivitas lahan. Kelembapan udara yang ideal yaitu 70-89%. Selain itu, tanaman kopi ini memiliki sifat yang sensitif terhadap curah hujan. Hanya saja pada saat perkembangan biji, tanaman ini membutuhkan curah hujan yang tinggi. Kemudian, memasuki periode berbunga serta perkembangan buah tidak memerlukan banyak curah hujan. Tanaman kopi arabika membutuhkan curah hujan antara 1.200-2.200 mm per tahun (Billah, 2018).

Kopi arabika memiliki ciri berupa biji yang berwarna hijau tua serta daun yang berlekuk-lekuk, memiliki panjang daun 10-15 cm dan lebar 4-6 cm. Biji dari kopi arabika memiliki ukuran yang tergolong besar, dari 100 biji kopi dapat mencapai bobot 18-22 g. Biji kopi arabika memiliki warna agak cokelat, di mana biji yang terolah dengan baik akan mengandung warna yang agak kebiruan dan kehijauan. Kopi arabika memiliki cita rasa yang terkenal pahit dengan rasa kopi yang lebih *mild* atau halus. Selain itu, kopi arabika juga memiliki rasa asam yang

mana cita rasa ini tidak dimiliki kopi robusta dan memiliki aroma mirip percampuran bunga dan buah (Fadri dkk., 2022).

2.2 Kopi Robusta

Kopi robusta merupakan salah satu varietas asli *Coffea canephora*, atau disebut *Coffea canephora var. Robusta*. *Coffea canephora* memiliki dua varietas, yakni robusta dan nganda. Dua varietas ini memiliki perbedaan yang mencolok pada bentuk tanamannya. Varietas robusta memiliki bentuk pertumbuhan yang ke atas, sedangkan nganda memiliki bentuk pertumbuhan yang menyebar. Hanya saja sebagian besar *chanephora* yang ditanam merupakan varietas robusta, maka jadilah nama robusta identik dengan *chanephora* (Rizwan, 2021).

Sebagian besar (80%) petani di Indonesia menanam kopi jenis robusta. Sekitar 40% sampai 45% produksi kopi dunia merupakan kopi robusta. Meski demikian kopi robusta dapat dikatakan sebagai kopi kelas kedua. Hal ini disebabkan oleh rasanya yang lebih tajam, pahit dan memiliki kandungan kafeina dengan kadar yang lebih banyak. Selain itu jika ditinjau dari segi aroma kopi robusta tidak memiliki aroma yang seharum kopi arabika. Meski demikian kemampuan adaptasi dan ketahanan terhadap penyakit merupakan hal lain yang dimiliki kopi robusta jika dibandingkan dengan arabika (Rizwan, 2021).

Kopi robusta memiliki perakaran yang dangkal sebagaimana kopi arabika. Memiliki kemampuan tumbuh yang baik pada ketinggian 400-700 mdpl, membutuhkan curah hujan 2.000-3.000 mm per tahun dan suhu optimal untuk pertumbuhannya 21-24 °C. Tanaman kopi robusta dapat mencapai tinggi 12 m dan dapat berbuah pada usia sampai 2 tahun. Permukaan atas daunnya mengilap dengan pertulangan yang menyirip. Memiliki panjang dan lebar daun masing-masing 5,0-15,0 cm dan 4,0-6,5 cm (Billah, 2018).

Bunga tanaman kopi robusta tumbuh lebat dan berkelompok pada nodus, berwarna putih dan baunya harum. Kopi robusta memiliki biji yang berbentuk bulat telur. Jika dibandingkan dengan kopi arabika, kopi robusta memiliki ukuran buah lebih pendek. Kopi robusta memiliki panjang biji 8-16 mm, sedangkan kopi arabika memiliki ukuran panjang biji 12-18 mm. Kadar kafeina kopi robusta berkisar antara 2,0-2,5%, sedangkan kopi arabika 1,0-1,5% (Pangabea, 2011).

2.3 Proses Pengolahan Biji Kopi

Terdapat dua jenis pengolahan biji kopi, yakni proses pengolahan kering dan proses pengolahan basah. Perbedaan dari dua proses pengolahan tersebut ialah dalam proses olah kering, buah kopi akan dikeringkan dalam bentuk buah/ceri, lengkap dengan semua lapisan-lapisannya. Sedangkan dalam proses olah basah kulit luar dan kulit daging ceri kopi akan dibuang terlebih dahulu dengan menggunakan mesin khusus yang disebut *pulper* (pengupas), yang selanjutnya difermentasi sebelum memasuki fase pengeringan. Proses pengolahan kering umumnya merupakan sistem yang banyak dilakukan dikalangan petani, hal ini dikarenakan proses pengolahan dari biji kopi yang cenderung lebih sederhana. Proses pengolahan kering meliputi proses pemanenan, menyortir, mengeringkan buah, mengupas kulit buah, menyortir biji kopi kering serta menyimpan biji kopi (*green been*). Sedangkan proses olah basah umumnya diterapkan pada petani perkebunan kopi dengan tingkat produksi yang lebih tinggi. Proses olah basah meliputi proses pemanenan, sortasi buah, *pulping*, fermentasi biji, pencucian, pengeringan, menyortir biji kopi kering setelah menghilangkan kulit tanduk serta menyimpan biji yang telah berbentuk kopi beras (*green been*) (Sulistyaningtyas, 2017).

Menurut Fedri, dkk. (2022) tahapan proses pengolahan kopi secara basah atau *wet proces* meliputi tahapan berikut :

a. Sortasi buah

Proses sortasi merupakan proses yang bertujuan untuk memisahkan buah kopi yang memiliki biji yang baik dengan buah kopi yang hampa atau terserang bubuk. Terdapat dua cara yang dapat dilakukan untuk melakukan sortasi buah, yakni dengan cara manual dan semimekanis. Pada proses manual dilakukan perendaman buah kopi pada wadah yang berisi air. Kemudian, buah yang hampa dan terserang bubuk akan mengapung yang selanjutnya harus dipisahkan. Sedangkan buah yang baik akan tenggelam. Sedang dengan cara semi mekanis, digunakan tangki yang berisi air untuk memisahkan buah kopi yang mengambang, sementara buah kopi yang tidak mengambang akan memasuki alat pemecah kulit (*pulper*).

b. Pengupasan kulit buah

Dalam mengupas kulit buah kopi, mesin yang digunakan adalah mesin *pulper*. *Pulping* dilakukan untuk memisahkan kulit terluar serta daging buah (*mesocarp*)

dari biji kopi. Saat ini telah terdapat beberapa jenis alat *pulper*, namun yang umum digunakan adalah *vis pulper* dan *raung pulper*. Letak perbedaan dari keduanya, yakni *vis pulper* hanya melakukan proses pengupas kulit saja, oleh karena itu proses fermentasi dan pencucian menjadi hal yang masih perlu dilakukan. Sedangkan *raung pulper* juga memiliki fungsi sebagai pencuci sehingga fermentasi dan pencucian tidak perlu lagi dilakukan.

c. Fermentasi

Proses fermentasi merupakan proses yang berfungsi untuk melepas lapisan lendir (*mucilage*) dari biji kopi setelah di *pulper* sehingga dapat memudahkan dalam menghilangkan lapisan lendir tersebut pada proses pencucian. Lapisan lendir tersebut memiliki beberapa kandungan, diantaranya air 84,5%, gula 4,1%, protein 8,9% dan asam pekat 0,7%. Selama proses fermentasi, senyawa gula sederhana dan pectin akan diubah menjadi alkohol dan asam-asam organik oleh mikroorganisme, sehingga Ph biji akan menurun serta lapisan lendir menjadi mudah untuk dihilangkan pada proses pencucian. Terdapat dua metode dalam melakukan fermentasi, yakni dengan metode kering dan basah. Pada proses fermentasi secara kering, biji kopi digundukkan membentuk gunungan kecil kemudian ditutup dengan karung goni selama 2-3 hari. Kemudian, dilakukan pengadukan setiap enam jam untuk membuat proses fermentasi berlangsung secara merata. Sedangkan pada proses fermentasi secara basah proses fermentasi berlangsung dengan metode perendaman. Di mana biji kopi ditempatkan dalam bak perendaman selama 12-36 jam.

d. Pencucian

Proses pencucian merupakan proses yang diperuntukkan untuk menghilangkan kotoran dan sisa lendir atau daging buah yang tersisa dari proses fermentasi. Proses ini dapat dilakukan pada bak dengan air yang terus mengalir.

e. Pengerinan

Proses pengerinan dilakukan agar mengurangi kandungan air pada biji kopi yang semula dapat mencapai 60-65% hingga mencapai tingkat standar kandungan air biji kopi, yakni 12%. Terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan pada proses pengerinan diantaranya dengan penjemuran di bawah matahari, mekanis ataupun gabungan dari keduanya.

2.4 Syarat Mutu Umum Biji Kopi

Buah kopi yang telah di olah dengan menghilangkan kulit buah, daging buah, kulit tanduk dan dikeringkan akan menghasilkan kopi beras atau dapat disebut *green been*. Secara umum kandungan yang terdapat dalam kopi beras ini, yakni air, gula, lemak, abu, kafeina dan salulosa. Menurut Wiyono (2019), standar mutu kopi Indonesai telah diterapkan dengan mengacu pada SNI 01-2970-2008, yakni sebagai berikut:

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

2.5 Pengeringan

Pengeringan adalah proses mengeluarkan kandungan air atau memisahkan air dari suatu bahan dengan menggunakan energi panas. Dalam proses pengeringan hasil yang akan diperoleh berupa bahan kering yang memiliki kadar air yang setara dengan kadar air kesetimbangan udara normal atau setara dengan nilai aktivitas air yang aman bagi kerusakan mikrobiologis, enzimitas dan kimiawi. Dalam perkembangan proses pengolahan pascapanen, pengeringan merupakan proses yang telah lama dikenal. Pengeringan biasanya dimaksudkan untuk meningkatkan masa simpan bahan, mengecilkan volume bahan, penyimpanan, pengemasan dan menghemat biaya distribusi (Risdianti, dkk., 2016).

Dalam proses pengeringan, menurut Ekechukwu dan Nornot dalam Yani dan Fajrin (2013) terjadi dua prosedur yang berjalan dengan secara bersama, yaitu:

- a. Panas yang berpindah dari lingkungan menuju permukaan bahan demi penguapan kandungan air. Suhu udara pada lingkungan, kecepatan aliran udara, kelembapan, tahanan udara, sifat fisik produk dan luas bidang kontak merupakan hal yang sangat menentukan pada proses berpindahnya uap air dari permukaan produk.
- b. Perpindahan kandungan air dari dalam produk ke permukaan produk yang kemudian diuapkan dengan panas dari lingkungan. Temperatur, distribusi

kandungan air di dalam produk dan sifat fisik produk menjadi hal yang memengaruhi proses perpindahan air dari dalam produk.

Menurut Yani dan Fajrin (2013), terdapat dua cara untuk menyatakan kadar air bahan, yakni kadar air basis basah dan kadar air basis kering. Kadar basis basah adalah perbandingan massa air pada produk massa total produk. Dalam persamaan matematika dituliskan sebagai berikut.

$$MC_{wb} = \frac{Mo - Md}{Mo} \quad (1)$$

Sedangkan kadar air basis kering adalah massa air produk persatuan massa kering produk. Dalam persamaan matematika dituliskan sebagai berikut.

$$MC_{db} = \frac{Mo - Md}{Md} \quad (2)$$

Di mana,

MC_{db} merupakan kadar air basis kering,

MC_{wb} merupakan kadar air basis basah,

Mo merupakan massa total produk (g),

Md merupakan massa produk tanpa air (g).

2.6 Pengeringan Pasif

Pengeringan dengan menggunakan sinar matahari adalah salah satu metode pengeringan bahan pangan yang banyak kita jumpai. Pengeringan dengan energi matahari menawarkan alternatif dalam pengolahan bahan pertanian dengan metode yang bersih tanpa penggunaan biaya energi yang banyak. Pengeringan dengan energi matahari dapat digolongkan ke dalam beberapa kategori, tergantung dari cara pemanasan yang digunakan dan penggunaannya untuk menghilangkan kadar air dari satu komoditas (Irwan dkk., 2020).

Berdasarkan paparan isolasi, pengering dengan sinar matahari terbagi dalam pengeringan pasif, pengeringan aktif dan pengeringan natural. Pengeringan pasif adalah salah satu metode pengeringan yang menggunakan sinar matahari sebagai sumber panas pada sebuah ruang pengering di mana proses aliran udara di dalamnya berjalan secara alami. Pengeringan pasif diklasifikasikan dalam 3 model, yakni *hybrid (mixed)*, *distributed (indirect)* serta *integral (direct)*. Model *integral (direct)* sendiri adalah metode mengeringkan suatu bahan pertanian

dengan menggunakan ruang pengering yang dilengkapi sebuah sistem aliran udara, dengan digunakan media kaca sebagai perantara sinar matahari untuk masuk pada ruang pengering (Londhe, 2015).

Sedangkan menurut Tarigan (2020), berdasarkan pemanfaatan alat bantu, pengeringan menggunakan sinar matahari dibedakan menjadi pengeringan tipe aktif dan pengeringan tipe pasif. Pengeringan tipe aktif memanfaatkan alat bantu atau secara mekanis seperti penggunaan kipas atau *blower* untuk menggerakkan udara dalam ruang pengering. Sedangkan pengeringan tipe pasif tidak menggunakan alat bantu lain sehingga sirkulasi udara dalam ruang pengering berlangsung secara alami.

2.7 Model-Model Pengeringan Lapis Tipis

Metode pengeringan lapisan tipis merupakan proses pengeringan dengan menghilangkan kandungan air dari satu bahan yang berpori melalui proses penguapan dengan mekanisme melewati udara pengering pada lapisan tipis bahan hingga memperoleh kadar air kesetimbangan. Pengeringan lapisan tipis merujuk pada proses pengeringan suatu bahan yang berbentuk lapisan tipis. Pada proses ini, udara pengering yang mengalir melewati bahan langsung berinteraksi dengan kelembaban relatif dan suhu yang tetap. Hal ini disebabkan oleh luas permukaan yang lebih besar pada lapisan tipis serta ketebalan bahan yang hanya satu lapisan, sehingga menyebabkan proses pengeringan terjadi secara seragam di seluruh bahan. Untuk mengetahui karakteristik pengeringan suatu bahan pertanian, pendekatan yang umum digunakan ialah pendekatan pengeringan lapisan tipis atau *the thin layer drying model* (Murad, dkk., 2019).

Untuk mempelajari model pengeringan dan karakteristik bahan yang dikeringkan, dalam kinetika sistem pengeringan dikenal adanya model simulasi yang digunakan berupa model matematika. Prinsip dari sebuah pemodelan ialah menjelaskan mengenai sistem yang bekerja selama proses pengeringan dengan didasarkan pada berbagai persamaan matematika. Dengan persamaan matematika ini, kita dimungkinkan untuk menghitung parameter yang memengaruhi bahan selama proses pengeringan (Nurmuliana, dkk., 2022).

Terdapat tiga jenis persamaan pengeringan lapis tipis, yakni teoritis, semi-teoritis serta empiris. Pada persamaan teoritis resistensi internal pada proses berpindahnya uap air diperhitungkan. Panas yang berasal dari udara pengering akan diterima langsung oleh seluruh permukaan bahan, sehingga proses perpindahan uap air terjadi. Sedangkan dalam dua kategori selanjutnya resistensi eksternal dalam perpindahan uap air antara produk pertanian dengan udara turut dipertimbangkan (Henderson dan Perry, 1976). Pada pengeringan lapis tipis bahan pertanian, beberapa model pengeringan yang umum digunakan ialah sebagai berikut:

Tabel 1. Model Matematika Pengeringan Lapis Tipis

No	Nama model	Model Matematika
1.	<i>Newton</i>	$MR = \exp(-kt)$
2.	<i>Page</i>	$MR = \exp(-kt^n)$
3.	<i>Modified Page</i>	$MR = \exp[-(kt)^n]$
4.	<i>Henderson and Pabris</i>	$MR = a \exp(-kt)$
5.	<i>Logarithmic</i>	$MR = a \exp(-kt) + c$
6.	<i>Two term</i>	$MR = a \exp(-k_0t) + b \exp(-k_1t)$
7.	<i>Two term exponential</i>	$MR = a \exp(-kt) = (i - a) \exp(kbt)$
8.	<i>Wang and Singh</i>	$MR = M_0 + at + bt^2$
9.	<i>Approximation of diffusion</i>	$MR = a \exp(-kt) + (i - a) \exp(kbt)$
10.	<i>Verma et al.</i>	$MR = a \exp(-kt) + (i - a) \exp(-gt)$
11.	<i>Modified Henderson and Pabris</i>	$MR = a \exp(-kt) + b \exp(-ct) + c \exp(-ht)$
12.	<i>Hii et al.</i>	$MR = a \exp(-kt^n) + c \exp(-gt^n)$
13.	<i>Midilli et al.</i>	$MR = a \exp(-kt^n) + bt$

(Sumber: Menges *et al.* 2006).

Telah banyak dilakukan penelitian karakteristik pengeringan lapisan tipis pada berbagai jenis komoditas pertanian. Penelitian tersebut dimaksudkan untuk mencari tahu model persamaan matematika yang paling sesuai dalam menggambarkan karakteristik pengeringan lapisan tipis pada satu bahan pertanian. Menurut Menges *et al.*, (2006) nilai *Moisture Ratio* (MR) dapat didekati melalui persamaan berikut:

$$MR = \frac{W_t - W_e}{W_o - W_e} \quad (3)$$

Keterangan:

MR merupakan *moisture ratio*,

Wo merupakan kadar air awal (%),

Wt merupakan kadar air pada saat (t),

We merupakan kadar air kesetimbangan (%) yang diperoleh saat berat konstan.

Model matematika pada pengeringan lapisan tipis dipasangkan ke nilai *Moisture Ratio* (MR) hasil observasi pada seluruh waktu pengeringan. Aplikasi *Microsoft Excel solver* digunakan untuk memecahkan model nonlinier pada model pengeringan lapisan tipis untuk mendapatkan nilai konstanta pengeringan di setiap model dan nilai koefisien determinasi (R^2) (Muhidong *et al.*, 2018).

Menurut Nurmuliana, dkk. (2022), dalam menentukan kesesuaian satu model dalam memperdiksi karakteristik pengeringan yang digambarkan dalam kurva pengeringan, dapat dilakukan dengan melihat nilai R^2 yang mendekati 1 dan nilai *root mean square error* (RMSE) yang mendekati 0. Nilai RMSE dapat di peroleh dengan persamaan berikut.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (MR_{pre.i} - MR_{exp.i})^2}{N}} \quad (4)$$

Keterangan :

RMSE merupakan nilai *error*

N merupakan jumlah data

$MR_{pre.i}$ merupakan nilai *moisture ratio* prediksi ke-i

$MR_{exp.i}$ merupakan nilai *moisture ratio* eksperimen ke-i