

Perbandingan Kualitas Pengeringan Biji Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) dengan Para-Para dan Pengeringan Konvensional

Comparison of Arabica Coffee Bean (Coffea arabica L.) Drying Quality using Para-Para and Conventional Drying Methods

Noviera Inggrit Kurnia, Yohanes Setiyo*, Ida Ayu Gede Bintang Madrini

Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

*email: yohanes@unud.ac.id

Abstrak

Kopi Arabika Kintamani merupakan salah satu komoditas unggulan Indonesia yang memiliki karakteristik khas dan telah memperoleh status indikasi geografis. Namun, mutu biji kopi dari wilayah ini masih menghadapi tantangan dalam memenuhi kadar air maksimum 12,5% sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI 01-2907-2008). Pengeringan merupakan tahapan krusial dalam proses pascapanen karena secara langsung memengaruhi kadar air dan kualitas akhir biji kopi. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pengaruh suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya, serta kadar air pada biji kopi Arabika yang dikeringkan menggunakan metode para-para dan metode konvensional. Perlakuan yang digunakan yaitu P0 (konvensional), P1 (rak atas), P2 (rak tengah), dan P3 (rak bawah). Analisis data dilakukan dengan pendekatan statistik deskriptif dan regresi linier sederhana. Data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mendukung interpretasi hubungan antara variabel lingkungan dan kadar air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu rata-rata pada P1 sebesar 37,5°C, kelembaban udara 49,8%, dan intensitas cahaya 136,5 lux, menghasilkan kadar air akhir sebesar 11,2%. Pada P3, suhu rata-rata tercatat 34,9°C, kelembaban udara 57,2%, dan intensitas cahaya 63,0 lux, dengan kadar air akhir 16,9%. Perlakuan P0 dan P2 masing-masing menunjukkan kadar air akhir sebesar 8,5% dan 10,0%. Analisis regresi menunjukkan adanya hubungan kuat antara waktu pengeringan dan penurunan kadar air pada semua perlakuan. Metode para-para, khususnya pada P1 (rak atas), menunjukkan pengeringan yang lebih stabil dan sesuai standar mutu, sehingga dapat direkomendasikan sebagai metode alternatif dalam menjaga kualitas kopi Arabika.

Kata kunci: kopi arabika, pengeringan, konvensional, kualitas, para-para

Abstract

Kintamani Arabica coffee is one of Indonesia's flagship commodities, recognized with a Geographical Indication status due to its distinctive flavor and regional characteristics. However, coffee beans from this region still face challenges in meeting the maximum moisture content requirement of 12.5% as stated in the Indonesian National Standard (SNI 01-2907-2008). Drying is a critical post-harvest stage that directly affects the moisture level and final quality of coffee beans. This study aims to compare temperature, humidity, light intensity, and moisture content of Arabica coffee beans dried using two methods: the para-para drying rack system and conventional sun drying. The treatments applied were P0 (conventional method), P1 (top rack), P2 (middle rack), and P3 (bottom rack). Data analysis was carried out using descriptive statistics and simple linear regression. The results were presented in tables and graphs to support the interpretation of relationships among environmental variables and moisture content. The study found that P1 recorded an average temperature of 37.5°C, relative humidity of 49.8%, and light intensity of 136.5 lux, resulting in a final moisture content of 11.2%. In comparison, P3 recorded a temperature of 34.9°C, humidity of 57.2%, and light intensity of 63.0 lux, with a final moisture content of 16.9%. P0 and P2 had final moisture contents of 8.5% and 10.0%, respectively. Regression analysis indicated a strong correlation between drying time and moisture reduction across all treatments. Drying at P1 (upper rack) demonstrated greater stability and compliance with quality standards, thus it can be recommended as an alternative method to preserve Arabica coffee quality.

Keywords: arabica coffee, drying, Conventional, quality, Raised Drying Beds

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu produsen kopi terbesar di dunia, dengan luas lahan perkebunan

mencapai 1,24 juta hektar yang tersebar di berbagai wilayah. Salah satu daerah penghasil kopi Arabika unggulan adalah Kintamani, Bali, yang telah mendapatkan pengakuan sebagai produk berstatus

Indikasi Geografis. Kopi Arabika Kintamani dikenal memiliki aroma dan cita rasa khas, namun tantangan mutu masih dihadapi, terutama dalam mencapai kadar air ideal yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI 01-2907-2008), yaitu maksimal 12,5% (BPS Bali, 2023; Rachmaningtyas, 2023). Kadar air yang melebihi standar dapat memengaruhi cita rasa, daya simpan, serta mutu keseluruhan biji kopi (Balai Penerapan Standar Instrumen Pertanian, 2023).

Salah satu faktor utama yang menentukan kadar air akhir biji kopi adalah metode pengeringan. Pengeringan konvensional menggunakan terpal di atas tanah masih menjadi metode yang umum digunakan oleh petani di Kintamani, namun metode ini sering menyebabkan distribusi panas yang tidak merata dan meningkatkan risiko kontaminasi (Santoso & Egra, 2018). Alternatif metode seperti pengeringan para-para, yaitu rak bertingkat yang memungkinkan sirkulasi udara lebih baik dan paparan sinar matahari lebih merata, dinilai lebih efisien dan higienis, tetapi masih jarang diterapkan secara luas.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana perbedaan kualitas pengeringan biji kopi Arabika antara metode para-para dan metode konvensional, ditinjau dari kadar air akhir serta faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya. Kajian ini juga mempertimbangkan efektivitas pengeringan pada masing-masing rak tingkat (atas, tengah, bawah) dalam sistem para-para. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan kualitas pengeringan biji kopi Arabika menggunakan metode para-para dan metode konvensional, serta menganalisis pengaruh suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya terhadap kadar air biji kopi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis bagi petani dalam memilih metode pengeringan yang efektif dan sesuai standar mutu nasional.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Alat dan Ergonomi Kampus Bukit Jimbaran, Program studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Penelitian ini akan berlangsung dan dikerjakan pada bulan November 2024.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi rak pengering para-para bertingkat tiga, terpal (konvensional), *digital*

lux meter, *temperature and humidity meter*, *moisture meter*, timbangan digital, *stopwatch*, pengaduk kopi, serta alat pencatat data. Bahan berupa biji kopi Arabika Kintamani (jenis *full wash*, bentuk *parchment*) dengan kadar air awal 460% dan berat 13 kg per perlakuan.

Perlakuan

Penelitian ini melibatkan beberapa perlakuan pengeringan biji kopi Arabika. Perlakuan P0 (Metode Konvensional), P1 (rak paling atas), P2 (rak tengah), dan P3 (rak paling bawah)

Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan secara langsung melalui observasi di Laboratorium Rekayasa Alat dan Ergonomi, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Data kuantitatif dikumpulkan melalui pengukuran suhu udara (°C), kelembaban relatif (%), intensitas cahaya (lux), dan kadar air biji kopi (%) pada tiga waktu pengamatan setiap hari menggunakan alat ukur digital. Pengumpulan data dilakukan selama proses pengeringan berlangsung untuk dianalisis secara deskriptif.

Data Primer

Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari pengukuran langsung selama proses pengeringan, meliputi suhu udara, kelembaban relatif, intensitas cahaya, kadar air pada perlakuan P0, P1, P2, dan P3. Pengumpulan data dilakukan menggunakan alat ukur digital untuk memastikan akurasi hasil.

Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini berasal dari SNI 01-2907-2008 sebagai acuan kadar air biji kopi, data produksi kopi dari BPS Provinsi Bali, serta literatur dan jurnal ilmiah terkait pengeringan kopi dan karakteristik kopi Arabika.

Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada pengeringan biji kopi Arabika Kintamani dalam bentuk *parchment* menggunakan metode para-para tiga tingkat dan pengeringan konvensional di terpal. Parameter yang diamati hanya suhu, kelembaban, intensitas cahaya dan kadar air. Pengamatan dilakukan di lingkungan laboratorium terbuka dengan kondisi cuaca alami.

Analisis Data Alat Pengeringan Para-Para Suhu Udara (°C)

Suhu udara diukur sebanyak tiga kali sehari, yaitu pada pagi, siang, dan sore hari menggunakan alat *temperature and humidity meter* yang dibaca dengan satuan (°C). Nilai suhu rata-rata harian dihitung dengan menggunakan rumus:

Suhu rata-rata harian dihitung menggunakan rumus yang direkomendasikan oleh FAO (1998), yaitu:

$$T_{rata-rata} = \frac{T_{Maks} + T_{Min}}{2} \quad (1)$$

Keterangan:

T_{maks} = Suhu maksimum harian yang dicatat pada siang hari

T_{min} = Suhu minimum harian yang dicatat pada pagi hari

T_{rata-rata} = Suhu rata-rata harian

Kelembaban Udara Relatif (%)

Kelembaban udara diukur menggunakan alat *temperature and humidity meter* yang dibaca dengan satuan persen (%), yang dicatat setiap pagi, siang, dan sore hari. Untuk mendukung pemahaman hubungan antara suhu dan kelembaban, digunakan pendekatan sederhana. Kelembaban relatif harian dihitung menggunakan rumus dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), yaitu:

$$RH_{Harian} = \frac{RH_{Maks} + RH_{Min}}{2} \quad (2)$$

Keterangan :

RH_{maks} = kelembapan tertinggi dalam satu hari (biasanya terjadi pagi hari)

RH_{min} = kelembapan terendah dalam satu hari (biasanya siang hari)

Intensitas Cahaya (lux)

Intensitas Cahaya diukur dengan *lux meter* digital sebanyak tiga kali sehari pada waktu yang sama dengan pengukuran suhu dan kelembaban. Secara teoritis, intensitas cahaya juga dapat dipengaruhi oleh

perbedaan suhu maksimum dan minimum menggunakan rumus pendekatan. Rumus ini merupakan pendekatan empiris untuk estimasi intensitas cahaya berdasarkan suhu maksimum dan minimum menggunakan rumus pendekatan Model Klimatologi dan Meteorologi:

$$I \approx k \times (T_{maks} + T_{min}) \quad (3)$$

Keterangan:

I = intensitas cahaya (lux)

k = konstanta (sekitar 1000–1500 lux/°C, tergantung kondisi)

Kadar Air Biji Kopi (%)

Kadar air biji kopi diukur menggunakan alat *moisture meter* digital setiap hari selama proses pengeringan berlangsung. Nilai kadar air ditampilkan dalam satuan persen (%). Pengukuran awal dengan sampel biji kopi dalam keadaan basah dan pengukuran akhir dengan sampel biji kopi kering dengan suhu ideal 30°C hingga 40°C, durasi pengeringan sekitar 4-8 hari dengan 8 -10 jam sinar matahari langsung perhari. Kadar air biji kopi dapat dihitung dengan rumus:

$$KA = \frac{M_b - M_k}{M_b} \times 100\% \quad (4)$$

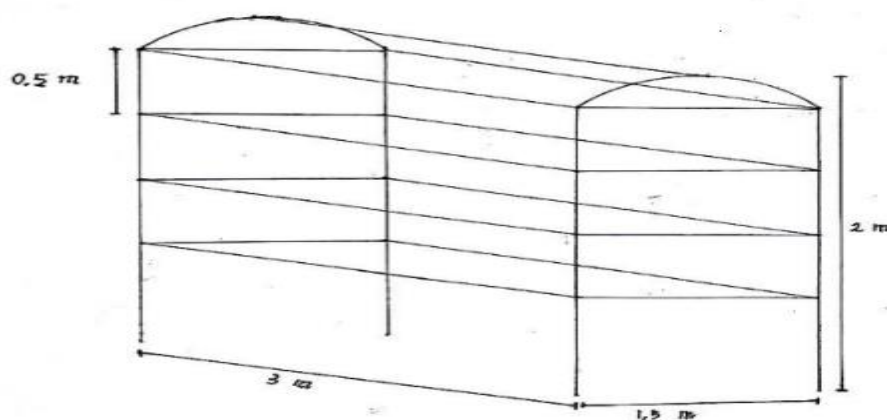
Keterangan :

KA = kadar air dalam persen

M_b = berat biji kopi basah

M_k = berat biji kopi kering

Ilustrasi dan Desain 3 Dimensi Konstruksi Para-Para



Gambar 1. Ilustrasi konstruksi para-para



Gambar 2. Tampak Desain 3 Dimensi Para-Para

Analisis Data

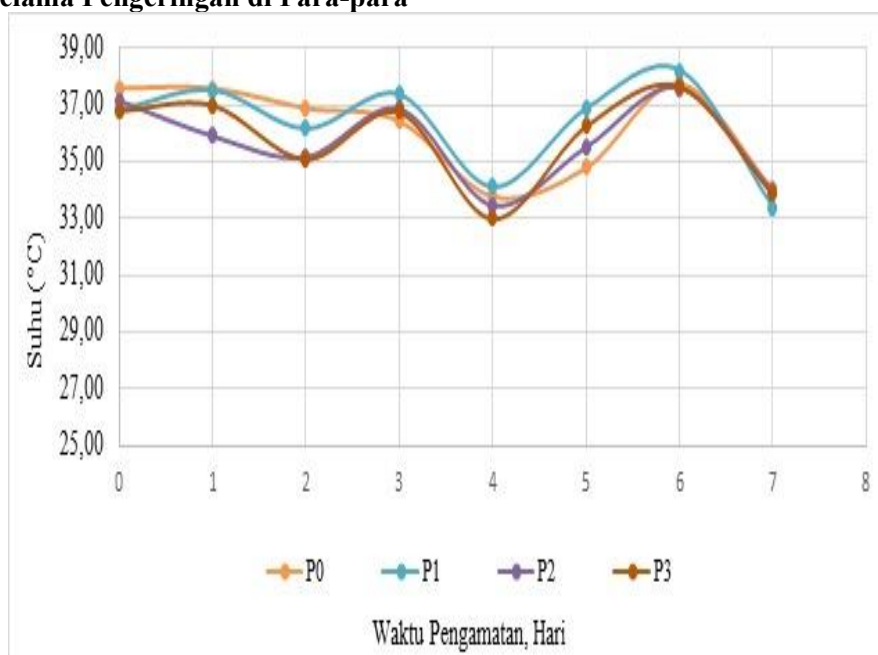
Analisis data dilakukan menggunakan Microsoft Excel dengan pendekatan statistik deskriptif dan regresi linier sederhana. Data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mendukung interpretasi dan analisis hubungan antar variabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Suhu, Kelembaban, dan Intensitas Cahaya terhadap Kadar Air dan Kualitas Biji Kopi Arabika selama Pengeringan di Para-para

Distribusi Suhu pada Metode Pengeringan

Hasil pengamatan suhu udara selama pengeringan biji kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) menunjukkan fluktuasi suhu yang berbeda pada setiap perlakuan. Perbedaan ini dipengaruhi oleh waktu pengamatan, faktor lingkungan, serta posisi rak terhadap penerimaan panas. Secara umum, terdapat kecenderungan penurunan suhu pada semua perlakuan seiring waktu.



Gambar 3. Suhu Udara Pada Berbagai Waktu Pengamatan

Perlakuan P1 (rak paling atas) menunjukkan suhu tertinggi selama pengamatan, dengan suhu maksimum mencapai 38,2°C pada hari ke-6. Kondisi ini disebabkan oleh posisinya yang langsung terpapar sinar matahari tanpa halangan, berbeda dengan P2 dan P3 yang sebagian terlindungi oleh rak di atasnya. Menurut (Menurut Heldman & Lund (2007). Suhu berperan penting sebagai sumber energi dalam proses pengeringan. Semakin tinggi suhu, semakin besar gradien tekanan uap, sehingga laju penguapan air dari

bahan meningkat. Sebaliknya, perlakuan P2 (rak tengah) mencatat suhu terendah sebesar 33,45°C pada hari ke-4. Posisi rak yang lebih teduh dan tertutup menyebabkan penerimaan panas lebih rendah. Hal ini sejalan dengan pendapat (Siregar, 2022). Bahwa posisi vertikal dalam sistem para-para memengaruhi suhu pengeringan, di mana rak atas menerima lebih banyak panas dibandingkan rak bawah. Dengan demikian, letak rak berperan penting dalam efisiensi dan kecepatan proses pengeringan.

Suhu maksimum pada perlakuan P1 merupakan kondisi optimal karena mendukung penguapan air yang lebih cepat. Sebaliknya, suhu minimum pada perlakuan P2 sebesar 33,45°C menunjukkan bahwa proses pengeringan berlangsung lebih lambat. Pola perubahan suhu antara hari ke-4 hingga hari ke-6 mengindikasikan adanya pengaruh cuaca atau refleksi panas dari struktur para-para. Meskipun terjadi fluktuasi harian, perlakuan P1 tetap menunjukkan kestabilan suhu dalam rentang optimal, yaitu 32–38°C. Menurut Sihombing et al. (2022), suhu ideal dalam pengeringan kopi berada pada kisaran 35–40°C untuk menjaga kualitas sensorik dan mencegah kerusakan senyawa volatile. Suhu yang terlalu tinggi, terutama di atas 40°C, dapat menurunkan mutu biji seperti menyebabkan aroma gosong atau biji pecah.

Perlakuan P2 memiliki suhu harian yang lebih sejuk dan stabil (33,45°C–37,60°C), dengan rata-rata

35,69°C. Namun karena berada di posisi yang lebih teduh, suhu ini kurang mendukung proses evaporasi, sehingga pengeringan berjalan lebih lambat. Hal ini tercermin dari kadar air akhir P2 yang masih tinggi, yaitu 14,1%. Sebaliknya, perlakuan P1 menunjukkan suhu tertinggi dan cukup stabil yang mempercepat penguapan air, sehingga kadar air akhir lebih rendah, yaitu 11,2%. Paparan sinar matahari langsung dan sirkulasi udara yang lebih optimal pada rak atas menjadikan perlakuan P1 paling efisien. Dibandingkan dengan perlakuan P0 (metode konvensional), suhu pada P0 cenderung lebih fluktuatif karena sangat dipengaruhi oleh cuaca, sehingga pengeringan berlangsung kurang merata. Kondisi ini menunjukkan bahwa perlakuan dengan sistem para-para, khususnya pada posisi rak atas (P1), memberikan lingkungan yang lebih stabil dan terkendali untuk proses pengeringan alami.

Tabel 1. Suhu Udara pada Berbagai Waktu Pengamatan

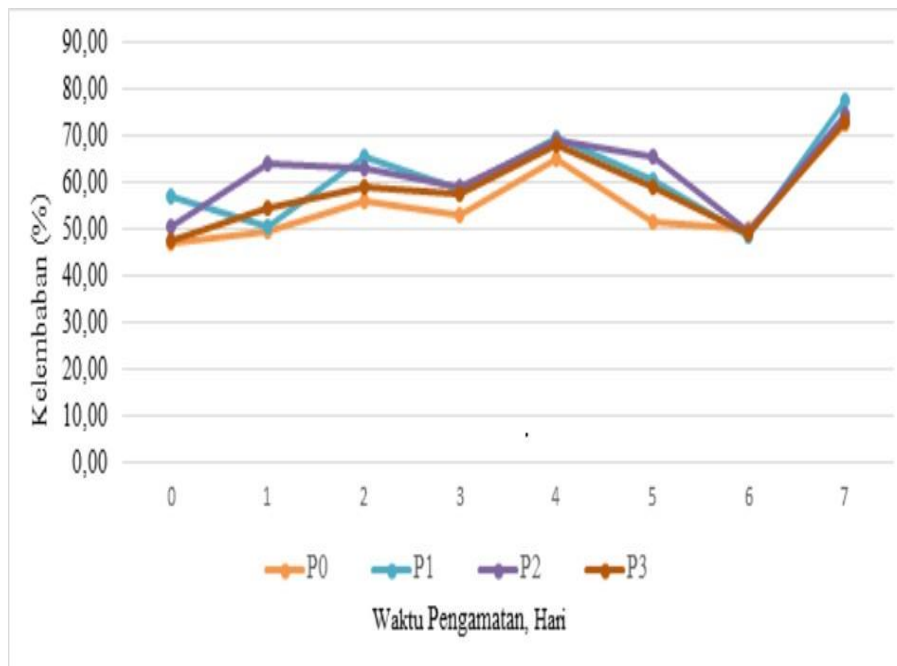
Hari	Suhu Udara Perlakuan (°C)			
	P0	P1	P2	P3
0	37,60	36,80	37,15	36,80
1	37,6	37,50	35,90	37,00
2	36,9	36,15	35,15	35,10
3	36,45	37,35	36,85	36,75
4	33,8	34,10	33,45	33,00
5	34,8	36,85	35,50	36,25
6	37,75	38,20	37,60	37,65
7	34,05	33,40	33,95	33,85

Sumber: Hasil penelitian peneliti, 2024

Pola Kelembaban pada Proses Pengeringan

Berdasarkan grafik kelembaban udara, seluruh perlakuan menunjukkan pola fluktuasi dari waktu ke waktu. Namun secara umum, tren kelembaban cenderung meningkat, terutama pada hari-hari terakhir pengamatan. Pola ini berbanding terbalik dengan suhu, di mana kelembaban meningkat saat suhu menurun. Perlakuan P0 (metode konvensional) mencatat kenaikan kelembaban dari 47,0% pada hari ke-0 menjadi 72,5% pada hari ke-7, sedangkan perlakuan P1 meningkat dari 57,0% menjadi 77,5%. Peningkatan kelembaban ini dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti cuaca mendung, angin, dan kelembaban lingkungan sekitar. Metode para-para, khususnya pada perlakuan P1, menunjukkan kestabilan kelembaban selama enam hari pertama berkat adanya atap plastik UV dan ventilasi yang baik. Lonjakan kelembaban pada hari ke-7 terjadi pada seluruh perlakuan, termasuk P0, dan diduga kuat akibat perubahan cuaca mendadak, seperti hujan atau peningkatan kelembaban udara. P0 juga

menunjukkan kenaikan kelembaban sekitar 2,14% per satuan waktu. Hal ini menegaskan bahwa pengeringan alami sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca, terutama pada metode terbuka seperti P0 yang tidak memiliki struktur pelindung. Rata-rata kelembaban udara tertinggi tercatat pada perlakuan P2, yaitu sebesar 61,69%, sedangkan terendah pada perlakuan P0 sebesar 56,88%. Posisi rak P2 yang berada di tengah membatasi sirkulasi udara dan mengurangi paparan langsung sinar matahari. Akibatnya, udara lembab terperangkap lebih lama di area tersebut, sehingga kelembaban relatif lebih tinggi. Sebaliknya, perlakuan P0 dilakukan di ruang terbuka, sehingga memiliki akses langsung terhadap sinar matahari dan aliran udara bebas. Kondisi ini mempercepat penguapan kelembaban dari lingkungan sekitar biji kopi. Namun, karena sepenuhnya bergantung pada cuaca, kelembaban pada P0 menjadi lebih fluktuatif dan tidak stabil dari hari ke hari.



Gambar 4. Kelembaban Udara pada Berbagai Waktu Pengamatan

Penelitian (Kakomole, 2012). Menunjukkan bahwa sistem pengeringan dengan rak bertingkat memiliki kelemahan dalam distribusi panas dan kelembaban, khususnya karena ventilasi udara yang terbatas pada rak tengah dan bawah. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian ini, di mana perlakuan P2 dan P3 mengalami fluktuasi kelembaban yang cukup besar. Bahkan pada hari ke-2 dan ke-4, nilai kelembaban P2 dan P3 tercatat lebih tinggi dibandingkan P1 dan P0. Meskipun kelembaban pada P1 sedikit lebih tinggi dibandingkan P0, metode para-para pada perlakuan P1 menunjukkan kestabilan yang lebih baik. Stabilitas ini didukung oleh struktur yang dilengkapi atap pelindung dan ventilasi yang cukup, sehingga kelembaban tidak berubah drastis antar waktu.

Ventilasi udara berperan penting dalam menjaga kelembaban tetap rendah, yang membantu mencegah risiko pertumbuhan jamur atau fermentasi tidak diinginkan. Kelembaban yang terlalu tinggi dan tidak stabil dapat menyebabkan pembusukan atau penurunan mutu biji kopi. Sebaliknya, kelembaban yang terkendali seperti pada perlakuan P1 mendukung proses pengeringan yang lebih aman dan efektif. Jika dibandingkan dengan metode konvensional (P0) yang cenderung lebih kering namun sangat dipengaruhi cuaca, perlakuan P1 memberikan lingkungan pengeringan yang lebih stabil dan terkontrol, sehingga mengurangi risiko kerusakan fisik maupun kualitas pada biji kopi.

Tabel 2. Kelembaban Udara pada Berbagai Waktu Pengamatan

Hari	Kelembaban Perlakuan (%)			
	P0	P1	P2	P3
0	47,00	57,00	50,50	47,50
1	49,5	50,50	64,00	54,50
2	56	65,50	63,00	59,00
3	53	58,50	59,00	57,50
4	65	69,50	69,00	68,00
5	51,5	60,50	65,50	59,00
6	50	48,50	49,50	49,00
7	72,5	77,50	74,50	73,00

Sumber: Hasil penelitian peneliti, 2024

Intensitas Cahaya Pada Setiap Perlakuan

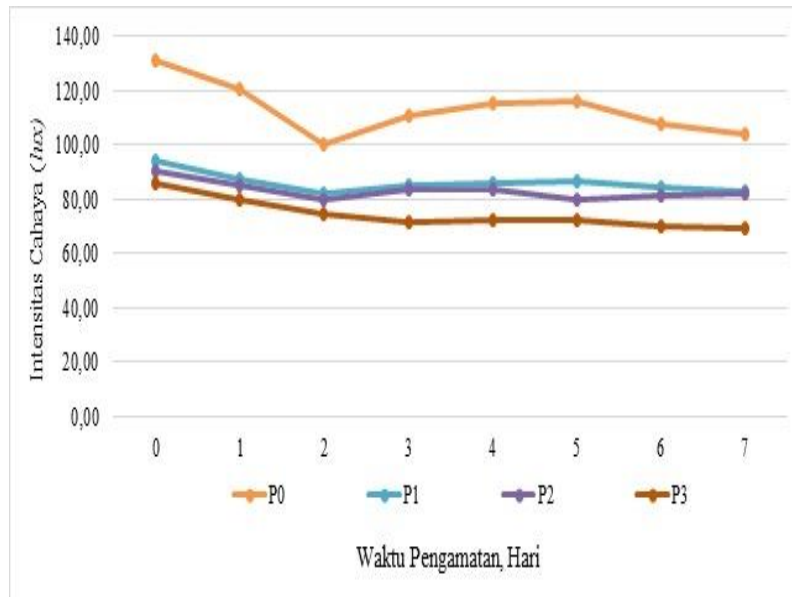
Berdasarkan grafik, perlakuan P0 (metode konvensional) menunjukkan intensitas cahaya tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya, dengan

nilai awal mencapai sekitar (130,75 lux) dan mengalami penurunan hingga sekitar (104,00 lux) pada akhir pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa pengeringan secara langsung di bawah sinar matahari P0 (metode konvensional) memungkinkannya

penerimaan cahaya maksimum, namun dengan risiko fluktuasi intensitas cahaya yang tinggi akibat perubahan cuaca atau sudut penyinaran. Menurut (Mulyani et al.2001, intensitas cahaya yang stabil dan cukup berperan penting dalam menjaga suhu optimal dan mendorong evaporasi air selama pengeringan biji kopi. Sebaliknya, P3 menunjukkan nilai intensitas yang paling rendah, (P3) berkisar (86,23 lux) di awal pengamatan hingga (69,35 lux) pada hari ke-7. Perbedaan ini menunjukkan bahwa posisi rak dalam sistem para-para sangat memengaruhi jumlah cahaya yang diterima oleh biji kopi. Semakin rendah posisi

rak, semakin banyak cahaya yang terhalangi oleh rak di atasnya, sehingga proses pengeringan berisiko berlangsung lebih lambat akibat kurangnya energi cahaya yang mencapai permukaan bahan.

Rendahnya intensitas cahaya pada perlakuan P3 dapat memperlambat proses pengeringan. Hal ini disebabkan karena cahaya matahari tidak hanya memberi energi cahaya, tetapi juga berkontribusi dalam meningkatkan suhu, yang berperan langsung dalam mempercepat evaporasi air dari biji kopi.



Gambar 5. Intensitas Cahaya pada Berbagai Waktu Pengamatan

Perlakuan P1 dan P2 menunjukkan intensitas cahaya yang lebih stabil selama masa pengamatan. Rata-rata intensitas pada P1 tercatat sebesar 86,76 lux, sedikit lebih tinggi dari P2 yang mencapai 83,78 lux. Meskipun demikian, keduanya masih lebih rendah dibandingkan intensitas cahaya pada perlakuan P0, yang memiliki rata-rata 113,90 lux. P1 memperoleh cahaya lebih banyak karena berada di posisi rak paling atas, tetapi tetap terlindungi oleh atap plastik UV. Perlindungan ini membantu menjaga kestabilan intensitas cahaya dan mendukung proses pengeringan yang lebih terkontrol. Stabilitas pencahayaan pada perlakuan P1 dan P2 berperan penting dalam mendukung pengeringan yang merata dan aman, tanpa lonjakan suhu yang ekstrem. Hal ini sejalan dengan (Putra, 2019). yang menyatakan bahwa sistem para-para memberikan kestabilan suhu dan pencahayaan yang lebih baik dibandingkan pengeringan langsung di bawah sinar matahari. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa biji kopi pada rak tengah cenderung memiliki kualitas fisik dan warna yang lebih seragam.

Di sisi lain, (Supriyanto & Rahardjo 2017). menekankan bahwa intensitas cahaya yang terlalu tinggi dapat menyebabkan peningkatan suhu berlebih, yang berisiko merusak mutu kopi seperti perubahan warna dan kerusakan senyawa volatil. Dengan demikian, kestabilan cahaya menjadi faktor penting dalam menjaga mutu hasil pengeringan.

Perlakuan P3 memang memiliki intensitas cahaya paling stabil, namun nilainya terlalu rendah. Hal ini memperlambat proses pengeringan dan berpotensi meningkatkan kadar air akhir, yang dapat menurunkan mutu sensorik. Mulyani et al. (2021). menyebutkan bahwa intensitas rendah di lingkungan lembap dapat menyebabkan kadar air tinggi dan menurunkan kualitas cita rasa biji kopi. Grafik pada P0 dan P2 juga menunjukkan fluktuasi intensitas cahaya akibat cuaca, seperti tertutupnya matahari. Hal ini menunjukkan bahwa sistem para-para, khususnya P1 dan P2, mampu memberikan kontrol pencahayaan yang lebih baik dibandingkan metode konvensional

Tabel 3. Intensitas Cahaya pada Berbagai Waktu Pengamatan

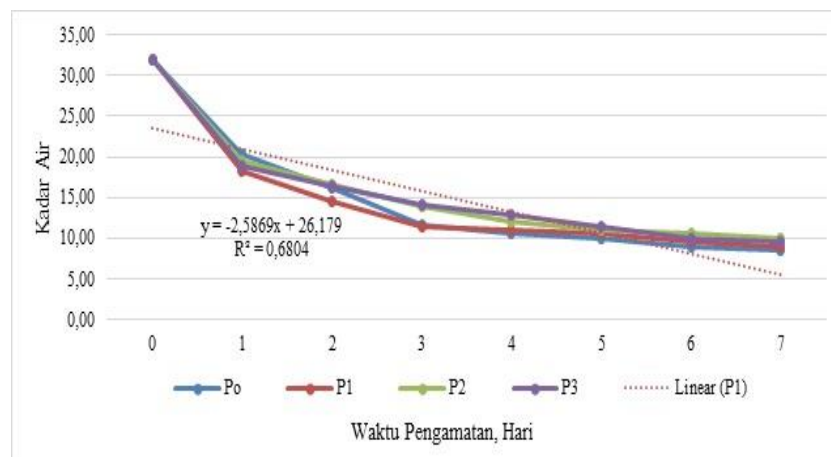
Hari	Intensitas Cahaya Perlakuan (lux)			
	P0	P1	P2	P3
0	130,75	93,82	90,32	86,23
1	120,85	87,29	85,46	79,86
2	100	82,00	80,00	74,84
3	110,45	85,30	83,58	71,76
4	115,56	86,00	84,00	72,00
5	116	86,39	80,00	72,50
6	107,56	84,29	81,00	70,00
7	104	83,00	81,88	69,35

Sumber: Hasil penelitian peneliti, 2024

Perbandingan Kadar Air Pada Setiap Perlakuan

Grafik kadar air menunjukkan tren penurunan yang konsisten pada seluruh perlakuan (P0, P1, P2, dan P3) selama tujuh hari pengamatan. Proses pengeringan berlangsung dalam dua fase utama. Fase pertama, yaitu fase cepat, terjadi pada hari ke-0 hingga ke-3, ditandai dengan penurunan kadar air yang tajam. Fase kedua dimulai pada hari ke-4 hingga hari ke-7, di mana penurunan kadar air berlangsung lebih lambat. Perlambatan ini terjadi karena sisa air berada di bagian dalam jaringan biji kopi, sehingga lebih sulit menguap dibandingkan air bebas di permukaan biji. Hal ini menyebabkan grafik kadar air mulai mendatar pada fase akhir pengeringan.

P0 (metode konvensional) mencatat kadar air akhir terendah, yaitu 8,5% disusul P1 rak paling atas (9,0%), P3 rak paling bawah (9,5%), dan P2 rak tengah (10,0%). Walaupun P0 paling cepat menurunkan kadar air, fluktuasi suhu dan intensitas cahayanya sangat tinggi, sehingga berisiko menyebabkan over-drying dan menurunkan mutu sensorik biji kopi. Sebaliknya, P1 menunjukkan keseimbangan optimal, dengan kadar air akhir masih <12,5%, tetapi melalui proses yang lebih stabil. Dan terkendali, sehingga lebih aman terhadap kualitas fisik dan cita rasa biji kopi. Selain itu, metode para-para pada P1 juga mampu mengurangi risiko kontaminasi karena biji tidak bersentuhan langsung dengan tanah serta menjaga kebersihan produk selama pengeringan.



Gambar 6. Kadar Air pada Berbagai Waktu Pengamatan

Kinerja baik P1 didukung oleh intensitas cahaya sedang namun stabil (rata-rata 86,76 lux), suhu optimal (maksimum 38,2°C), dan kelembaban relative yang terkendali. Rak atas memiliki sirkulasi udara yang baik dan paparan sinar matahari yang cukup, sehingga mendukung proses pengeringan yang merata dan efisien. Sementara itu, perlakuan P3 yang berada di rak paling bawah mengalami

penurunan kadar air paling lambat. Hal ini disebabkan karena posisi P3 yang berada dirak paling bawah mengalami penurunan kadar air paling lambat, karena berada pada posisi yang paling terlindungi dari cahaya matahari dan aliran udara. Nilai kadar air awal P3 juga tertinggi pada hari ke-1 (18,90%), dan berakhir di 9,5% lebih tinggi dari P0 dan P1.

Tabel 5. Kadar Air pada Berbagai Waktu Pengamatan

Hari	Perlakuan (%)			
	P0	P1	P2	P3
0	32,00	32,00	32,00	32,00
1	20,3	18,30	19,50	18,90
2	16,1	14,50	16,60	16,30
3	11,7	11,40	14,00	14,10
4	10,7	11,10	12,00	12,90
5	10	10,50	11,10	11,50
6	9	9,50	10,50	10,00
7	8,5	9,00	10,00	9,50

Sumber: Hasil penelitian peneliti, 2024

Penelitian ini menunjukkan bahwa suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya saling berperan dalam memengaruhi hasil pengeringan biji kopi. Suhu yang tinggi dan stabil mempercepat proses evaporasi air, intensitas cahaya membantu meningkatkan suhu lingkungan sekaligus menurunkan kelembaban udara, sedangkan kelembaban yang rendah memungkinkan uap air lebih mudah terserap oleh udara sekitar. Ketiga variabel ini bekerja secara sinergis dalam mendukung efisiensi dan kestabilan proses pengeringan secara alami. Temuan ini diperkuat oleh penelitian sebelumnya, seperti Sulaiman (2020). dan Raharjo (2018). Yang menyatakan bahwa sirkulasi udara yang baik serta posisi rak atas mampu memberikan mutu pengeringan yang lebih optimal dibandingkan rak tengah maupun bawah. Oleh karena itu, penggunaan sistem para-para, khususnya pada rak atas (P1), terbukti lebih efektif dan stabil dibandingkan metode konvensional terbuka, baik dari sisi kualitas maupun keamanan mutu biji kopi yang dihasilkan.

Analisis Regresi Variabel Lingkungan Terhadap Kadar Air

Berdasarkan analisis regresi linier sederhana, terdapat hubungan yang kuat dan konsisten antara waktu pengeringan dan penurunan kadar air pada seluruh perlakuan (P0, P1, P2, P3), dengan nilai R^2 tinggi. P0 menunjukkan nilai R^2 tertinggi (0,7628) karena menerima intensitas cahaya paling tinggi, mempercepat penguapan air. P3 memiliki R^2 sebesar 0,7511, namun efisiensi pengeringannya lebih rendah akibat posisi paling bawah yang mengurangi cahaya dan sirkulasi udara. P2 ($R^2 = 0,7445$) mengalami hambatan serupa karena posisi rak tengah yang tidak optimal terhadap cahaya dan ventilasi. P1 ($R^2 = 0,6804$), meskipun sedikit lebih rendah, menunjukkan efisiensi pengeringan terbaik karena

stabilitas suhu dan intensitas cahaya yang mendukung evaporasi tanpa over-drying. Grafik penelitian menegaskan bahwa suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya saling memengaruhi proses pengeringan. P1 (rak atas metode para-para) secara keseluruhan menunjukkan performa terbaik, sejalan dengan temuan Sulaiman et al. (2020) dan Rahardjo (2018) terkait pentingnya sirkulasi udara dan paparan cahaya dalam menjaga kualitas kopi.

Perbandingan Kualitas Biji Kopi Arabika antara Metode Para-para dan Metode Konvensional

Suhu, kelembaban udara, dan intensitas cahaya merupakan tiga faktor utama yang menentukan kecepatan dan efisiensi proses pengeringan biji kopi. Suhu tinggi mempercepat penguapan air dengan meningkatkan energi kinetik molekul, sedangkan kelembaban udara yang rendah memungkinkan uap air lebih mudah terserap oleh lingkungan (Mardhiah et al, 2019); (Sujana et al., 2020). Sementara itu, intensitas cahaya yang tinggi turut menaikkan suhu sekitar, yang secara tidak langsung mempercepat evaporasi air dari permukaan biji kopi.

Penelitian ini membandingkan efektivitas metode pengeringan sistem para-para (P1, P2, dan P3) dengan metode konvensional (P0), yang menggunakan terpal di bawah sinar matahari langsung. Selama tujuh hari pengamatan, seluruh perlakuan mengalami penurunan kadar air, meskipun dengan hasil akhir yang berbeda. Perlakuan P0 mencatat kadar air akhir terendah sebesar 11%, didukung oleh intensitas cahaya tertinggi (130–100 lux) dan suhu maksimum 38°C. Namun, fluktuasi suhu dan cahaya yang ekstrem pada P0 berisiko menyebabkan over-drying dan degradasi senyawa volatil, yang dapat menurunkan mutu sensorik serta daya simpan biji kopi.

Tabel 6. Perbandingan Faktor Lingkungan dan Kadar Air Antar Perlakuan

Parameter	P0	P1	P2	P3	Persentase Selisih terhadap P1 (%)
Suhu rata-rata (°C)	36,24	36,54	35,69	36,30	P2: -2,32%P3: -0,66%
Kelembaban rata-rata (%)	56,88	58,70	61,69	60,13	P2: +5,09%P3: +2,43%
Intensitas cahaya (lux)	113,90	86,76	83,78	75,70	P0: +31,26%P3: -12,78%
Kadar air akhir (%)	8,5	9,0	10,0	9,5	P0: -5,56%P2: +11,11%P3: +5,56%

Tabel menyajikan perbandingan suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan kadar air akhir dari tiap perlakuan, serta persentase perbedaannya terhadap P1 (rak atas) sebagai perlakuan paling ideal.

Perlakuan P1 (rak paling atas) menunjukkan performa pengeringan yang baik, dengan kadar air akhir sebesar 9,0%. Meskipun pencapaiannya sedikit lebih lambat dibandingkan P0, P1 bekerja dalam kondisi lingkungan yang lebih stabil. Rata-rata intensitas cahaya 110–90 lux dan suhu yang relatif konsisten di kisaran 32–38°C mendukung pengeringan merata tanpa menyebabkan kerusakan fisik pada biji kopi. Secara visual, biji kopi P1 berwarna cerah, kering merata, serta bertekstur keras dan padat ideal untuk proses pascapanen seperti roasting. Selain itu, posisi rak atas dengan sirkulasi udara optimal menjaga kelembaban tetap rendah dan mengurangi risiko fermentasi yang tidak diinginkan (Khalid et al, 2021). Sebaliknya, perlakuan P2 dan P3 menunjukkan efisiensi pengeringan yang lebih rendah, dengan kadar air akhir masing-masing 10,0% dan 9,5%. Rendahnya intensitas cahaya (P2: 100–80 lux; P3: 85–70 lux) serta ventilasi yang terbatas di posisi rak tengah dan bawah menghambat laju penguapan air. Kondisi ini meningkatkan risiko pertumbuhan jamur dan fermentasi yang tidak terkendali (Kakomole, 2012). Secara keseluruhan, metode para-para memberikan keunggulan dalam menjaga kestabilan suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya selama proses pengeringan. Sistem rak bertingkat ini juga melindungi biji kopi dari kontak langsung dengan tanah, sehingga mengurangi risiko kontaminasi fisik maupun mikrobiologis. Perlakuan P1 secara khusus memberikan kestabilan suhu dan pencahayaan yang membantu menjaga senyawa volatil tetap utuh, sehingga aroma dan cita rasa kopi tetap optimal (Wintgens, 2004). Meskipun P0 unggul dalam kecepatan pengeringan, kestabilan lingkungannya rendah, sehingga hasil akhirnya kurang konsisten.

Dari sisi mekanisme termal, biji kopi mampu menyerap panas secara efisien, dengan kapasitas panas sekitar 2,734 kJ/kg°C (Firmanto, 2021; Silaban et al., 2020). Hal ini mendukung percepatan penguapan air dari dalam jaringan biji. Desain para-para yang dilengkapi atap plastik UV membentuk efek rumah kaca ringan, yang menjaga suhu tetap tinggi dan stabil. Selain itu, atap UV juga membantu menurunkan kelembaban di sekitar bahan (Putra et al., 2021). Permukaan dasar rak yang mampu

memantulkan cahaya turut meningkatkan efisiensi pengeringan tanpa merusak struktur fisik biji kopi (Kusnadi et al., 2022).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai Perbandingan Kualitas Pengeringan Biji Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) dengan Metode Para-Para dan Pengeringan Konvensional, maka dapat disimpulkan bahwa pengaruh suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya terhadap kadar air dan kualitas biji kopi Arabika selama proses pengeringan dengan metode para-para: Suhu yang tinggi dan intensitas cahaya yang cukup mempercepat penurunan kadar air, sedangkan kelembaban udara yang tinggi memperlambat proses pengeringan. Rak atas (P1) menerima paparan sinar matahari dan sirkulasi udara lebih optimal, menghasilkan pengeringan yang lebih efisien dibandingkan rak tengah (P2) dan rak bawah (P3). Biji kopi pada P1 mencapai kadar air optimal lebih cepat, dengan kondisi suhu stabil (32–38°C) dan intensitas cahaya antara 90–110 lux. Perbandingan kualitas biji kopi Arabika yang dikeringkan menggunakan metode para-para dan metode konvensional: Metode para-para, khususnya rak atas (P1), menghasilkan kadar air akhir mendekati standar mutu ($\pm 9,0\%$) dan menunjukkan kualitas fisik biji yang lebih baik, seperti warna cerah dan tekstur padat. Meskipun metode konvensional (P0) menurunkan kadar air lebih cepat (8,5%), kondisi lingkungan yang tidak stabil (suhu hingga 38°C dan intensitas cahaya 130–100 lux) berisiko menyebabkan over-drying dan menurunkan mutu sensoris serta daya simpan. Selain itu, metode konvensional lebih rentan terhadap kontaminasi karena kontak langsung dengan tanah.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diperoleh, maka adapun saran-saran yang dapat diberikan yaitu pengembangan teknologi pemantauan berbasis sensor suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya direkomendasikan untuk memantau kondisi pengeringan secara real-time. Sistem

pemantauan otomatis ini memungkinkan kontrol yang lebih akurat terhadap lingkungan pengeringan, sehingga kualitas hasil akhir dapat lebih terjaga dan proses menjadi lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, R., Syah, H., & Moulana, R. (2016). Karakteristik Pengeringan Biji Kopi Dengan Pengering Tipe Bak Dengan Sumber Panas Tungku Sekam Kopi Dan Kolektor Surya. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian*, 1(1), 20–27
- Anggia, M., & Wijayanti, R. (2023). Studi proses pengolahan kopi metode kering dan metode basah terhadap rendemen dan kadar air. *Jurnal Penelitian dan Pengkajian Ilmiah Eksakta*, 2(2). <https://doi.org/10.47233/jppie.v2i2.996>
- Arifin, Z., & Iskandar, I. (2019). Pengaruh suhu dan kelembaban terhadap kualitas pengeringan biji kopi. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 10(2), 123–130.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2023). *Statistik Kopi Indonesia 2022*. Diakses 29 Oktober 2024 dari [https://www.bps.go.id/publication/2022/11/30/statistik kopi indonesia 2022.html](https://www.bps.go.id/publication/2022/11/30/statistik%20kopi%20indonesia%202022.html)
- Brooker, D. B., Chedsey, J. C., et al. (1992). Coffee processing: A review of the current state of knowledge. In *Coffee: Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage* (123–145). Wiley.
- Clarke, R., & Vitzthum, O. G. (2008). *Coffee: Recent Developments* (45–67).
- Dipa, D. C. K., Koehuan, V. A., & Dwinanto, M. M. (2021). Rancang bangun dan analisis kinerja rumah pengering kopi tipe efek rumah kaca dengan mekanisme konveksi paksa. *Jurnal Teknik Mesin*, 8(1), 1–10.
- Endri Yani, & Fajrin, S. (2013). Karakteristik pengeringan biji kopi berdasarkan variasi kecepatan aliran udara pada solar dryer. *Jurnal Teknik*, 20(1), 17–22. <http://digilib.unimed.ac.id/id/eprint/41292/1/Fulltext.pdf>
- Erdiansyah, H. S., & Widodo, R. (2023). Analisis mutu biji kopi di Indonesia. <https://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/23036>.
- Hendri Syah, Agustina, R., & Moulana, R. (2016). Rancang bangun pengering surya tipe bak untuk biji kopi. *Jurnal USK*. <https://jurnal.usk.ac.id/RTP/article/download/4382/3765> *Jurnal Pendidikan Tambusai*. (2022). Analisis metode pengurangan kadar air pada biji kopi. *Jurnal Pendidikan Tambusai*.
- Jurnal Pendidikan Tambusai. (2022). Analisis metode pengurangan kadar air pada biji kopi. *Jurnal Pendidikan Tambusai*.
- Kakomole, J. B. (2021). Karakteristik pengeringan biji pala (*Myristica fragrans* H) menggunakan alat pengering energi surya tipe rak. *Jurnal Cocos*, 1(1). <https://doi.org/10.35791/cocos.v1i1.521>
- Mardhiah, N., Nugroho, A., & Kusuma, R. (2019). Pengaruh suhu dan lama penyangraian terhadap karakteristik sifat fisik dan kimia biji kopi robusta. *Journal of Widya Mataram University*, 3(2), 123–130. <https://doi.org/10.37631/agrotech.v3i2.283>.
- Mardiana, R., Nurhidayah, N., & Pramono, A. (2021). Optimalisasi desain pengering untuk meningkatkan kualitas biji kopi. *Jurnal Teknologi Pangan*, 8(4), 234–240.
- Rachmaningtyas, L. (2023). Intention, impact and commitment in geographical indication of origin: The case of Kintamani Bali Arabica coffee. Sasongko, M. N., et al. (2016). Pengeringan biji kopi berbasis mikro hidro. *Jurnal Pertanian dan Lingkungan*, 9(1), 25–30.
- Rahardjo, A. (2012). Pengaruh suhu dan lama waktu sangrai terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik kopi robusta (*Coffea canephora* P) dari Desa Colo, Kudus. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 5(1), 45–56. <http://repository.usm.ac.id>.
- Sasongko, M. N., et al. (2016). Pengeringan biji kopi berbasis mikro hidro. *Jurnal Pertanian dan Lingkungan*, 9(1), 25–30
- Sihombing, B. S., Sumarno, Kirana, I. O., Poningsih, & Irawan. (2022). Rancang bangun alat pengering biji kopi berbasis mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer*, 1(1). <https://doi.org/10.55123/storage.v1i1.155>.
- Suhendi, A., Lestari, N., & Setiawan, H. (2020). Desain Alat Pengering Biji Kopi dengan Atap Transparan. *Jurnal Teknik Pertanian*, 11(1), 99–106
- Sujana, I., et al. (2020). Pengaruh Ketebalan Biji Kopi terhadap Kualitas Pengeringan. *Jurnal Pertanian Tropis*.
- Wiley-Blackwell. Dipa, D. C. K., Koehuan, V. A., & Dwinanto, M. M. (2021). Rancang bangun dan analisis kinerja rumah pengering kopi tipe efek rumah kaca dengan mekanisme konveksi paksa. *Jurnal Teknik Mesin*, 8(1), 1–10.

- Wintgens, J. N. (2004). Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production. Wiley-VCH.
- Wang, Y., & Zhang, X. (2017). Surface Properties of Coffee Beans and Their Effects on Heat Transfer. *International Journal of Food Science*, 22(5), 321-330
- Yulia, Nanda. 2020. Uji Aktivitas Antioksidan Campuran Kopi Arabika (*Coffea Arabika*) dan Ekstrak Kulit Buah Alpukat.