

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kakao utama di dunia dengan peran strategis dalam rantai pasok industri kakao global. Berdasarkan data FAOSTAT, kontribusi produksi kakao Indonesia berkisar sekitar 11–12% dari total produksi dunia, sehingga menempatkan Indonesia sebagai produsen kakao terbesar ketiga setelah Pantai Gading dan Ghana. Sementara itu, Pantai Gading mendominasi produksi kakao global dengan kontribusi sekitar 37–40%, diikuti Ghana sebesar 18–20%, yang secara bersama-sama menyumbang lebih dari separuh produksi kakao dunia (Food and Agriculture Organization, 2023).. Produksi kakao nasional pada tahun 2023 tercatat mencapai lebih dari 680 ribu ton dengan luas areal perkebunan sekitar 1,3 juta hektar yang sebagian besar dikelola oleh perkebunan rakyat, terutama di wilayah Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, dan Sulawesi Tengah (BPS, 2023). Biji kakao (*Theobroma cacao* L.) memiliki nilai ekonomi tinggi karena menjadi bahan baku utama industri cokelat serta berbagai produk olahan turunannya. Selain itu, biji kakao mengandung senyawa bioaktif seperti polifenol, flavonoid, dan alkaloid (theobromine) yang berperan sebagai antioksidan dan berpotensi memberikan manfaat kesehatan (Ariyanti, 2017; Suryani et al., 2020). Namun demikian, mutu biji kakao Indonesia masih didominasi oleh kualitas menengah hingga rendah, di mana lebih dari 80% biji kakao mengalami potongan harga di pasar ekspor akibat penanganan pascapanen yang kurang optimal (Manalu, 2018; Yuliana et al., 2021).

Salah satu tahapan pascapanen yang sangat menentukan mutu akhir biji kakao adalah proses pengeringan setelah fermentasi. Pengeringan bertujuan untuk menurunkan kadar air biji kakao dari kisaran 55–60% menjadi sekitar 6–7% (basis basah) agar memenuhi standar mutu nasional dan ekspor serta menghambat pertumbuhan mikroorganisme selama penyimpanan (SNI 2323:2008; Hayati et al., 2012). Di tingkat petani, metode pengeringan yang paling umum digunakan masih berupa penjemuran langsung menggunakan sinar matahari. Metode ini memiliki berbagai keterbatasan, antara lain ketergantungan terhadap kondisi cuaca, waktu

pengeringan yang relatif lama (7–14 hari), potensi kontaminasi oleh debu dan mikroba, serta mutu produk yang tidak seragam (Ansori et al., 2022; Putra et al., 2019). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa variasi suhu dan lama pengeringan berpengaruh signifikan terhadap karakteristik fisik, kimia, dan sensori biji kakao kering. Pengeringan yang tidak terkontrol dapat menyebabkan penurunan kadar polifenol, perubahan profil flavor, serta meningkatkan risiko kerusakan mikrobiologis yang berdampak pada penurunan daya saing produk kakao nasional (Waluyo et al., 2021; Ariyanti et al., 2019).

Pemanfaatan teknologi pengeringan mekanis, seperti *food dehydrator*, menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi keterbatasan pengeringan konvensional. *Food dehydrator* bekerja berdasarkan prinsip konveksi paksa dengan pengaturan suhu dan aliran udara yang relatif stabil, sehingga mampu mempercepat laju pengeringan dan menghasilkan distribusi panas yang lebih merata (Tari et al., 2023; Hidayat & Susanto, 2020). Penelitian Marzuki et al. (2024) melaporkan bahwa variasi waktu dan suhu pengeringan menggunakan alat pengering mekanis berpengaruh nyata terhadap mutu fisik dan kimia biji kakao fermentasi berdasarkan parameter standar nasional. Meskipun demikian, penentuan kondisi pengeringan yang optimal tidak hanya bergantung pada hasil akhir kadar air, tetapi juga memerlukan pemahaman mendalam mengenai mekanisme perpindahan panas dan massa selama proses pengeringan berlangsung.

Kajian kinetika pengeringan menjadi pendekatan penting untuk memahami laju pelepasan air dari bahan selama proses pengeringan. Model kinetika pengeringan lapisan tipis seperti model Newton, Page, Henderson–Pabis, dan Midilli telah banyak digunakan untuk menggambarkan karakteristik pengeringan berbagai komoditas pertanian dan hasil perkebunan (Irfan et al., 2021; Simanjuntak et al., 2022). Parameter kinetika, seperti konstanta laju pengeringan (k) dan difusivitas efektif (D_{eff}), dapat memberikan gambaran kuantitatif mengenai pengaruh suhu terhadap kecepatan migrasi air di dalam bahan. Penelitian Syah et al. (2021) menunjukkan bahwa pemodelan matematika mampu memprediksi perilaku pengeringan bahan dengan tingkat ketelitian yang baik. Namun demikian, kajian kinetika pengeringan biji kakao menggunakan *food*

dehydrator dengan variasi suhu sistematis pada rentang 50–70°C masih relatif terbatas, khususnya dalam konteks penerapan teknologi tepat guna di tingkat nasional.

Selain aspek kinetika, efisiensi penggunaan energi dalam proses pengeringan juga perlu dikaji secara komprehensif melalui analisis eksergi. Analisis eksergi merupakan pendekatan termodinamika yang mempertimbangkan kualitas energi dan kemampuan energi tersebut untuk melakukan kerja. Melalui analisis eksergi, dapat diidentifikasi besarnya kehilangan energi akibat irreversibilitas proses, sehingga menjadi dasar untuk evaluasi dan perbaikan kinerja sistem pengeringan (Manalu & Tambunan, 2016). Berbeda dengan analisis energi yang hanya berfokus pada kuantitas energi, analisis eksergi mampu menunjukkan tingkat efisiensi sistem secara lebih realistis berdasarkan hukum termodinamika kedua. Parameter seperti efisiensi eksergi, kehilangan eksergi, dan rasio peningkatan eksergi sering digunakan sebagai indikator kinerja termodinamika sistem pengeringan (Basuni & Rabbani, 2023).

Penelitian Manalu dan Tambunan (2016) pada pengeringan temulawak menunjukkan bahwa efisiensi eksergi meningkat seiring dengan kenaikan suhu pengeringan pada kondisi kelembapan relatif tertentu. Hasil serupa juga dilaporkan pada penelitian pengeringan komoditas pertanian lain, yang menegaskan bahwa kondisi operasi sangat mempengaruhi kinerja energi dan eksergi sistem pengeringan (Basuni & Rabbani, 2023; Prasetyo et al., 2020). Namun demikian, kajian yang mengombinasikan analisis kinetika pengeringan dan analisis eksergi pada proses pengeringan biji kakao menggunakan *food dehydrator* dengan variasi suhu yang terkontrol masih sangat terbatas di Indonesia.

Penggunaan *food dehydrator* dengan pengaturan suhu 50°C, 60°C, dan 70°C memberikan peluang untuk mengkaji secara sistematis pengaruh suhu terhadap karakteristik kinetika pengeringan serta efisiensi eksergi sistem pengeringan biji kakao. Rentang suhu tersebut dipilih karena suhu di bawah 50°C cenderung menghasilkan waktu pengeringan yang terlalu lama dan kurang ekonomis, sedangkan suhu di atas 70°C berpotensi menyebabkan *case hardening* serta degradasi senyawa bioaktif dan mutu sensori biji kakao (Widodo, 2015;

Rahmawati et al., 2021). Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan model kinetika pengeringan yang akurat, serta penentuan suhu pengeringan optimal yang mempertimbangkan efisiensi energi dan mutu produk. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah dalam pengembangan teknologi pengeringan biji kakao nasional yang lebih efisien, berkelanjutan, dan berdaya saing tinggi di pasar global.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Model matematika apa yang paling tepat dalam merepresentasikan proses pengeringan biji kakao?
2. Bagaimana analisis eksergi pada proses pengeringan biji kakao menggunakan food dehydrator?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan model matematika yang paling tepat dalam merepresentasikan kinetika pengeringan biji kakao.
2. Menganalisis efisiensi eksergi pada proses pengeringan biji kakao menggunakan food dehydrator.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini meliputi:

1. Penelitian difokuskan pada proses pengeringan biji kakao menggunakan food dehydrator dengan jumlah tray 1 untuk masing masing suhu.
2. Variasi suhu pengeringan yang digunakan adalah 50°C, 60°C, dan 70°C.
3. Model matematika pengeringan yang digunakan meliputi Page, Lewis, Henderson–Pabis, Logarithmic, flick’s, Yagcioglu dan Modified Midili.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai model matematika yang paling sesuai untuk merepresentasikan proses pengeringan biji kakao.
2. Memberikan informasi mengenai efisiensi eksergi pada proses pengeringan biji kakao sebagai dasar pengembangan teknologi pengeringan yang lebih efisien.