

Pengaruh Variasi Suhu dan Kecepatan Udara Terhadap Efisiensi Penggunaan Bahan Bakar

¹Randy Christanov, ²Fatkur Rhohman

^{1,2} Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹christanov1@gmail.com, ²fatkurrohman@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondens : Randy Christanov

Abstrak—Keripik buah merupakan salah satu produk olahan pangan yang banyak diminati masyarakat karena daya simpannya yang lama dan nilai ekonomisnya yang tinggi. Salah satu metode pengeringan yang umum digunakan dalam proses produksi keripik adalah pengeringan menggunakan oven dengan sistem konveksi udara panas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi suhu dan kecepatan udara terhadap efisiensi penggunaan bahan bakar pada mesin oven pengering keripik yang dirancang dan dibangun sendiri. Pengujian dilakukan menggunakan sampel buah pisang dengan variasi suhu pengeringan dan kecepatan aliran udara yang berbeda-beda, kemudian dilakukan pengukuran terhadap konsumsi bahan bakar, waktu pengeringan, dan kadar air akhir produk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan suhu pengeringan dan kecepatan udara memengaruhi laju penurunan kadar air pisang serta jumlah bahan bakar yang dikonsumsi selama proses pengeringan berlangsung. Kombinasi suhu dan kecepatan udara tertentu menghasilkan efisiensi bahan bakar yang optimal dengan waktu pengeringan yang relatif singkat. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi parameter operasional yang tepat guna meningkatkan efisiensi energi pada mesin oven pengering keripik skala kecil dan menengah.

Kata Kunci—efisiensi bahan bakar, keripik pisang, kecepatan udara, oven pengering, suhu pengeringan

Abstract—Fruit chips are one of the processed food products widely favored by consumers due to their long shelf life and high economic value. One of the drying methods commonly used in chip production is hot-air convection oven drying. This study aims to analyze the effect of temperature and air velocity variations on fuel consumption efficiency in a self-designed and self-built chip dryer oven machine. Testing was conducted using banana samples under various drying temperatures and air flow velocities, with measurements taken on fuel consumption, drying time, and the final moisture content of the product. The results indicate that increasing drying temperature and air velocity affect the rate of moisture reduction in bananas as well as the amount of fuel consumed during the drying process. A specific combination of temperature and air velocity produced optimal fuel efficiency with a relatively short drying time. This study is expected to provide recommendations for appropriate operational parameters to improve energy efficiency in small- and medium-scale chip dryer oven machines.

Keywords—air velocity, banana chips, drying oven, drying temperature, fuel efficiency

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Proses pengeringan merupakan salah satu tahapan penting dalam industri pangan dan manufaktur karena berperan dalam menurunkan kadar air bahan untuk meningkatkan kualitas, umur simpan, serta efisiensi distribusi produk. Pada sistem pengeringan berbasis pemanas, energi panas yang digunakan umumnya berasal dari pembakaran bahan bakar, sehingga efisiensi

penggunaan bahan bakar menjadi salah satu parameter utama dalam menentukan performa sistem pengering. Penggunaan bahan bakar yang tidak efisien akan meningkatkan biaya operasional dan menyebabkan pemborosan energi, terutama pada skala industri kecil dan menengah yang masih menggunakan sistem pembakaran sederhana [1].

Efisiensi penggunaan bahan bakar dalam sistem pengering sangat dipengaruhi oleh beberapa parameter operasi, di antaranya suhu udara pengering dan kecepatan aliran udara. Suhu pengering yang lebih tinggi dapat mempercepat proses evaporasi air dari bahan, tetapi juga meningkatkan konsumsi bahan bakar apabila tidak diimbangi dengan distribusi panas yang optimal. Di sisi lain, kecepatan udara berperan dalam mempercepat perpindahan massa uap air dari permukaan bahan ke lingkungan, sehingga dapat mempersingkat waktu pengeringan dan mengurangi total energi yang dibutuhkan [2]. Hubungan antara kedua parameter ini menjadi faktor penting dalam menentukan kondisi operasi yang optimal untuk menghasilkan efisiensi termal yang lebih baik.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa variasi suhu dan kecepatan udara memiliki pengaruh signifikan terhadap konsumsi energi dan efisiensi pengeringan. Bai et al. melaporkan bahwa peningkatan suhu dan kecepatan udara pada proses *hot air convective drying* dapat mempercepat laju pengeringan jahe, tetapi konsumsi energi spesifik meningkat pada suhu yang terlalu tinggi [3]. Penelitian Castillo-Téllez et al. menunjukkan bahwa kombinasi temperatur dan kecepatan udara yang tepat mampu meningkatkan efisiensi energi hingga lebih dari 20 persen pada sistem pengering tenaga surya [4]. Selain itu, Tanjung et al. menemukan bahwa peningkatan laju aliran udara panas pada *rotary dryer* berpengaruh terhadap laju pengeringan dan efisiensi termal sistem secara keseluruhan [5].

Pada penelitian lain, Alit dan Susana menunjukkan bahwa kecepatan udara pada alat pengering jagung dengan mekanisme penukar kalor berpengaruh langsung terhadap waktu pengeringan dan efisiensi penggunaan energi [6]. Sementara itu, Maulana et al. menyatakan bahwa variasi suhu dan aliran udara panas pada pengering kerupuk otomatis mampu mengurangi waktu pengeringan dan menurunkan kadar air secara signifikan, yang berimplikasi terhadap penghematan konsumsi bahan bakar [7].

Penelitian terkait efisiensi sistem pengering juga telah dilakukan oleh Saputra et al. dari Program Studi Teknik Mesin Universitas Nusantara PGRI Kediri yang menunjukkan bahwa penggunaan mesin pengering mampu meningkatkan efisiensi proses dibandingkan metode konvensional [8]. Selain itu, Nadliroh et al. menunjukkan bahwa karakteristik kalor bahan bakar sangat menentukan performa termal suatu sistem pemanas [9].

Penelitian oleh Deb et al. menunjukkan bahwa analisis *thermo-economic* dan efisiensi energi pada sistem pengering berbahan bakar biomassa dapat digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara konsumsi bahan bakar, energi panas yang dihasilkan, serta efisiensi sistem secara keseluruhan [10]. Hasil penelitian tersebut menjadi dasar dalam penyusunan metode penelitian ini, khususnya dalam menganalisis pengaruh variasi suhu dan kecepatan udara terhadap efisiensi penggunaan bahan bakar.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa suhu dan kecepatan udara merupakan dua parameter utama yang menentukan efisiensi proses pengeringan serta penggunaan bahan bakar. Namun, kajian yang secara khusus menganalisis hubungan kedua parameter tersebut terhadap efisiensi penggunaan bahan bakar pada sistem pengering konveksi

masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi suhu dan kecepatan udara terhadap efisiensi penggunaan bahan bakar, sehingga dapat diperoleh kondisi operasi yang optimal untuk meningkatkan efisiensi energi dan menekan biaya operasional sistem pengering.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif dengan melakukan pengujian langsung pada mesin oven pengering keripik yang dirancang dan dibuat sendiri oleh peneliti. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah suhu pengeringan dan kecepatan udara, sedangkan variabel terikatnya adalah konsumsi bahan bakar LPG, waktu pengeringan, dan kadar air akhir keripik pisang [11].

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisang mentah dengan massa awal bervariasi sekitar 130 - 180 gram. Pengeringan dilakukan menggunakan oven pengering konveksi berbahan bakar gas LPG. Variasi suhu yang digunakan adalah 60°C, dan 70°C, sedangkan variasi kecepatan udara yang digunakan adalah 2 m/s, dan 3 m/s. Pengukuran dilakukan menggunakan thermocouple untuk suhu, anemometer untuk kecepatan udara, serta timbangan digital untuk mengetahui perubahan massa bahan selama proses pengeringan.

Pengambilan data dilakukan dengan metode observasi langsung, yaitu mencatat waktu pengeringan, massa bahan, suhu ruang pengering, serta jumlah bahan bakar yang digunakan pada setiap variasi perlakuan. Setiap perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan untuk meningkatkan validitas hasil. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan kuantitatif melalui perhitungan laju pengeringan, energi panas yang digunakan, serta efisiensi penggunaan bahan bakar. Hasil analisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah interpretasi hubungan antara suhu, kecepatan udara, dan efisiensi bahan bakar.

A. Rumus Matematika

Dalam penelitian ini, beberapa persamaan matematis digunakan untuk menghitung parameter utama sebagai berikut:

1. Laju pengeringan

Laju pengeringan digunakan untuk mengetahui kecepatan pengurangan kadar air selama proses pengeringan.

$$DR = \frac{M_1 - M_2}{t} \quad \#(1)$$

Keterangan:

DR = laju pengeringan (gram/menit)

M1 = massa awal bahan (gram)

M2 = massa akhir bahan (gram)

t = waktu pengeringan (menit)

2. Energi panas yang dihasilkan bahan bakar

Energi panas total dihitung berdasarkan massa bahan bakar yang digunakan.

$$Q = m_f \times CV \text{ \#(2)}$$

Keterangan:

Q = energi panas total (kJ)

m_f = massa bahan bakar yang digunakan (kg)

CV = nilai kalor bahan bakar (kJ/kg)

3. Efisiensi penggunaan bahan bakar

Efisiensi bahan bakar dihitung dari perbandingan energi yang dimanfaatkan untuk pengeringan terhadap energi total hasil pembakaran.

$$\eta = \frac{Q_u}{Q} \times 100\% \text{ \#(3)}$$

Keterangan:

η = efisiensi penggunaan bahan bakar (%)

Q_u = energi yang digunakan untuk pengeringan (kJ)

Q = energi total bahan bakar (kJ)

4. Energi Penguapan Air

Energi untuk menguapkan kadar air dihitung dengan persamaan:

$$Q_u = m_w \times h_{fg} \text{ \#(4)}$$

Keterangan:

Q_u = energi penguapan (kJ)

m_w = massa air yang diuapkan (kg)

h_{fg} = kalor laten penguapan air (kJ/kg)

5. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Untuk mengetahui jumlah bahan bakar per kilogram air yang diuapkan:

$$SFC = \frac{m_f}{m_w} \text{ \#(5)}$$

Keterangan:

SFC = specific fuel consumption (kg/kg air)

mf = massa bahan bakar (kg)

mw = massa air yang diuapkan (kg)

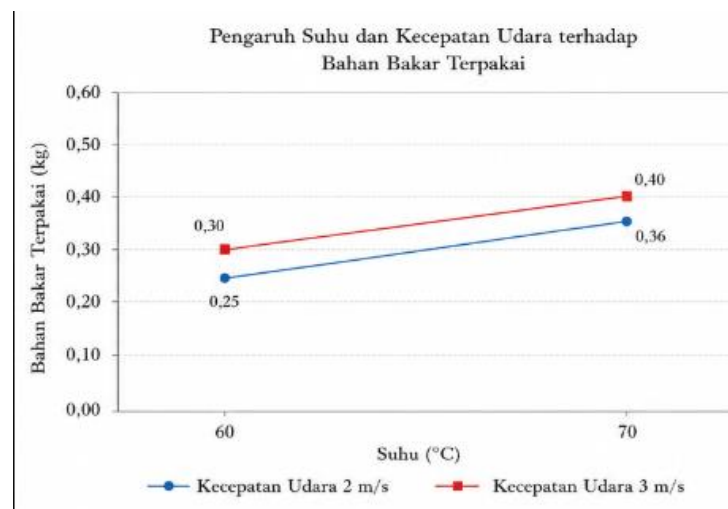
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengujian telah dirangkum pada Tabel 1, sedangkan pola hubungan antar variabel divisualisasikan dalam bentuk grafik garis pada Gambar 1 sampai Gambar 3.

Tabel 1. Hasil pengujian secara rata rata

No	Suhu (°C)	Kecepatan Udara (m/s)	Waktu Pengeringan (menit)	Massa Awal rata rata (g)	Massa Akhir rata rata (g)	Bahan Bakar Awal (kg)	Bahan Bakar Akhir (kg)	Bahan Bakar Terpakai (kg)
1	60	2	90	1.011	411	7,65	7,4	0,25
2	60	3	90	1.447	1.021	7,4	7,1	0,3
3	70	2	90	1.321	550	7,76	7,4	0,36
4	70	3	90	1.708	710	6,3	5,9	0,4

Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi suhu dan kecepatan udara memberikan pengaruh yang signifikan terhadap waktu pengeringan, massa akhir bahan, serta jumlah bahan bakar yang digunakan selama proses pengeringan.



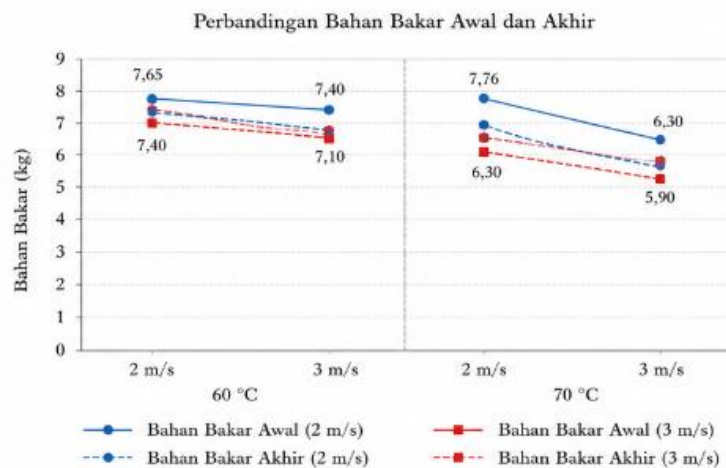
Gambar 1. Pengaruh suhu dan kecepatan terhadap bahan bakar terpakai

Pada gambar 1 terlihat bahwa jika suhu dan kecepatan udara ditingkatkan, maka hal itu akan mempengaruhi konsumsi bahan bakar.



Gambar 2. Pengaruh suhu dan kecepatan terhadap masa akhir rata rata

Pada gambar 2 terdapat pengaruh yang signifikan terhadap hasil akhir atau massa dari sample. Karena semakin tinggi suhu dan kecepatan udara, hasil akhir dari sample akan semakin kecil pula.



Gambar 3. Perbandingan bahan bakar awal dan akhir

Pada gambar 3 terlihat konsumsi bahan bakar juga semakin tinggi akibat suhu dan kecepatan udara yang lebih tinggi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kombinasi variasi suhu dan kecepatan udara memberikan pengaruh yang nyata terhadap efisiensi penggunaan bahan bakar pada sistem pengering. Berdasarkan visualisasi data pada tabel dan grafik, temuan utama penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu dari 60°C ke 70°C diikuti dengan peningkatan konsumsi bahan bakar pada setiap variasi kecepatan udara. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kebutuhan energi termal meningkat seiring dengan naiknya temperatur operasi.

Di sisi lain, peningkatan kecepatan udara dari 2 m/s ke 3 m/s juga menunjukkan peningkatan konsumsi bahan bakar, meskipun laju distribusi panas di dalam ruang pengering menjadi lebih

cepat. Hal ini menunjukkan bahwa percepatan perpindahan panas konveksi memerlukan suplai energi yang lebih besar untuk menjaga kestabilan suhu selama proses pengeringan berlangsung.

Temuan penting dari penelitian ini adalah bahwa kombinasi suhu 60°C dan kecepatan udara 2 m/s menghasilkan konsumsi bahan bakar paling rendah, sedangkan kombinasi suhu 70°C dan kecepatan udara 3 m/s menghasilkan konsumsi bahan bakar tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi penggunaan bahan bakar tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan parameter operasi.

Berdasarkan grafik hubungan suhu terhadap bahan bakar terpakai, terlihat bahwa peningkatan suhu memberikan pengaruh dominan terhadap konsumsi energi. Secara teoritik, semakin tinggi suhu pengering, semakin besar energi panas yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur ruang pengering dan mempertahankan kestabilannya. Hal ini sesuai dengan konsep perpindahan panas, di mana kebutuhan energi sensibel meningkat seiring dengan kenaikan temperatur operasi.

Fenomena ini sejalan dengan penelitian El-Sebaei et al. yang menyatakan bahwa peningkatan temperatur pada sistem pengering konveksi menyebabkan kenaikan konsumsi energi termal secara signifikan [3]. Namun, penelitian ini menunjukkan bahwa pada material kerupuk, kenaikan temperatur tidak selalu memberikan efisiensi bahan bakar yang lebih baik karena adanya potensi kehilangan panas ke lingkungan.

Secara kuantitatif, tren peningkatan bahan bakar pada suhu yang lebih tinggi memperlihatkan bahwa optimasi temperatur menjadi faktor penting dalam penghematan energi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan udara meningkatkan kebutuhan bahan bakar, terutama pada suhu yang lebih tinggi. Secara teoritik, peningkatan kecepatan udara memperbesar koefisien perpindahan panas konveksi, sehingga laju pengeringan menjadi lebih cepat. Namun, kondisi ini juga meningkatkan kebutuhan suplai panas untuk menjaga energi termal tetap konstan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh variasi suhu dan kecepatan udara terhadap efisiensi penggunaan bahan bakar pada sistem pengering konveksi, dapat disimpulkan bahwa kedua parameter tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap konsumsi bahan bakar selama proses pengeringan. Peningkatan suhu dari 60°C menjadi 70°C terbukti meningkatkan kebutuhan energi termal, sehingga konsumsi bahan bakar juga meningkat. Demikian pula, peningkatan kecepatan udara dari 2 m/s menjadi 3 m/s mempercepat distribusi panas dan proses penguapan, namun berdampak pada bertambahnya penggunaan bahan bakar.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi suhu 60°C dan kecepatan udara 2 m/s menghasilkan efisiensi penggunaan bahan bakar terbaik karena membutuhkan konsumsi bahan bakar paling rendah, sedangkan kombinasi 70°C dan 3 m/s memberikan performa pengeringan

yang lebih cepat tetapi dengan konsumsi bahan bakar tertinggi. Temuan ini menunjukkan adanya hubungan *trade-off* antara kecepatan proses pengeringan dan efisiensi energi.

Secara umum, penelitian ini membuktikan bahwa optimasi suhu dan kecepatan udara sangat penting untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar pada sistem pengering. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan sistem pengering yang lebih hemat energi, khususnya pada industri kecil dan menengah yang menggunakan bahan bakar LPG. Untuk penelitian selanjutnya, diperlukan pengembangan dengan variasi parameter yang lebih luas serta analisis kualitas produk akhir agar diperoleh kondisi operasi yang lebih optimal dan komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. N. Amir, M. Efendy, Y. J. Yoo, and M. Gozan, "Improved Salt Quality and Reduced Energy Consumption via Hot Air Drying," *International Journal of Technology*, vol. 12, no. 3, p. 592, Jul. 2021, doi: 10.14716/ijtech.v12i3.4853.
- [2]. H. S. EL-Mesery, "Improving the thermal efficiency and energy consumption of convective dryer using various energy sources for tomato drying," *Alexandria Engineering Journal*, vol. 61, no. 12, pp. 10245–10261, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.aej.2022.03.076.
- [3]. R. Bai, J. Sun, X. Qiao, Z. Zheng, M. Li, and B. Zhang, "Hot Air Convective Drying of Ginger Slices: Drying Behaviour, Quality Characteristics, Optimisation of Parameters, and Volatile Fingerprints Analysis," *Foods*, vol. 12, no. 6, p. 1283, Mar. 2023, doi: 10.3390/foods12061283.
- [4]. B. Castillo-Téllez, M. C. Téllez, E. C. López-Vidaña, A. Domínguez Niño, G. A. Mejía-Pérez, and C. J. Vega-Gómez, "Temperature–air velocity association, experimental and modeling study of stevia leaves solar drying," *Energy Exploration & Exploitation*, vol. 41, no. 5, pp. 1802–1818, Sep. 2023, doi: 10.1177/01445987231176308.
- [5]. Lalu Sultan Giri Tanjung, Rudy Sutanto, and Mirmanto, "The Effect of Hot Air Flow Velocity on The Drying Characteristics of Turmeric in A Rotary Dryer," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 20, no. 2, pp. 229–236, Aug. 2025, doi: 10.32497/jrm.v20i2.6691.
- [6]. I. B. Alit and I. G. B. Susana, "Pengaruh Kecepatan Udara pada Alat Pengering Jagung dengan Mekanisme Penukar Kalor," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 77–84, May 2020, doi: 10.21776/ub.jrm.2020.011.01.9.
- [7]. I. Maulana, M. Anggara, Aldrin, and A. Hidayat, "ANALISIS PENGARUH KECEPATAN ALIRAN UDARA PANAS DAN WAKTU PENGERINGAN TERHADAP LAJU PENGERINGAN DAN KADAR AIR KERUPUK TAPIOKA MESIN PENGERING OTOMATIS," *Jurnal Gear : Energi, Perancangan, Manufaktur & Material*, vol. 2, no. 1, pp. 34–43, Jan. 2024, doi: 10.36761/gear.v2i1.3296.
- [8]. R. A. Saputra, M. Muslimin Ilham, and S. Fauzi, "Rancang Bangun Sistem Penggerak Mesin Pengering Cengkeh Kapasitas 15 Kg."
- [9]. K. Nadliroh, Ah. S. Fauzi, and M. Maulidina, "Analisis Kalor Bioetanol Berbahan Dasar Sabut Kelapa," *Jurnal Mesin Nusantara*, vol. 5, no. 2, pp. 182–188, Jan. 2023, doi: 10.29407/jmn.v5i2.19006.
- [10]. A. Deb, Y. D. Megeji, and M. Das Ghatak, "Thermo-economic-environmental analysis of a biomass-fueled natural convection dryer with thermal storage materials," *Journal of*

Engineering and Applied Science, vol. 71, no. 1, p. 192, Dec. 2024, doi: 10.1186/s44147-024-00523-6.

- [11]. A. Aquino and P. Poesio, “Off-Design Exergy Analysis of Convective Drying Using a Two-Phase Multispecies Model,” *Energies (Basel)*., vol. 14, no. 1, p. 223, Jan. 2021, doi: 10.3390/en14010223.