



Analisis Sensitivitas Pasca Panen Kopi Arabika Kerinci

Nuraini Azizah¹, Azrifirwan²

¹ Magister Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Indonesia

² Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Indonesia

ABSTRAK

Industri kopi Arabika di Kabupaten Kerinci, menghadapi tantangan utama dalam manajemen pasca panen, yang memengaruhi kualitas dan kuantitas produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sensitivitas parameter pasca panen, yaitu kadar air, suhu pengeringan, dan durasi fermentasi, menggunakan pendekatan simulasi dan pemodelan. Data dikumpulkan melalui simulasi menggunakan teknik *One-Way Sensitivity Analysis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air optimal pada 12%, suhu pengeringan 45°C, dan durasi fermentasi 30 jam memberikan hasil produksi maksimal sebesar 30 kg. Parameter yang tidak sesuai, seperti kadar air yang terlalu tinggi atau suhu pengeringan yang tidak optimal, mengakibatkan penurunan kualitas dan kuantitas produk. Simulasi ini menunjukkan bahwa pengelolaan parameter pasca panen yang terstandarisasi berkontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi produksi kopi Arabika Kerinci. Penelitian ini merekomendasikan optimalisasi proses pasca panen untuk mendukung keberlanjutan industri kopi lokal sekaligus meningkatkan nilai tambah bagi petani dan pengolah kopi.

KATA KUNCI

kopi Arabika; pasca panen; simulasi; pemodelan; analisis sensitivitas

PENULIS KORESPONDEN

Alamat e-mail penulis koresponden: nurainiazizah2001@gmail.com

1. Pendahuluan

Industri kopi di Indonesia, memiliki potensi besar untuk berkembang, terutama dengan meningkatnya permintaan baik di pasar domestik maupun internasional. Namun, tantangan utama yang dihadapi oleh petani dan pengolah kopi adalah rendahnya efisiensi serta mutu yang kurang optimal. Banyaknya proses yang harus dijalankan, mulai dari pemetikan hingga pengemasan, sangat memengaruhi kualitas dan kuantitas kopi bubuk yang dihasilkan. Manajemen pasca panen yang baik dapat meminimalkan kehilangan hasil, meningkatkan mutu kopi, dan memperpanjang umur simpan. Proses pasca panen yang tidak tepat, seperti fermentasi yang terlalu lama atau pengeringan yang tidak merata, dapat merusak kualitas kopi secara signifikan. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan model manajemen yang lebih terstruktur dan efisien agar dapat meningkatkan hasil produksi kopi bubuk yang berkualitas tinggi [1].

Industri kopi merupakan sektor yang menguntungkan di Indonesia, khususnya di daerah penghasil kopi Seperti Kabupaten Kerinci. Wilayah ini memiliki potensi besar untuk pengembangan industri kopi bubuk berkat kondisi geografis yang mendukung, seperti tanah vulkanik yang subur dan iklim yang cocok untuk tanaman kopi Arabika. Menurut penelitian, kopi Arabika Kerinci memiliki keunggulan dari segi rasa dan aroma, namun potensi ini belum ditimbang dengan pengelolaan industri yang optimal [2]. Pengolahan biji kopi mulai dari proses pemetikan biji sampai pada biji kopi siap disangrai menjadi faktor yang sangat penting dalam mempertahankan daya saing produk kopi di Indonesia. Permasalahan yang dihadapi oleh petani kopi adalah belum didukung dengan pengolahan pasca panen yang tepat, sehingga sangat memengaruhi harga yang akan diterima oleh petani dan produk olahan yang dihasilkan terbatas [3].



Kabupaten Kerinci, dikenal sebagai salah satu sentra produksi kopi Arabika dengan aroma dan rasa khas yang berasal dari kondisi geografis di ketinggian 1000-1400 meter di atas permukaan laut. Kopi Arabika dari Kerinci memiliki karakteristik rasa yang kompleks, meliputi keasaman yang seimbang, *body* yang kuat, dan aroma *floral* yang kuat [4]. Namun, kualitas dan kuantitas hasil bubuk kopi seringkali dipengaruhi oleh manajemen pasca panen yang kurang terstandarisasi.

Manajemen pasca panen yang mencakup pemotongan, fermentasi, pengeringan, dan penyimpanan merupakan tahapan yang sangat krusial dalam menentukan kualitas akhir kopi. Kesalahan dalam satu tahapan ini dapat menyebabkan penurunan kualitas kopi. Di Kabupaten Kerinci, proses pengolahan kopi masih dilakukan dengan metode tradisional yang seringkali menyebabkan hasil yang tidak konsisten, baik dari segi rasa maupun penampilan fisik kopi bubuk [5].

Pemodelan dan simulasi dalam industri kopi menjadi pendekatan penting untuk mengoptimalkan berbagai proses produksi, keberlanjutan, dan aspek sosial-ekonomi yang saling terkait di sepanjang rantai nilai kopi. Mengeksplorasi pemanfaatan pendekatan pemodelan dan simulasi untuk meningkatkan efisiensi, keberlanjutan, serta kualitas di berbagai aspek rantai pasok, proses pengolahan, dan budidaya kopi. Penelitian-penelitian ini mencakup beragam topik mulai dari proses teknis seperti pengeringan, fermentasi, dan penyimpanan.

Simulasi proses pada fermentasi kopi untuk meningkatkan konsistensi kualitas produk, menghasilkan peningkatan kualitas hingga 20% [6]. Simulasi kinetika untuk memahami dinamika fermentasi kopi robusta, yang membantu mengoptimalkan kualitas produk akhir melalui kontrol yang lebih baik terhadap parameter fermentasi. Penggunaan jamur *Aspergillus niger* dalam fermentasi biji kopi Robusta, yang berhasil menurunkan kadar kafein dan asam total, sekaligus meningkatkan kualitas organoleptik [7]. Selain itu, memanfaatkan enzim proteolitik dalam fermentasi basah biji kopi untuk mempercepat penguraian lapisan lendir pada kulit kopi, yang secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan cita rasa kopi. Penelitian-penelitian ini menunjukkan pentingnya inovasi dalam proses fermentasi dan pengeringan untuk mendukung kualitas produk kopi yang optimal. Memanfaatkan bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*) dalam fermentasi biji kopi Arabika untuk meningkatkan cita rasa dan aroma kopi, menghasilkan kualitas produk yang lebih baik [8].

Salah satu studi pada efisiensi distribusi panas selama proses pengeringan kopi, menggunakan model termal untuk mendesain ulang pengering sehingga distribusi panas menjadi lebih optimal. Hal ini menunjukkan bagaimana simulasi termal dapat berkontribusi terhadap efisiensi energi dan peningkatan kualitas produk akhir. Pendekatan semacam ini sangat relevan dalam industri kopi modern yang menuntut kualitas produk tinggi dan stabil [9]. Hal ini, mengaplikasikan simulasi termal dalam proses pengeringan kopi menggunakan energi terbarukan, menghasilkan pengurangan konsumsi energi hingga 30% serta peningkatan kualitas produk. Metode elemen hingga untuk memodelkan transfer panas dan massa selama pengeringan, menghasilkan prediksi yang lebih akurat dan efisien dalam proses pengeringan biji kopi. Dari sisi teknologi, merancang alat pengering biji kopi tipe *rotary dryer* yang mampu mengoptimalkan pengurangan kadar air hingga mencapai standar 12% pada suhu pengeringan 55°C [10].

Penggunaan teknologi preservasi pascapanen seperti injeksi CO₂ sangat efektif untuk menjaga kualitas biji kopi hijau selama penyimpanan [11]. Teknologi ini mampu menghambat gangguan serangga dan mempertahankan warna hijau kebiruan biji kopi hingga 12 bulan, sekaligus menjaga kualitas fisik dan organoleptiknya, menjadikannya solusi ideal untuk



penyimpanan jangka panjang sebelum pengiriman atau pengolahan lebih lanjut. Hal ini juga mengevaluasi peran bahan wadah penyimpanan seperti karung goni, karung plastik, dan karung kain terhadap kualitas biji kopi robusta. Hasilnya menunjukkan bahwa karung goni lebih baik dalam menjaga kualitas fisik biji kopi karena memiliki sirkulasi udara yang baik, meskipun lebih rentan terhadap serangan hama. Ukuran biji kopi juga berpengaruh, di mana biji yang lebih besar cenderung memiliki kualitas yang lebih stabil dibandingkan biji yang lebih kecil [12].

Analisis dampak waktu penyimpanan terhadap kadar air, densitas biji mentah, warna, dan cita rasa kopi arabika. Studi ini menemukan bahwa penyimpanan dalam durasi yang lebih lama menyebabkan perubahan signifikan pada kualitas fisik dan sensori, dengan beberapa varietas tertentu mengalami penurunan cita rasa lebih cepat dibandingkan varietas lainnya. Pada aspek pengemasan, dikembangkan desain kemasan baru melalui simulasi pengemasan yang berhasil memperpanjang umur simpan kopi hingga 10%, memberikan solusi yang relevan bagi produk kopi yang memerlukan pengawetan jangka panjang [13].

Secara keseluruhan, hal ini menggarisbawahi peran penting teknologi pemodelan dan simulasi dalam menjawab tantangan di industri kopi, baik yang bersifat teknis, sosial, maupun lingkungan. Dengan kontribusi signifikan meningkatkan kualitas produk, memperpanjang umur simpan, dan mendukung keberlanjutan sosial-ekonomi, penelitian-penelitian ini menunjukkan bagaimana teknologi dapat mendukung inovasi di sektor kopi yang semakin kompleks. Pendekatan berbasis simulasi ini tidak hanya relevan untuk meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga menjadi alat yang sangat berharga dalam menghadapi perubahan iklim, fluktuasi pasar, dan tuntutan keberlanjutan global yang semakin mendesak.

2. Metode Penelitian

2.1. Identifikasi Masalah Sistem dan Ruang Lingkup

Sistem pascapanen kopi memegang peranan penting dalam menentukan mutu akhir produk yang akan dipasarkan. Namun, berbagai tantangan sering muncul yang dapat memengaruhi kualitas, efisiensi, dan keberlanjutan proses. Sistem pascapanen kopi memiliki peran krusial dalam menentukan kualitas akhir produk kopi yang akan dipasarkan. Proses ini mencakup berbagai tahapan seperti pemanenan, pengolahan, pengeringan, penyimpanan, hingga pengemasan. Namun, terdapat berbagai kendala yang sering muncul dalam pelaksanaannya, yang dapat memengaruhi mutu dan efisiensi hasil kopi. Identifikasi masalah-masalah ini penting untuk menemukan solusi yang dapat meningkatkan nilai tambah kopi sekaligus mendukung keberlanjutan industri kopi.

2.2. Prosedur Penelitian

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah *literature review*. Penelitian diawali dengan mencari artikel-artikel yang berkaitan dengan topik penelitian yang akan dilakukan. Kriteria artikel ilmiah yang digunakan sebagai data berupa artikel ilmiah yang bersumber dari jurnal nasional maupun internasional dengan kematuhiran 10 tahun terakhir yaitu dari tahun 2012-2022. Pada tahap awal pencarian artikel jurnal diperoleh 100 artikel menggunakan kata kunci pencarian “pemodelan pascapanen kopi”, “simulasi pascapanen kopi”, dan “analisis sensitivitas pascapanen kopi”. Tahap selanjutnya dilakukan validasi artikel ilmiah dengan cara mengeliminasi artikel ilmiah berdasarkan judul artikel yang sesuai dengan gagasan topik yang diangkat.



2.3. Analisis Sensitivitas Metode *One Way*

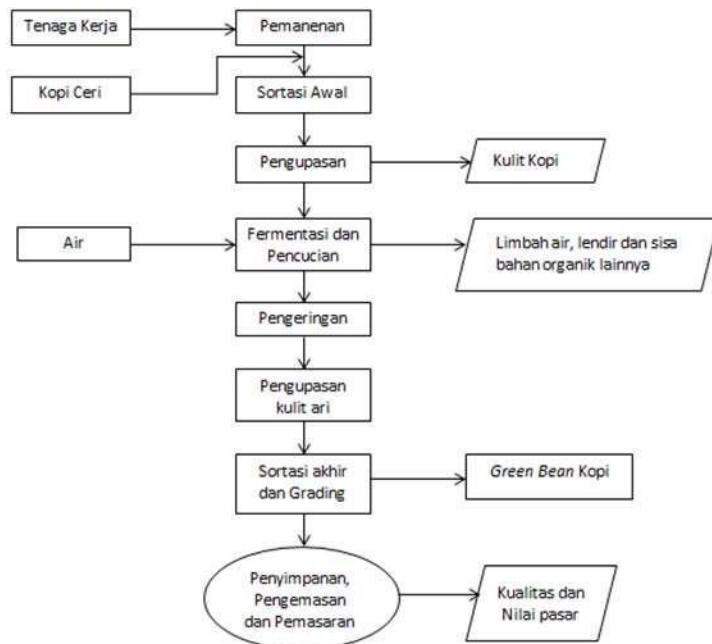
Pendekatan One-Way Sensitivity Analysis dalam konteks pascapanen kopi:

- Parameter Utama;
 - Kadar air biji kopi;
 - Suhu pengeringan;
 - Durasi fermentasi;
 - Output: Produksi kopi (kg) Langkah-langkah.
- 1) Tentukan nilai baseline (rata-rata) untuk setiap parameter.
 - Kadar Air (%) (10, 11, 12, 13, 14);
 - Suhu Pengeringan (°C) (35, 40, 45, 50, 55);
 - Durasi Fermentasi (Jam) (30, 33, 36, 29, 42)
 - 2) Ubah nilai salah satu parameter (misalnya, dari nilai minimum ke maksimum);
 - 3) Input Kopi Ceri Sebanyak 100kg;
 - 4) Hitung perubahan output (produksi kopi).

3. Hasil dan Pembahasan

Pada proses pascapanen kopi, teknik simulasi menggunakan Excel dapat digunakan untuk memodelkan hasil produksi berdasarkan parameter tertentu, seperti kadar air, suhu pengeringan, dan durasi fermentasi. Melalui simulasi ini, kita dapat memahami bagaimana setiap parameter memengaruhi efisiensi pengolahan dan hasil produksi akhir [14]. Misalnya, pada durasi fermentasi, hasil produksi kopi cenderung lebih tinggi pada durasi fermentasi yang lebih singkat (30 jam), yaitu sekitar 40 kg dari total *input* awal 100 kg yang disimulasikan menghasilkan 25% dari berat awal. Hasil ini menunjukkan bahwa fermentasi singkat cenderung mempertahankan lebih banyak massa bahan karena proses degradasi bahan organik belum signifikan [15]. Namun, ketika durasi fermentasi diperpanjang hingga 42 jam, hasil produksi turun menjadi 10 kg. Penurunan ini disebabkan oleh fermentasi yang berlebihan, yang menyebabkan degradasi komponen organik, seperti gula dan senyawa volatil lainnya, sehingga mengurangi berat akhir produk [7].

Simulasi dengan Excel memungkinkan kita untuk memvisualisasikan hasil ini dalam bentuk tabel dan grafik, memberikan gambaran yang jelas tentang pengaruh setiap parameter. Selain itu, Excel juga mempermudah perhitungan proporsi hasil berdasarkan skenario yang berbeda, seperti perubahan kadar air, variasi suhu pengeringan, dan durasi fermentasi. Dengan teknik ini, pelaku industri kopi dapat menentukan parameter optimal yang menghasilkan efisiensi tinggi dan menjaga kualitas produk akhir [18]. Neraca pasca panen kopi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Neraca Massa Pascapanen Kopi

Sensitivity Analysis Satu Arah (One-Way):

Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana parameter tertentu memengaruhi hasil produksi kopi pada proses pascapanen. Tujuan utama dari analisis ini adalah:

- 1) Identifikasi Faktor Kritis: Menentukan parameter pascapanen (kadar air, suhu pengeringan, durasi fermentasi) yang paling sensitif terhadap perubahan sehingga dapat memengaruhi hasil produksi secara signifikan.
- 2) Optimasi Produksi: Menyediakan rekomendasi berbasis data untuk mengoptimalkan kondisi pascapanen agar produksi kopi meningkat secara kuantitas dan kualitas.
- 3) Pengelolaan Risiko: Membantu para pengolah kopi memahami risiko akibat penyimpangan dari nilai optimal pada setiap parameter, sehingga strategi mitigasi dapat dirancang [16].

Tabel 1. Impact of Kadar Air

| Kadar Air (%) | Production (kg) |
|---------------|-----------------|
| 10 | 20 |
| 11 | 25 |
| 12 | 30 |
| 13 | 25 |
| 14 | 25 |



Tabel 2. Impact of Suhu Pengeringan

| Suhu Pengeringan (°C) | Production (kg) |
|-----------------------|-----------------|
| 35 | 22,5 |
| 40 | 25 |
| 45 | 27,7 |
| 50 | 25 |
| 55 | 25 |

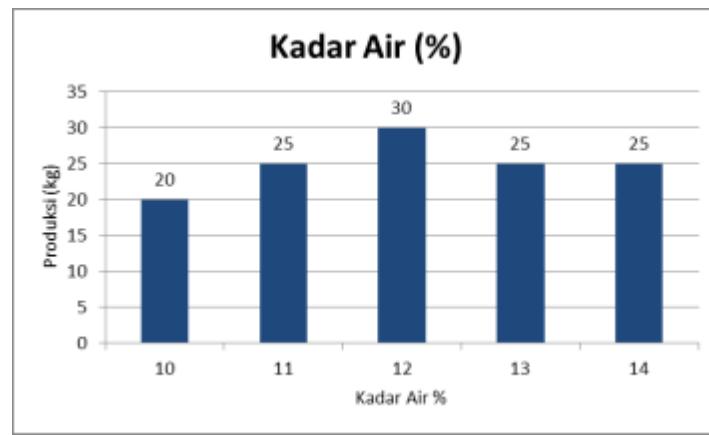
Tabel 3. Impact of Fermentasi

| Durasi Fermentasi (Jam) | Production (kg) |
|-------------------------|-----------------|
| 30 | 40 |
| 33 | 30 |
| 36 | 25 |
| 39 | 20 |
| 42 | 10 |

Pembahasan Hasil Output Analisis Sensitivitas Pascapanen Kopi dengan Metode One-Way

Hasil analisis sensitivitas memberikan wawasan mendalam mengenai pengaruh parameter-parameter pascapanen kopi terhadap kualitas dan kuantitas produksi. Berdasarkan hasil simulasi, terdapat hubungan yang sangat signifikan antara kadar air, suhu pengeringan, dan durasi fermentasi dengan hasil produksi biji kopi yang diperoleh. Setiap parameter ini memiliki tingkat pengaruh yang berbeda, yang dapat memengaruhi keseluruhan proses pengolahan kopi dari pascapanen hingga menjadi produk *green bean* [17].

3.1. Kadar Air



Gambar 2. Grafik Kadar Air

Hasil simulasi menunjukkan bahwa produksi kopi mencapai puncaknya pada kadar air 12%, dengan jumlah produksi yang optimal sebesar 30 kg. Namun, ketika kadar air menurun ke 10% atau meningkat ke 14%, produksi kopi mengalami penurunan signifikan, masing-masing menjadi 20 kg dan 25 kg. Penurunan produksi yang simetris ini menunjukkan bahwa kadar air yang tidak sesuai dapat memengaruhi kualitas biji kopi secara drastis. Kadar air yang terlalu rendah dapat



menyebabkan biji kopi menjadi lebih rapuh, yang menyebabkan kerusakan fisik dan penurunan bobot biji selama pengolahan [18]. Sebaliknya, kadar air yang terlalu tinggi berpotensi menyebabkan masalah dalam penyimpanan biji kopi, seperti pertumbuhan jamur atau degradasi kualitas fisik dan sensori biji kopi. Kadar air ideal untuk kopi berkisar antara 11% hingga 12%, karena rentang ini dapat menjaga stabilitas dan kualitas kopi dalam penyimpanan jangka panjang serta mengurangi risiko kerusakan mikrobiologis. Oleh karena itu, kadar air yang tepat memainkan peran yang sangat vital dalam menjaga kualitas dan hasil produksi kopi, Grafik Kadar air dapat dilihat pada Gambar 2.

3.2. Suhu Pengeringan

Analisis suhu pengeringan menunjukkan bahwa suhu optimal untuk menghasilkan kopi dengan produksi maksimal 27,5 kg adalah pada 45°C. Ketika suhu pengeringan berkurang menjadi 35°C atau meningkat menjadi 55°C, produksi kopi mengalami penurunan masing-masing sebesar 22,5 kg dan 25 kg. Hal ini mengindikasikan bahwa suhu pengeringan yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat merusak kualitas biji kopi. Pada suhu yang rendah, proses pengeringan akan menjadi lebih lama, yang meningkatkan kemungkinan pertumbuhan mikroorganisme yang merugikan biji kopi, seperti jamur atau bakteri [19]. Sementara itu, suhu yang terlalu tinggi dapat merusak struktur fisik biji kopi, menurunkan kualitas sensori seperti aroma dan rasa, serta mempengaruhi keseimbangan kimia yang ada dalam biji kopi. Bahwa rentang suhu pengeringan antara 45°C dan 50°C adalah yang terbaik untuk mempertahankan kualitas biji kopi, karena suhu ini cukup untuk mengeringkan biji dengan efisien tanpa merusak komponen-komponen penting yang mempengaruhi cita rasa dan aroma kopi [20]. Oleh karena itu, suhu pengeringan yang tepat tidak hanya berfungsi untuk mempercepat proses, tetapi juga untuk menjaga kualitas hasil akhir kopi yang dihasilkan, Grafik Suhu pengeringan dapat dilihat pada Gambar 3.



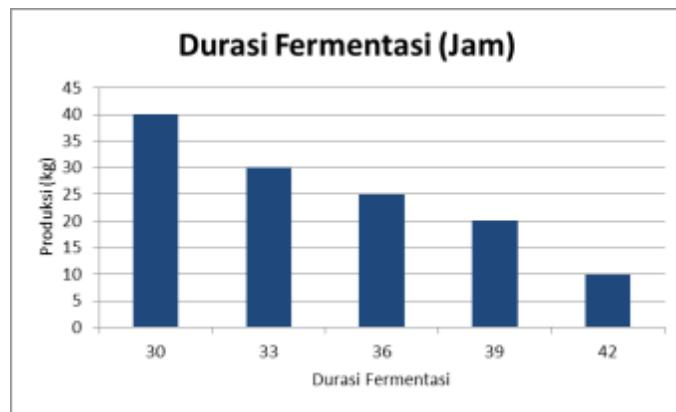
Gambar 3. Grafik Suhu Pengeringan

3.3. Durasi Fermentasi

Durasi fermentasi juga menunjukkan pengaruh signifikan terhadap hasil produksi biji kopi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa durasi fermentasi terbaik untuk memperoleh produksi maksimal 40 kg adalah 30 jam. Fermentasi pada durasi 33 – 42 jam menyebabkan penurunan hasil produksi. Hal ini menunjukkan bahwa durasi fermentasi yang terlalu singkat tidak memungkinkan pemecahan lendir yang optimal dari biji kopi, sementara fermentasi yang berlebihan dapat mengarah pada over-fermentasi, yang menyebabkan munculnya rasa asam yang tidak diinginkan [21]. Durasi fermentasi yang ideal memerlukan keseimbangan yang tepat antara waktu dan suhu untuk menghasilkan biji kopi dengan rasa yang sempurna dan bebas dari elemen yang tidak diinginkan. Durasi fermentasi yang ideal berkisar antara 24 hingga



48 jam, jadi durasi fermentasi 30 - 42 jam sebagai durasi yang paling sering diterima dalam praktik fermentasi alami kopi [22]. Durasi yang terlalu singkat tidak akan cukup efektif untuk memecah lapisan lendir pada biji kopi, sementara fermentasi yang lebih panjang dapat menyebabkan perubahan rasa yang tidak diinginkan, seperti meningkatnya rasa asam yang tidak disukai dalam banyak jenis kopi, Grafik Durasi Fermentasi Dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Durasi Fermentasi

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi, dapat disimpulkan bahwa kadar air, suhu pengeringan, dan durasi fermentasi memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap hasil produksi kopi. Namun, dari ketiga parameter tersebut, suhu pengeringan pada 45°C memberikan hasil yang paling stabil dan efisien, yang mengindikasikan bahwa suhu tersebut adalah parameter yang paling kritis dalam pengolahan pascapanen kopi. Oleh karena itu, rekomendasi yang dapat diberikan untuk meningkatkan produksi dan kualitas kopi adalah untuk mempertahankan kadar air biji kopi pada sekitar 12%, menggunakan suhu pengeringan sekitar 45°C, dan melakukan fermentasi selama 30 jam. Dengan demikian, petani kopi dan pengolah kopi dapat memperoleh hasil yang optimal dalam kualitas dan kuantitas produksi biji kopi, yang pada gilirannya dapat meningkatkan nilai ekonomi kopi itu sendiri.

5. Referensi

- [1] G. Biratu, H. W. Woldemariam, and G. Gonfa, "Optimization of Pectin Yield Extracted from Coffee Arabica Pulp using Response Surface Methodology," *Heliyon*, vol. 10, no. 8, p. e29636, Apr. 2024, doi: 10.1016/J.HELIYON.2024.E29636/ASSET/F3A48612-56D4-4531-B5F9-6152B9C97534/MAIN.ASSETS/GR5.JPG.
- [2] I. Santoso, Y. Afifa, R. Astuti, and P. Deoranto, "Development Model on Upstream-Downstream Integration of Coffee Agroindustry Using Dynamics Modelling Approach," *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*, vol. 733, no. 1, p. 012054, Apr. 2021, doi: 10.1088/1755-1315/733/1/012054.
- [3] H. Aljomard, A. Inayat, F. Jamil, A. K. A. Khalil, C. Ghenai, and R. Kalfat, "Parametric Study and Optimization for the Co-Pyrolysis of Plastic Waste and Spent Coffee Ground for Biochar Production using Response Surface Methodology," *Chemistry Africa*, vol. 7, no. 5, pp. 2749–2765, Jul. 2024, doi: 10.1007/S42250-024-00907-4/FIGURES/7.
- [4] S. M. Pinto *et al.*, "Improving Coffee Capsules Recyclability - A Combined Assessment of Circularity and Environmental Performance of a Novel Design," *Sustain Prod Consum*, vol. 46, pp. 233–243, May 2024, doi: 10.1016/j.spc.2024.02.025.



- [5] G. A. Collazos-Escobar, N. Gutiérrez-Guzmán, H. A. Váquiro, J. V. García-Pérez, and J. A. Cárcel, "Analysis of Machine Learning Algorithms for the Computer Simulation of Moisture Sorption Isotherms of Coffee Beans," *Food Bioproc Tech*, Feb. 2025, doi: 10.1007/s11947-025-03785-x.
- [6] H. Ahmed, R. S. Abolore, S. Jaiswal, and A. K. Jaiswal, "Toward Circular Economy: Potentials of Spent Coffee Grounds in Bioproducts and Chemical Production," *Biomass*, vol. 4, no. 2, pp. 286–312, Apr. 2024, doi: 10.3390/biomass4020014.
- [7] S. I. Abdelwahab *et al.*, "Coffee Arabica Research (1932–2023): Performance, Thematic Evolution and Mapping, Global Landscape, and Emerging Trends," *Heliyon*, vol. 10, no. 16, p. e36137, Aug. 2024, doi: 10.1016/J.HELIYON.2024.E36137/ASSET/FF85FF63-6CAD-494C-8AF5-6B70C204A81E/MAIN.ASSETS/GR7.JPG.
- [8] Y. Abdulwahab, M. Al-Shmery, A. Ahmad, I. Wahid, and P. Taba, "Effectiveness of Coffee Plant Extracts and Green Nanoparticles for Mosquito Control of the Dengue Vector *Aedes aegypti*: A Comprehensive Review," *Bangladesh Journal of Infectious Diseases*, vol. 11, no. 2, pp. 172–195, Feb. 2025, doi: 10.3329/bjid.v11i2.70994.
- [9] G. L. Rabello, U. F. Pimentel, D. Aranda, and W. Poubel, "Modeling and Simulation of Heat and Mass Transfer during Drying of Coffee in a Box Dryer Using C++ Programming Language," *Brazilian Journal of Food Technology*, vol. 24, 2021, doi: 10.1590/1981-6723.27220.
- [10] M. Rehman, A. Petrillo, I. Baffo, G. Iovine, and F. De Felice, "Optimizing Coffee Supply Chain Transparency and Traceability through Mobile Application," *Procedia Comput Sci*, vol. 253, pp. 2116–2126, 2025, doi: 10.1016/j.procs.2025.01.272.
- [11] A. Farouk, T. Alsulami, H. S. Ali, and A. N. Badr, "in-Vitro and in-Silico Investigation for The Spent-Coffee Bioactive Phenolics as a Promising Aflatoxins Production Inhibitor," *Toxins (Basel)*, vol. 15, no. 3, p. 225, Mar. 2023, doi: 10.3390/toxins15030225.
- [12] A. Puy, P. T. Roy, and A. Saltelli, "Discrepancy Measures for Sensitivity Analysis," *arXiv preprint*, pp. 1–7, 2023.
- [13] J. Jamaluddin, H. Syam, and A. Mustarin, "Rekayasa Penyangraian, Perpindahan Panas dan Penguapan Air secara Simultan, serta Perubahan Tekstur, Volume dan Warna pada Makanan Berpati," Makassar, 2018.
- [14] N. R. Timisela, D. B. Wibaningwati, and M. Yulianti, *Pengantar Agroindustri*. Padang: CV. Hei Publishing, 2023.
- [15] D. H. Semnasti, "Perencanaan Supply Chain Management pada Seneca Coffe Studio," *WALUYO JATMIKO PROCEEDING*, pp. 1–7, Feb. 2025, doi: 10.33005/wj.v17i1.107.
- [16] A. A. Pawiengla, D. Yunitasari, and M. Adenan, "Analisis Keberlanjutan Usahatani Kopi Rakyat di Kecamatan Silo Kabupaten Jember," *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, vol. 4, no. 4, pp. 701–714, Oct. 2020, doi: 10.21776/UB.JEPA.2020.004.04.01.
- [17] B. R. Afifah, "Adoption of Farmers in The Implementation of Tomato Good Handling Practices (GHP) in Village Senanng Subdistrict," *JURNAL PERTANIAN*, vol. 11, no. 2, p. 98, Oct. 2020, doi: 10.30997/jp.v11i2.3081.
- [18] S. Suherman, H. Hadiyanto, M. A. Asy-Syaqiq, G. 'Afifah Ghassani, and M. Ajundasari, "Energy and Exergy Performance Evaluation of a Drying Coffee Beans System Using a Photovoltaic–Direct solar dryer at different drying temperature conditions," *International Journal of Ambient Energy*, vol. 45, no. 1, Dec. 2024, doi: 10.1080/01430750.2024.2344548.
- [19] G. Daba, G. Berecha, B. Lievens, K. Hundera, K. Helsen, and O. Honnay, "Contrasting Coffee Leaf Rust Epidemics between Forest Coffee and Semi-Forest Coffee Agroforestry Systems in SW-Ethiopia," *Heliyon*, vol. 8, no. 12, p. e11892, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e11892.
- [20] E. Rahn *et al.*, "Climate Change Adaptation, Mitigation and Livelihood Benefits in Coffee Production: Where are The Synergies?," *Mitig Adapt Strateg Glob Chang*, vol. 19, no. 8, pp. 1119–1137, Nov. 2014, doi: 10.1007/S11027-013-9467-X/TABLES/9.



- [21] Y. Y. Melese and S. A. Kolech, "Coffee (*Coffea arabica* L.): Methods, Objectives, and Future Strategies of Breeding in Ethiopia—Review," *Sustainability*, vol. 13, no. 19, p. 10814, Sep. 2021, doi: 10.3390/su131910814.
- [22] M. R. Aulia, A. Nasution, J. Rahmah, F. A. Fuqara, K. Fadhiela, and A. Suhendra, "Pengaruh Infinite Mindset Melalui Keputusan Jangka Panjang dan Adaptabilitas Terhadap Sustainable Business Kedai Kopi," *Indonesian Journal of Innovation Multidisipliner Research*, vol. 2, no. 3, pp. 402–411, Aug. 2024, doi: 10.69693/ijim.v2i3.195.