

Pengaruh Kecepatan Aliran Udara pada Pengeringan Cabai Merah Menggunakan Rotary Dryer Dengan Burner Horizontal

Syamsuri Sufi¹, Vivi Apriyanti^{1*}, Marfizal¹, Erna Rahayu¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Jambi

*Corresponding author, e-mail: viviapriyanti@stiteknas.ac.id

ABSTRACT

Drying is one of the primary post-harvest methods used to extend the shelf life and maintain the quality of red chili. This study investigates the effect of air velocity on drying time, weight reduction, and final moisture content of red chili dried using a rotary dryer equipped with a horizontal burner as the heat source. Three air velocities (2.5, 7.7, and 15 m/s) were tested at a constant drying temperature of 70°C for 3 hours, with mass loss recorded at 60-minute intervals. The results show that increasing air velocity accelerated moisture removal: the final moisture content decreased from 27.3% at 2.5 m/s to 15.16% at 7.7 m/s and 9.1% at 15 m/s, corresponding to drying rates of 2.2, 2.7, and 2.7 g/min in the final interval, respectively. The chili dried at 15 m/s exhibited the driest texture and a darker red color, while 7.7 m/s produced a favorable balance between drying rate and product appearance (dry texture, bright red color). Compared with traditional sun drying, which typically requires 5–7 days, the rotary dryer with horizontal burner reduced the drying time to only 3 hours. These findings indicate that an air velocity of 15 m/s provides the fastest and most effective drying performance among the tested conditions, offering a practical alternative for farmers and small-scale chili-processing industries.

Keywords: Rotary dryer, Horizontal burner, Air velocity, Moisture content

ABSTRAK

Pengeringan merupakan salah satu metode pascapanen utama untuk memperpanjang masa simpan dan menjaga kualitas cabai merah. Penelitian ini menganalisis pengaruh kecepatan aliran udara terhadap waktu pengeringan, penyusutan berat, dan kadar air akhir cabai merah yang dikeringkan menggunakan rotary dryer dengan burner horizontal sebagai sumber panas. Tiga variasi kecepatan aliran udara (2,5; 7,7; dan 15 m/s) diuji pada suhu konstan 70°C selama 3 jam, dengan pencatatan susut massa setiap interval 60 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan aliran udara mempercepat pengurangan kadar air: kadar air akhir menurun dari 27,3% pada 2,5 m/s menjadi 15,16% pada 7,7 m/s dan 9,1% pada 15 m/s, dengan laju pengeringan pada interval terakhir masing-masing sebesar 2,2; 2,7; dan 2,7 gram/menit. Cabai yang dikeringkan pada 15 m/s menghasilkan tekstur paling kering dengan warna merah yang lebih gelap, sedangkan kecepatan 7,7 m/s memberikan keseimbangan yang baik antara laju pengeringan dan tampilan produk (tekstur kering, warna merah cerah). Dibandingkan dengan pengeringan alami menggunakan sinar matahari yang membutuhkan waktu 5–7 hari, rotary dryer dengan burner horizontal mampu memangkas waktu pengeringan menjadi hanya 3 jam. Temuan ini menunjukkan bahwa kecepatan aliran udara 15 m/s memberikan kinerja pengeringan tercepat dan paling efektif di antara kondisi yang diuji, sekaligus menjadi alternatif praktis bagi petani dan industri pengolahan cabai skala kecil.

Kata kunci: Rotary dryer, Burner horizontal, Kecepatan aliran udara, Kadar air

PENDAHULUAN

Pengeringan merupakan salah satu metode utama dalam pengolahan hasil pertanian, termasuk cabai merah, untuk menurunkan kadar air sehingga memperpanjang masa simpan dan menjaga kualitas produk. Kadar air bahan pangan segar yang tinggi (dapat mencapai lebih dari 90%)

perlu diturunkan hingga batas yang aman untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme perusak seperti bakteri, kapang, dan jamur, sekaligus menurunkan berat dan volume produk sehingga menghemat biaya pengemasan, penyimpanan, dan transportasi [1].

Salah satu metode pengeringan buatan yang banyak digunakan pada skala industri kecil adalah rotary dryer yang dipanaskan menggunakan burner. Burner horizontal dipilih karena distribusi panasnya cenderung lebih merata dan suhu dapat diatur secara lebih presisi dibandingkan sumber panas konvensional, sehingga banyak diterapkan pada berbagai metode pengeringan cabai berbasis pompa kalor maupun pemanas udara langsung [2]. Selain sumber panas, kecepatan aliran udara di dalam ruang pengering berperan penting dalam mempercepat perpindahan uap air dari permukaan bahan menuju lingkungan; kecepatan aliran udara yang optimal dapat mempercepat laju evaporasi, sedangkan kecepatan yang tidak sesuai dapat menyebabkan inefisiensi energi maupun penurunan kualitas produk kering.

Sebagai pembandingan, pengeringan cabai secara tradisional dengan sinar matahari umumnya membutuhkan waktu 5-7 hari dan hasilnya sangat bergantung pada cuaca, di mana cabai perlu dibalik setiap 3-4 jam agar kering merata [3]. Pengeringan dengan oven memberikan kontrol suhu dan kelembapan yang lebih baik dan dapat mempercepat proses menjadi hitungan puluhan jam, misalnya 20-25 jam untuk mencapai kadar air 5-8% pada cabai utuh [4], namun umumnya belum memanfaatkan variasi kecepatan aliran udara secara sistematis. Muhandri dkk. melaporkan bahwa distribusi panas pada arah horizontal cenderung lebih menyeluruh dan merata dibandingkan arah vertikal, sehingga posisi horizontal berpotensi mempercepat pencapaian kadar air akhir yang ditargetkan [5].

Penelitian mengenai pengaruh temperatur pada alat pengering sistem *rotary* terhadap kualitas cabai merah telah dilaporkan sebelumnya [6], namun pengaruh variasi kecepatan aliran udara pada sistem *rotary dryer* berbumer horizontal terhadap waktu pengeringan dan berat akhir cabai belum banyak dikaji secara kuantitatif. Padahal, kecepatan aliran udara merupakan salah satu faktor utama bersama luas permukaan bahan, suhu, dan kelembapan lingkungan pengering yang menentukan laju pengeringan suatu bahan pangan [7], [8].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi kecepatan aliran udara (2,5; 7,7; dan 15 m/s) pada suhu konstan 70°C terhadap

waktu pengeringan, susut bobot, dan kadar air akhir cabai merah yang dikeringkan menggunakan *rotary dryer* dengan burner horizontal. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi kecepatan aliran udara yang optimal bagi petani maupun industri pengolahan cabai skala kecil dan menengah dalam meningkatkan efisiensi proses pengeringan tanpa mengorbankan kualitas produk akhir.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental kuantitatif menggunakan alat pengering *rotary dryer* dengan burner horizontal seperti terlihat pada Gambar 1. Objek penelitian adalah cabai merah segar sebanyak 3 kg dengan kadar air awal 91% [9], yang dikeringkan menggunakan *rotary dryer* berbumer horizontal dengan drum berputar pada kecepatan 14 rpm.



Gambar 1. Rotary dryer dengan burner horizontal

Keterangan :

1. Cylinder drum
2. Blower/IDF
3. Reducer/Gearbox
4. Rangka
5. Motor Listrik
6. Pully
7. V-Belt
8. Kompor horizontal
9. Thermometer
10. Housing Bearing Pyllo Block

Alat pengering terdiri atas drum silinder ganda (drum dalam berdiameter 31 cm dan panjang 72 cm; drum luar berdiameter 39 cm dan panjang 79 cm) yang digerakkan oleh motor listrik 0,5 HP (1420 rpm) melalui *reducer/gearbox* rasio 1:30 serta sistem transmisi *v-belt* dan puli. Aliran udara dihasilkan oleh blower berdiameter 2 inci, sedangkan panas disuplai oleh kompor burner horizontal berbahan bakar LPG. Suhu dipantau menggunakan termometer (kapasitas 300°C) dan empat titik termokopel tipe K yang ditempatkan pada posisi berbeda di sepanjang ruang pengering, kecepatan aliran udara diukur dengan anemometer, dan berat cabai ditimbang menggunakan timbangan digital.

Variabel tetap pada penelitian ini adalah suhu pengeringan (70°C), kecepatan putaran drum (14 rpm), dan bahan uji (cabai merah 3 kg). Variabel proses adalah kecepatan aliran udara yang divariasikan pada tiga taraf, yaitu 2,5; 7,7; dan 15 m/s, sedangkan variabel respons yang diamati meliputi berat akhir, laju pengeringan, susut bobot, kadar air, serta perubahan warna dan tekstur cabai. Pengujian pada setiap variasi kecepatan aliran udara dilakukan selama 3 jam dengan pencatatan data pada interval 60 menit. Ringkasan parameter pengujian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Pengujian

Komponen	Nilai
Kapasitas	3 kg
Temperatur pengeringan	70 °C
Kecepatan putaran drum	14 rpm
Kecepatan aliran udara	2,5; 7,7; 15 m/s
Lama pengujian per variasi	3 jam
Kadar air awal bahan	91 %

Performa pengeringan dianalisis menggunakan tiga persamaan. Laju pengeringan (L_p) dihitung dari selisih massa bahan pada awal dan akhir interval (M dan Ma) terhadap selang waktu pengamatan (W), sebagaimana persamaan (1).

$$L_p = \frac{M - Ma}{W} \quad (1)$$

dengan L_p dalam gram/menit; M dan Ma adalah massa awal dan akhir interval (gram); W adalah lama pengamatan (menit).

Susut bobot (S_b) menyatakan besarnya penyusutan berat bahan terhadap berat awal, dihitung dengan persamaan (2).

$$S_b = \frac{B_{awal} - B_{akhir}}{B_{awal}} \times 100\% \quad (2)$$

Kadar air pada setiap interval pengamatan (K_a) didekati secara proporsional terhadap sisa berat bahan dan kadar air awal (K_a awal = 91%), menggunakan persamaan (3).

$$K_a = \frac{B_{akhir}}{B_{awal}} \times K_{aawal} \quad (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran suhu pada empat titik termokopel (T_1 – T_4) serta hasil perhitungan berat akhir (B_a), laju pengeringan (L_p), susut bobot (S_b), dan kadar air (K_a) pada setiap variasi kecepatan aliran udara disajikan pada Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4.

Tabel 2. Hasil pengujian dan perhitungan pada kecepatan aliran udara 2,5 m/s

Wp (mnt)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₃ (°C)	T ₄ (°C)	B _a (g)	L _p (g/mnt)	S _b (%)	K _a (%)
60	86,8	80,8	99,4	42,4	2100	15	30	63,7
120	102,5	94,7	34,6	92,2	1300	6,6	56,6	39,43
180	105,5	165,5	140,9	93,0	900	2,2	70	27,3

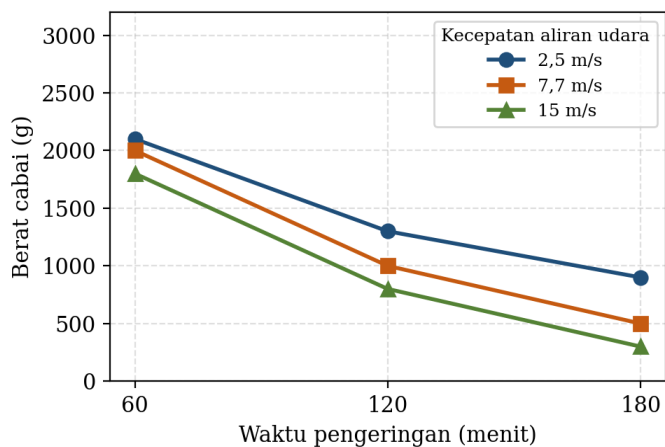
Tabel 3. Hasil pengujian dan perhitungan pada kecepatan aliran udara 7,7 m/s

Wp (mnt)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₃ (°C)	T ₄ (°C)	B _a (g)	L _p (g/mnt)	S _b (%)	K _a (%)
60	102,3	194,4	128,9	86,1	2000	16,6	33,3	60,6
120	116,9	167,6	89,7	39,0	1000	8,3	66,6	30,3
180	135,2	195,5	174,1	103,0	500	2,7	83,3	15,16

Tabel 4. Hasil pengujian dan perhitungan pada kecepatan aliran udara 15 m/s

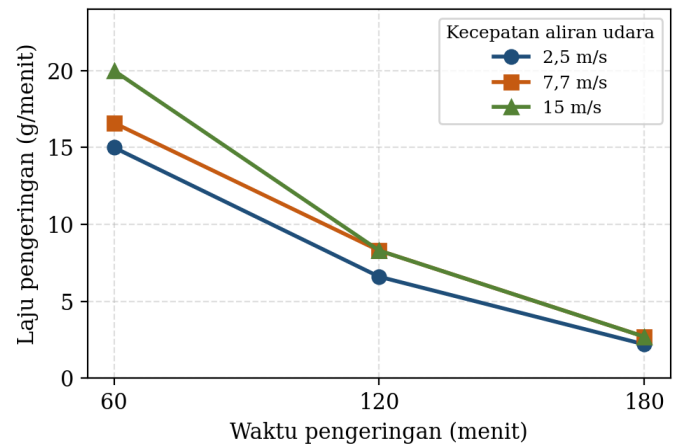
Wp (mnt)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₃ (°C)	T ₄ (°C)	Ba (g)	Lp (g/mnt)	Sb (%)	Ka (%)
60	120,1	127,0	215,8	107,7	1800	20	40	54,6
120	106,7	138,0	182,0	90,5	800	8,3	73,3	24,26
180	150,3	152,9	200,0	106,9	300	2,7	90	9,1

Suhu pada keempat titik termokopel berfluktuasi cukup lebar (34,6–215,8°C) selama pengujian. Fluktuasi ini mencerminkan karakteristik nyala api burner horizontal berbahan bakar LPG yang diatur secara manual serta perbedaan posisi pengukuran terhadap sumber panas dan arah aliran udara di dalam ruang pengering, dan menjadi salah satu aspek yang berpotensi disempurnakan melalui penambahan kontrol suhu otomatis pada pengembangan alat selanjutnya.



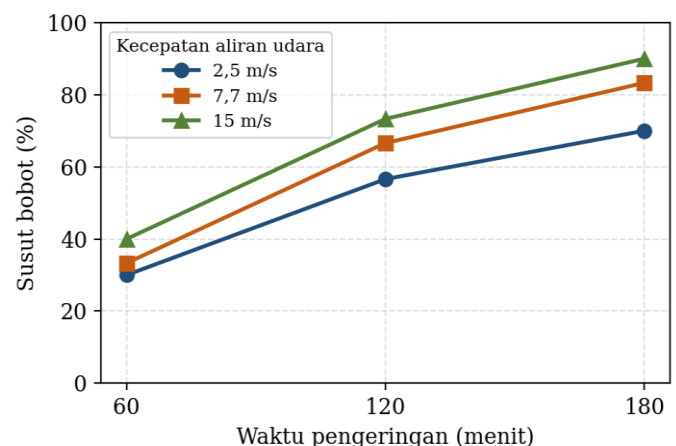
Gambar 2. Penurunan berat cabai terhadap waktu pengeringan pada tiga variasi kecepatan aliran udara

Gambar 2 menunjukkan bahwa berat cabai menurun secara konsisten pada ketiga variasi kecepatan aliran udara, dengan laju penurunan yang paling tajam terjadi pada kecepatan 15 m/s. Pada menit ke-180, berat cabai tersisa 900 gram (2,5 m/s), 500 gram (7,7 m/s), dan 300 gram (15 m/s) dari berat awal 3.000 gram, yang menegaskan bahwa peningkatan kecepatan aliran udara mempercepat pelepasan uap air dari permukaan bahan.



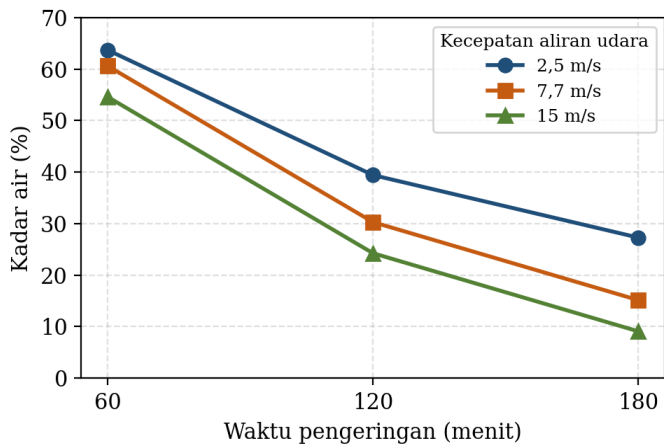
Gambar 3. Laju pengeringan (Lp) pada setiap interval waktu untuk tiga variasi kecepatan aliran udara

Pada Gambar 3 terlihat bahwa laju pengeringan tertinggi terjadi pada interval pertama (menit ke-60) untuk seluruh variasi kecepatan, yaitu 15; 16,6; dan 20 gram/menit berturut-turut untuk kecepatan 2,5; 7,7; dan 15 m/s, kemudian menurun tajam pada interval berikutnya hingga mendekati 2,2–2,7 gram/menit pada interval ketiga. Pola penurunan laju pengeringan seiring waktu (falling rate period) ini konsisten dengan pola umum pengeringan konveksi paksa pada komoditas pertanian lain, misalnya pada pengeringan jagung dengan sistem konvensional maupun fluidized bed [10], dan menunjukkan bahwa kandungan air bebas pada permukaan cabai semakin berkurang seiring berjalannya waktu pengeringan.



Gambar 4. Persentase susut bobot terhadap waktu pengeringan pada tiga variasi kecepatan aliran udara

Gambar 4 memperlihatkan bahwa pada menit ke-180, susut bobot mencapai 70% (2,5 m/s), 83,3% (7,7 m/s), dan 90% (15 m/s), yang menunjukkan hubungan positif antara kecepatan aliran udara dan persentase penyusutan berat bahan pada durasi pengujian yang sama.



Gambar 5. Penurunan kadar air terhadap waktu pengeringan pada tiga variasi kecepatan aliran udara

Kadar air akhir pada menit ke-180 berturut-turut sebesar 27,3% (2,5 m/s), 15,16% (7,7 m/s), dan 9,1% (15 m/s), sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5. Dibandingkan dengan standar cabai merah kering pada umumnya (kadar air di bawah kurang lebih 11–13%) [4], hanya variasi kecepatan aliran udara 15 m/s yang mendekati atau memenuhi kriteria tersebut dalam waktu pengujian 3 jam, sedangkan kecepatan 2,5 dan 7,7 m/s memerlukan waktu pengeringan tambahan untuk mencapai kadar air setara.

Secara kualitatif, pengeringan pada kecepatan aliran udara 2,5 m/s menghasilkan cabai bertekstur lunak dengan warna merah cerah, dan belum memenuhi kriteria cabai merah kering pada durasi pengujian yang diterapkan. Pada kecepatan 7,7 m/s, cabai yang dihasilkan telah bertekstur kering dengan warna merah cerah, sehingga secara visual telah memenuhi kriteria cabai merah kering; kualitas warna cerah ini sebanding dengan hasil yang diperoleh melalui perlakuan pendahuluan seperti blanching pada penelitian sejenis [11]. Adapun pada kecepatan 15 m/s, cabai memiliki tekstur paling kering namun warnanya menjadi merah agak gelap, yang mengindikasikan mulai terjadinya perubahan pigmen akibat perpindahan panas konvektif yang lebih intensif pada kecepatan aliran udara tinggi.

Dibandingkan dengan pengeringan alami menggunakan sinar matahari yang membutuhkan waktu 5–7 hari dan sangat bergantung pada cuaca [3], maupun pengeringan oven konvensional yang membutuhkan 20–25 jam untuk mencapai kadar air 5–8% pada cabai utuh [4], rotary dryer berburner horizontal pada penelitian ini mampu menurunkan kadar air cabai hingga 9,1% hanya dalam 3 jam pengujian pada kecepatan aliran udara 15 m/s. Hal ini menunjukkan potensi percepatan proses pengeringan yang signifikan, meskipun pada kecepatan 2,5 dan 7,7 m/s kadar air akhir yang dicapai belum sepenuhnya menyentuh standar cabai kering komersial dalam rentang waktu pengujian yang sama.

Peningkatan kecepatan aliran udara juga berpotensi meningkatkan konsumsi bahan bakar burner, karena dibutuhkan energi lebih besar untuk memanaskan volume udara yang lebih banyak per satuan waktu. Oleh karena itu, penerapan sistem kontrol suhu otomatis pada burner horizontal dapat menjadi salah satu solusi untuk menjaga efisiensi energi tanpa mengurangi kecepatan aliran udara yang dibutuhkan untuk mempercepat proses pengeringan [12].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kecepatan aliran udara berpengaruh signifikan terhadap laju pengeringan, susut bobot, dan kadar air akhir cabai merah pada rotary dryer berburner horizontal. Peningkatan kecepatan aliran udara dari 2,5 m/s menjadi 15 m/s mempercepat penurunan kadar air, dari 27,3% menjadi 9,1% dalam waktu pengujian yang sama (3 jam).

Kecepatan aliran udara 15 m/s memberikan kinerja pengeringan tercepat dan paling efektif, menghasilkan kadar air akhir terendah (9,1%) dan berat akhir 300 gram dari berat awal 3.000 gram, dengan tekstur paling kering meskipun warna cabai menjadi sedikit lebih gelap. Kecepatan 7,7 m/s memberikan keseimbangan terbaik antara laju pengeringan dan mutu visual produk, menghasilkan cabai bertekstur kering dengan warna merah cerah (kadar air akhir 15,16%). Adapun kecepatan 2,5 m/s menghasilkan laju pengeringan paling lambat dan kadar air akhir tertinggi (27,3%), dengan cabai yang masih bertekstur lunak setelah 3 jam pengujian.

Secara keseluruhan, pemilihan kecepatan aliran udara perlu disesuaikan dengan prioritas proses: kecepatan tinggi (15 m/s) sesuai apabila kecepatan pengeringan menjadi prioritas utama, sedangkan kecepatan menengah (7,7 m/s) lebih sesuai apabila mutu warna dan tekstur produk menjadi pertimbangan utama.

Beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya: (1) perlu pengujian dengan durasi lebih panjang agar kadar air kesetimbangan dapat dipastikan tercapai pada seluruh variasi kecepatan aliran udara, khususnya pada 2,5 dan 7,7 m/s; (2) perlu diterapkan pengendalian suhu burner secara otomatis untuk mengurangi fluktuasi suhu dan meningkatkan efisiensi energi; dan (3) penelitian lanjutan disarankan untuk mengkaji pengaruh kecepatan aliran udara terhadap kandungan gizi (vitamin C, capsaicin) cabai kering guna memastikan mutu nutrisi tetap terjaga [9], [10].

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Teknik Mesin dan Laboratorium Teknik Mesin STITEKNAS Jambi atas fasilitas yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Jangam, "Pengaruh Cara dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L. var. cengek)," Skripsi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2010, hlm. 50–62.
- [2] S. F. Ali, J., dan Yashwant, "Kinetika dan Efektifitas Pengeringan Cabai Merah (*Capsicum annum* L) Menggunakan Pompa Kalor dan Gelombang Mikro," Balai Riset dan Standardisasi Industri Medan, 2017, hlm. 24.. T. Piper, P. J. Rosewarne, R. M. Wright, and P. S. Kemp, "The impact of an Archimedes screw hydropower turbine on fi sh migration in a lowland river," *Ecol. Eng.*, vol. 118, no. April 2018, pp. 31–42, 2020.
- [3] N. Hartuti dan R. M. Sinaga, "Pengeringan Cabai," Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Badan Penelitian Pertanian, 1997, hlm. 16–20.J. M. C. Cengel, Yunus A., *Fluid Mechanics*, 4th ed. McGraw-Hill.New York. USA, 2018.
- [4] N. H. Siswoputranto, "Pengeringan Cabai," Balai Penelitian Tanaman Sayuran, 1997, hlm. 10–21.
- [5] T. Muhandri dkk., "Model Laju Pengeringan Spaghetti Jagung Menggunakan Tray Dryer," *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, vol. 26, no. 2, 2015, hlm. 171–178.
- [6] V. A. Dikki Pratama, "Pengaruh Temperatur Pengeringan Pada Alat Pengering Sistem Rotary Terhadap Kualitas Cabai Merah," *Jurnal Inovator*, vol. 4, 2021, hlm. 32–35.
- [7] Tzempelikos dkk., "Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Pengeringan," Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Bioindustri, Universitas Trilogi, 2014, hlm. 3–10.
- [8] R. Noveriyan, "Pengaruh Temperatur Dan Kecepatan Udara Pada Proses Pengeringan," *Teknik Fisika*, Universitas Telkom, 2015, hlm. 15–25.
- [9] R. W. Tjandra, "Penambahan Natrium Metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) terhadap Vitamin C dan Warna pada Proses Pengeringan Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) dengan Tunnel Dehydrator," Universitas Djuanda Bogor, 2011.
- [10] M. Taufiq, "Pengaruh Temperatur Terhadap Laju Pengeringan Jagung Pada Pengeringan Jagung Konvensional dan Fluidized Bed," Skripsi, Fakultas Teknik, 2004, hlm. 15–20.
- [11] A. A. Erlina, "Peningkatan Kualitas Cabai Merah Kering dengan Perlakuan Blanching dalam Natrium Metabisulfit," Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, vol. 2, 2017, hlm. 404–415.
- [12] Y. Saputro, "Analisa Perhitungan Mesin Pengering Limbah Singkong (Onggok)," *Jurnal Teknik Mesin*, Universitas Bandar Lampung, vol. 3, no. 1, 2015, hlm. 50–62.