



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 5 Nomor 3 Tahun 2025 Page 4070-4082

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Pengaruh Variasi Perubahan Suhu untuk Mengukur Kadar Air Pada Cengkeh dengan Menggunakan Gas LPG 3 Kg

Moses Novianus Purba^{1✉}, Winsfronstein Naibaho², Tambos August Sianturi³

Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar

Email: mosesnovianuspurba@gmail.com^{1✉}

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi suhu dan waktu terhadap kadar air pada cengkeh menggunakan mesin pengering berbahan bakar Gas LPG 3 kg. Cengkeh, sebagai komoditas penting di Sumatera Utara, memerlukan metode pengeringan yang efisien untuk meningkatkan kualitas dan nilai jualnya. Penelitian dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar selama enam bulan, dengan pengujian suhu 60°C, 70°C, dan 80°C serta pengukuran kadar air setiap 10 menit selama 90 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu 70°C lebih efektif dalam menurunkan berat akhir cengkeh dibandingkan suhu 80°C, meskipun suhu 80°C mempercepat proses penguapan air. Rata-rata waktu pengeringan optimal untuk mencapai kadar air rendah 12,5% adalah 84 menit pada suhu 80°C, sedangkan penurunan berat akhir cengkeh sebanyak 95 gram dicapai dalam 62 menit pada suhu 70°C. Selain itu, faktor lingkungan seperti kelembapan dan aliran udara juga berpengaruh terhadap efisiensi penguapan. Temuan ini memberikan wawasan penting untuk pengembangan metode pengeringan cengkeh yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: *Cengkeh, Pengeringan, Gas LPG, Suhu, Kadar Air*

Abstract

This study aims to analyze the effect of temperature and time variations on the water content of cloves using a drying machine fueled by 3 kg LPG gas. Cloves, as an important commodity in North Sumatra, require an efficient drying method to improve their quality and selling value. The study was conducted in the Mechanical Engineering laboratory of HKBP Nommensen University, Pematangsiantar for six months, with temperature tests of 60°C, 70°C, and 80°C and water content measurements every 10 minutes for 90 minutes. The results showed that a temperature of 70°C was more effective in reducing the final weight of cloves than a temperature of 80°C, although a temperature of 80°C accelerated the water evaporation process. The average optimal drying time to achieve a low water content of 12.5% was 84 minutes at a temperature of 80°C, while a final weight loss of 95 grams of cloves was achieved in 62 minutes at a temperature of 70°C. In addition, environmental factors such as humidity and air flow also affect evaporation efficiency. These findings provide important insights for the development of more efficient and environmentally friendly clove drying methods.

Keywords: *Clove, Drying, LPG Gas, Temperature, Water Content*

PENDAHULUAN

Sejak zaman nenek moyang, Sumut dikenal sebagai magnet bagi bangsa pendatang karena tanahnya yang kaya akan komoditas rempah. Sehingga menjadikan wilayah itu sebagai pusat perdagangan penting dan juga salah satu cikal bakal penelusuran jalur rempah di Indonesia. Hal tersebut disebabkan karena Sumut memiliki banyak rempah khas yang fenomenal yaitu cengkeh. Cengkeh termasuk komoditi hasil pertanian dengan nilai jual tinggi, bersifat musiman, juga mempunyai peranan penting dalam industri pangan dan non pangan (Setiawan, dkk, 2021). Tanaman dengan nama lain *Zyzigium Aromaticum* ini banyak tumbuh di beberapa daerah di Indonesia contohnya di daerah Tapanuli, Simalungun, dan Dairi.

Hingga saat ini, cengkeh tetap menjadi komoditas penting di Sumatera Utara, dengan banyak petani di daerah tersebut yang bergantung pada tanaman ini sebagai sumber penghasilan. Meskipun menghadapi tantangan seperti fluktuasi harga dan perubahan iklim, cengkeh masih memainkan peran penting dalam ekonomi daerah tersebut. Penanganan paska panen cengkeh di tingkat petani biasanya dilakukan secara tradisional. Perontokan cengkeh dilakukan dengan tangan, sehingga butuh waktu lama. Selain itu pengeringan cengkeh juga dapat dilakukan menggunakan elemen pemanas. Pengeringan menggunakan elemen pemanas ada beberapa kelemahan, antara lain adalah temperatur sulit dikontrol dan harus membalik cengkeh setiap waktu agar tidak gosong. namun selain kelemahan, juga memiliki keunggulan yaitu tidak membutuhkan listrik.

Penggunaan Gas LPG sebagai sumber panas dalam pengeringan cengkeh cukup umum karena Gas LPG menghasilkan panas yang cukup tinggi dengan emisi Api yang relatif rendah, sehingga membantu menjaga kualitas cengkeh selama proses pengeringan. Selain itu, Gas LPG juga lebih simple dan mudah disimpan dibandingkan bahan bakar lainnya.

Penelitian ini sangat penting mengingat peningkatan kebutuhan akan efisiensi energi, terutama dalam bidang pertanian dan pengolahan hasil pertanian. Pengurangan biaya produksi adalah konsekuensi langsung dari efisiensi energi; penggunaan energi yang lebih sedikit dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa proses pengeringan produk pertanian memerlukan optimasi. Untuk menemukan metode pengeringan cengkeh yang paling efisien, perlu dilakukan analisis lebih mendalam tentang perbandingan antara elemen pemanas yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Waktu penelitian ini yaitu dimulai disahkannya usulan judul penelitian oleh Ketua Program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Manajemen Pengelolaan Sumber Daya Perairan Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar dan dikerjakan selama kurang lebih 6 bulan sampai selesai. Tempat penelitian untuk "Pengaruh Variasi Perubahan Suhu untuk Mengukur Kadar Air Pada Cengkeh Dengan Menggunakan GAS LPG 3 KG yaitu di laboratorium Teknik Mesin Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar.

Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja mesin pengering menggunakan bahan bakar gas lpg 3kg yaitu: bahan yang dikeringkan diletakkan pada loyang kemudian dimasukkan ke dalam dan bersamaan dengan aliran panas mulai di hidupkan. Didalam kotak gas LPG 3 kg mulai memanaskan secara tertutup sehingga suhu pada ruang kotak mesin mulai panas dan menyebar. Pada saat gas lpg memanaskan suhu dapat di pantau melalui modul pengatur suhu sesuai dengan suhu yang diinginkan, dan akan mati dengan sendirinya apabila suhu pada kotak sudah melebihi dari suhu yang diinginkan.

Adapun metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah perakitan mesin pengering cengkeh, pengumpulan data pendukung, lalu melakukan percobaan dalam pengukuran kadar air dan suhu dalam proses pengeringan. Pengeringan dilakukan selama 90 menit pengukuran dilakukan per 10 menit 1(sekali).

Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Study Literatur

Pada penelitian ini dilakukan adanya study literatur tentang perhitungan kadar air, proses pengeringan cengkeh dengan gas LPG 3kg, perancangan alat pengering cengkeh. Langkah ini dilakukan diawal untuk memahami teori dasar dalam menganalisis perpindahan panas dan proses pengeringan, adapun literatur diperoleh dari internet, buku dan jurnal.

2. Persiapan Alat dan Bahan

Pada tahap ini alat an bahan harus disiapkan dalam membangun mesin pengering cengkeh, untuk memulai proses penelitian.

3. Perhitungan Dimensi Alat Pengering

Pada tahap ini dilakukan perhitungan dimensi untuk desain alat pengering kakao sehingga didapatkan waktu pengeringan yang lebih optimal, dengan memperhitungkan laju perpindahan pada alat pengering.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Pengamatan Temperatur suhu Cengkeh

No	Suhu (°C)	Waktu Pengujian (menit)	Waktu Tempuh Suhu (menit)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	Rata-Rata Suhu Pengeringan (°C)	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Perubahan berat air (gram)
1	60	30 menit	10 menit	47.9	45.6	47.7	49.9	48	350 gram	283 gram	28, 9
			10 menit	60.8	50.1	55	50	54	283 gram	226 gram	23, 4
			10 menit	50.6	54.9	58.5	60.5	56	226 gram	170 gram	18, 5
2	70	30 menit	10 menit	61.8	65.5	60	59.5	62	350 gram	255 gram	27, 1
			10 menit	68.9	55.7	75	73	68	255 gram	226 gram	22, 9
			10 menit	65.7	70	71.5	75.5	71	226 gram	170 gram	18, 1
3	80	30 menit	10 menit	85	75.9	74.5	77.8	78	350 gram	283 gram	18.9

10 menit	88	75	80.5	85	82	283 gram	198 gram	16,7
10 menit	80	83.7	85	87.8	84	198 gram	170 gram	12,5



Gambar 1. Alat pengering cengkeh

Tahapan Pengujian Menggunakan Gas LPG 3kg

1. Pengujian Pertama

Pada tahap pertama dilakukan pemanasan mesin terlebih dahulu dengan mengatur suhu yang diinginkan, kemudian jika sensor suhu telah berbunyi dan mesin mati menandakan bahwa mesin sudah mencapai suhu yang diinginkan. Setelah itu cengkeh dimasukkan ke dalam mesin untuk melakukan proses pengeringan dengan mengatur timer sesuai waktu yang dibutuhkan. Setelah timer berbunyi mesin dimatikan dan cengkeh dikeluarkan, untuk melanjutkan tahapan berikutnya biarkan mesin dingin terlebih dahulu.

2. Pengujian kedua

Pada tahap kedua dilakukan pemanasan kembali dengan mengatur suhu sesuai yang diinginkan jika mesin sudah mati menandakan bahwa mesin sudah mencapai suhu yang diinginkan. Setelah mesin mencapai suhu yang diinginkan maka cengkeh sudah bisa dimasukkan untuk melakukan proses pengeringan dengan mengatur waktu yang diinginkan setelah mesin berbunyi menandakan sudah mencapai waktu yang diinginkan maka mesin boleh dimatikan dan didinginkan kembali untuk tahap selanjutnya.

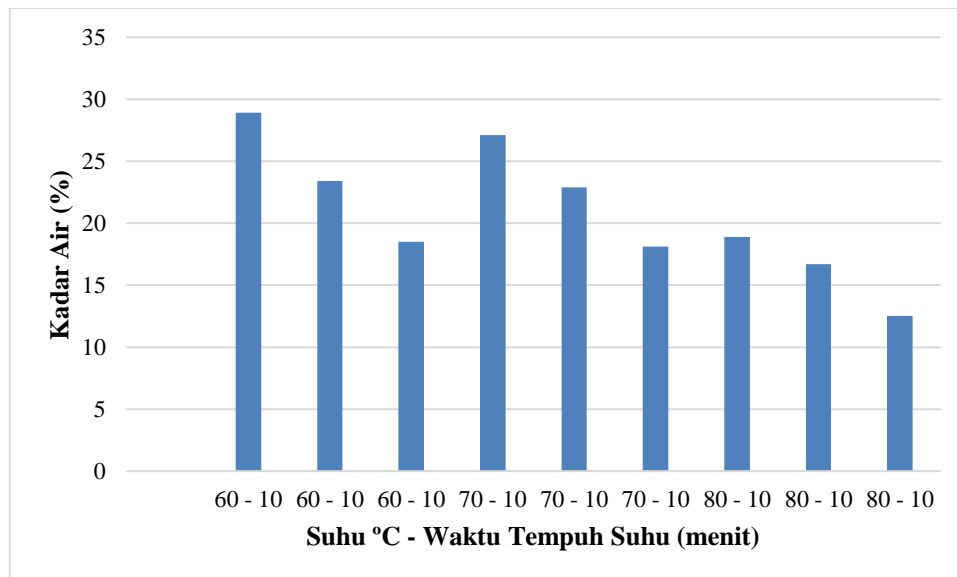
3. Pengujian ketiga

Pada tahap ketiga juga dilakukan perlakuan sama seperti tahap-tahap sebelumnya, dimana mesin yang sudah dingin bolh dipanaskan terlebih dahulu sampai mencapai suhu yang diinginkan. Kemudianjika mesin telah mati manandakan bahwa mesin mencapai suhu yang diinginkan, maka cengkeh boleh dimasukan untuk melakukan proses pengeringan. Dan jika mesin telah berbunyi maka waktunya telah selesai dan cengkeh sudah boleh dikeluarkan dan mesin didinginkan kembali untuk masuk ketahap pengujian terakhir.

4. Pengujian keempat

Padatahap keempat yang menjadi tahap terakhir pengujian dilakukan sama seperti tahap 1, 2, ke 3 dimana mesin yang sudah dingin Dipanaskan kembali sampai mencapai suhu yang diinginkan jika mesin mati menandakan bahwa mesin sudah mencapai suhu yang diinginkan maka cengkeh boleh dimasukan untuk melakukan proses pengeringan dengan pengaturan sampai bataas waktu yang ditentukan. Dan ketika mesin sudah berbunyi menandakan waktu telah habis dan cengkeh boleh dikeluarkan dan mesin dimatikan.

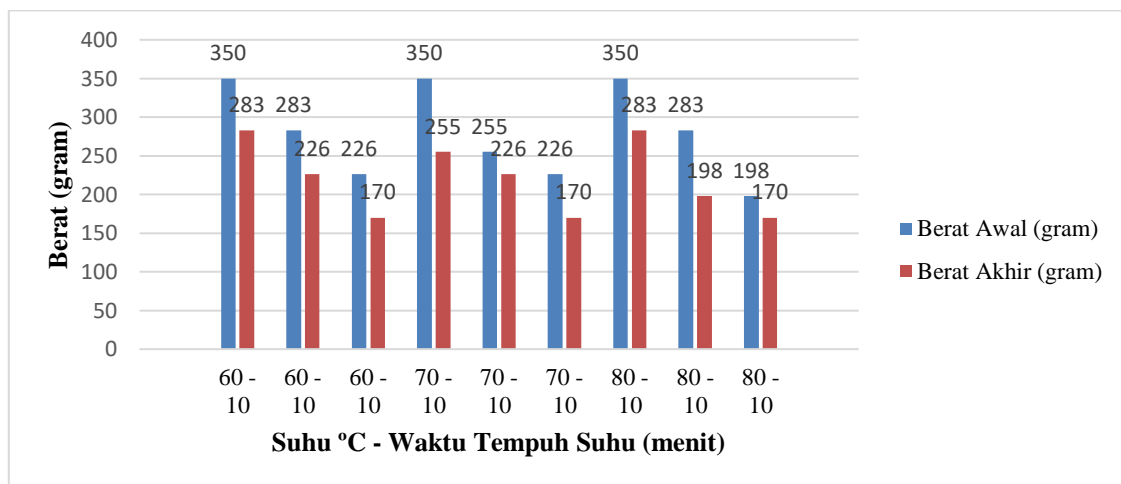
Pembahasan



Gambar 1. Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Tempuh Suhu terhadap Kadar Air pada Cengkeh

Berdasarkan data pada grafik 1.1, bahwa peningkatan suhu dari 60°C ke 80°C dengan waktu tempuh suhu yang sama yaitu 10 menit dapat menurunkan kadar air. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu, semakin cepat kadar air berkurang. Hal tersebut menunjukkan bahwa suhu yang lebih tinggi mempercepat proses penguapan air.

Hubungan antara suhu dengan waktu tempuh suhu dimana suhu yang lebih tinggi dapat menyebabkan peningkatan laju penguapan karena peningkatan energi kinetik molekul air (Carlos & Rodolfo, 2024). Meskipun suhu yang lebih tinggi umumnya meningkatkan laju penguapan, efisiensi proses ini juga dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti kondisi fisik air, kelembapan dan aliran udara. Faktor-faktor ini dapat menghambat dan meningkatkan penguapan, tergantung pada pengaturan lingkungan dan kondisi spesifik (Pei *et al.*, 2024). Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa suhu yang efektif untuk mengurangi kadar air pada cengkeh yaitu pada suhu 80°C.

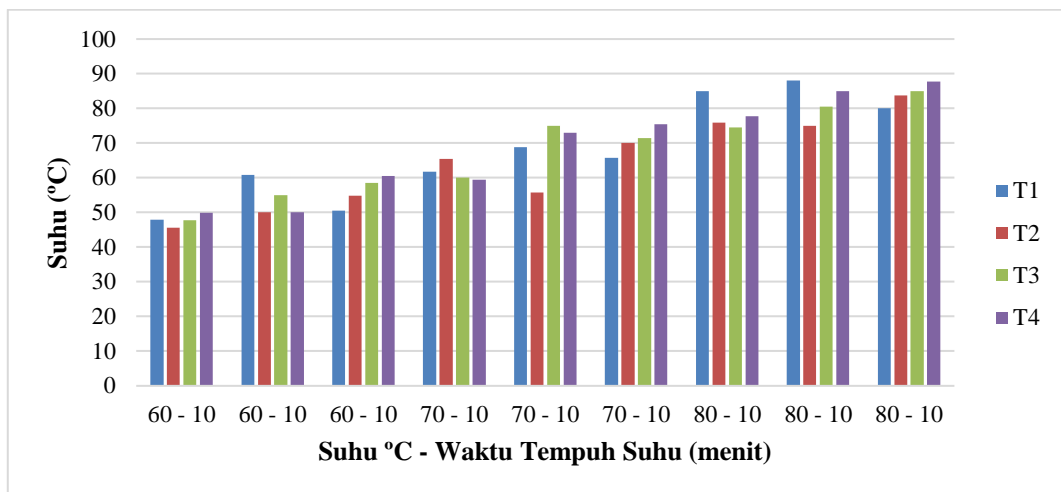


Gambar 2. Perbandingan Berat Awal dan Berat Akhir Cengkeh pada Variasi Suhu dan Waktu Tempuh Pengeringan

Berdasarkan data pada grafik 1.2, bahwa penurunan berat cengkeh terbesar yaitu pada pada suhu pengujian 70 °C dengan waktu tempuh suhu 10 menit yaitu sebanyak 95 gram dengan berat awal 350 gram dan berat akhir 255 gram. Sedangkan, penurunan berat cengkeh terkecil yaitu pada suhu pengujian 80 °C dengan waktu tempuh suhu 10 menit yaitu sebanyak 28 gram dengan berat awal 198 gram dan berat akhir 170 gram. Secara umum, suhu yang lebih tinggi (70°C) menyebabkan penurunan berat cengkeh yang lebih besar dibandingkan dengan suhu yang lebih rendah (80°C). Hal tersebut menunjukkan bahwa suhu yang lebih tinggi mempercepat proses penguapan air dari dalam cengkeh.

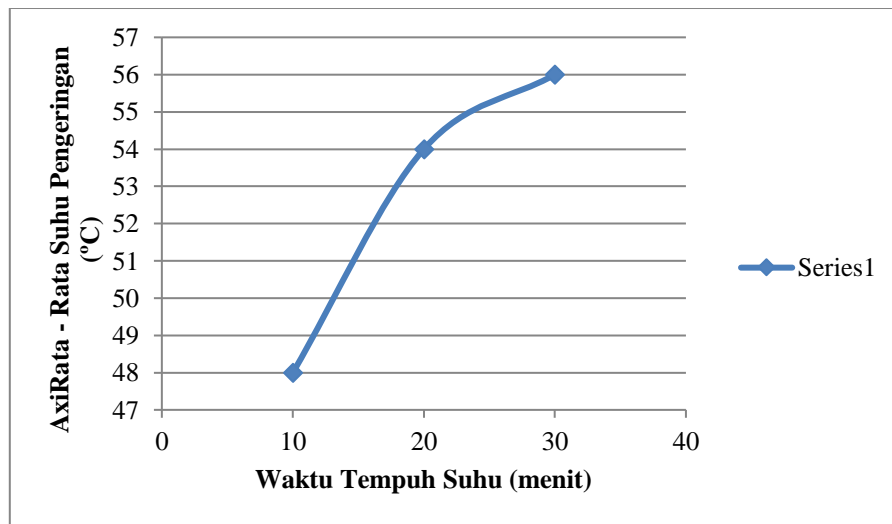
Dalam semua kondisi (suhu yang sama dengan waktu tempuh 10 menit), berat akhir relatif konsisten. Hal tersebut menunjukkan bahwa waktu tempuh suhu mempunyai pengaruh yang kurang signifikan terhadap penurunan berat cengkeh. Sedangkan, hasil penurunan berat cengkeh yang berbeda pada setiap suhu menunjukkan bahwa suhu mempunyai pengaruh yang lebih dominan dibandingkan waktu tempuh suhu dalam hal penurunan berat cengkeh. Suhu merupakan faktor yang lebih dominan dalam menentukan

laju pengeringan cengkeh dibandingkan dengan waktu tempuh suhu (Agita *et al.*, 2024). Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa suhu yang efektif untuk mengurangi berat akhir pada cengkeh yaitu pada suhu 70°C.

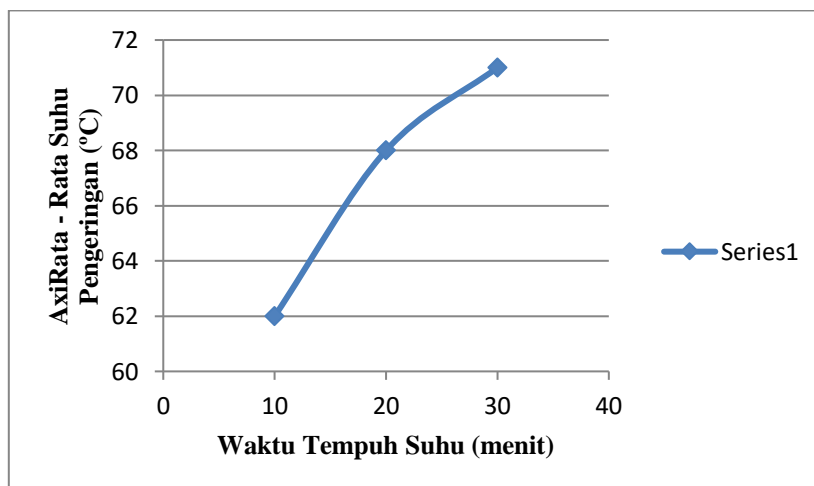


Gambar 3. Perbandingan Suhu dan Waktu Tempuh terhadap Sensor Suhu (T1, T2, T3 dan T4)

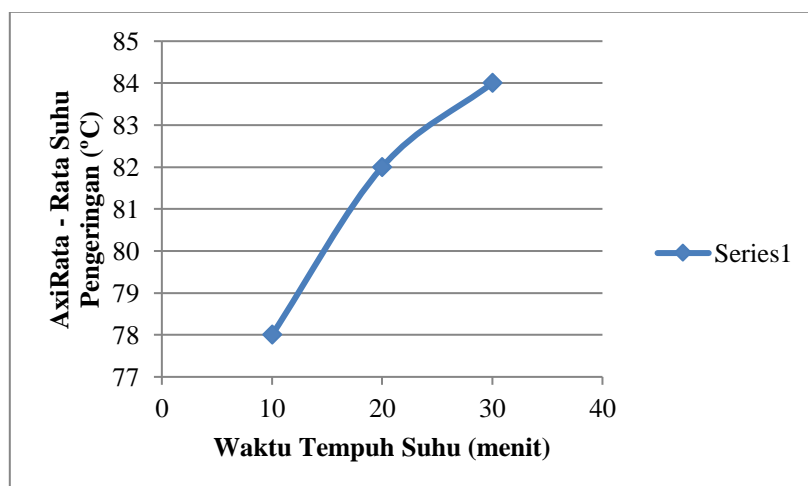
Berdasarkan data pada grafik 1.3, bahwa kombinasi suhu awal dan waktu tempuh mengakibatkan perbedaan suhu akhir yang cukup signifikan pada T1, T2, T3 dan T4. Hal tersebut menunjukkan bahwa penentuan suhu awal sangat mempengaruhi suhu akhir yang dicapai. Semakin tinggi suhu awal maka semakin lama waktu tempuh suhu sehingga semakin tinggi suhu akhir yang dicapai. Hubungan suhu dengan waktu tempuh merupakan interaksi yang kompleks pada bahan material dengan sistem hidrologi. Seiring bertambahnya waktu tempuh, suhu awalnya meningkat karena penguapan air dan penyerapan panas. Namun, peningkatan suhu ini stabil seiring berjalannya waktu dipengaruhi oleh kadar air yang ada dalam sistem. Saat air menguap, suhu meningkat, sehingga meningkatkan energi termal dalam sistem (Ogura *et al.*, 1998). Setelah waktu tertentu, suhu menjadi stabil menunjukkan keseimbangan antara kadar air dan masukan panas yang mengendalikan termodinamika (Wen *et al.*, 2015). Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa suhu awal yang efektif untuk meningkatkan suhu akhir yaitu pada suhu 80°C.



Gambar 5. Pengaruh Waktu Tempuh Suhu terhadap Rata - Rata Waktu Pengeringan pada 60°C



Gambar 6. Pengaruh Waktu Tempuh Suhu terhadap Rata - Rata Waktu Pengeringan pada 70°C



Gambar 7. Pengaruh Waktu Tempuh Suhu terhadap Rata - Rata Waktu Pengeringan pada 80°C

Berdasarkan data pada ketiga grafik tersebut, analisis dilakukan untuk mengamati hubungan antara waktu tempuh suhu dan rata-rata waktu pengeringan. Dengan mengoptimalkan waktu tempuh suhu diharapkan dapat meningkatkan efektivitas proses pengeringan dan menentukan rata-rata waktu pengeringan yang optimal berdasarkan pola pada grafik tersebut. Berdasarkan data pada ketiga grafik tersebut terjadi kenaikan berangsur pada rata-rata waktu pengeringan karena seiring bertambahnya waktu tempuh suhu. Kenaikan rata-rata waktu pengeringan tersebut berbentuk kurva dan tidak linear, seiring bertambahnya waktu tempuh suhu maka kurva menunjukkan pola yang semakin landai. Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa semakin lama cengkeh dipanaskan, semakin lama pula waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkannya. Namun, setelah mencapai titik tertentu, perpanjangan waktu pemanasan tidak lagi secara signifikan mempercepat proses pengeringan. Rata-rata waktu pengeringan yang optimal untuk mencapai kadar air rendah 12, 5% adalah 84 menit pada suhu 80°C. Sementara itu, rata-rata waktu pengeringan yang optimal untuk mencapai penurunan berat akhir cengkeh sebanyak 95 gram adalah 62 menit pada suhu 70°C.

Dari hasil pengujian mesin perontok padi yang dilakukan dengan memvariasikan jarak drum perontok dengan garpu perontok dapat disimpulkan bahwa : 1). Pengaruh variasi drum perontok dengan garpu perontok sangat mempengaruhi hasil produksi. Dari ketiga pengujian menggunakan variasi jarak 9 cm, 11 cm, 13 cm mendapatkan hasil akhir gabah terontok dengan cukup baik atau dalam kategori hasil proses produksi baik dengan menggunakan variasi jarak drum perontok dengan garpu perontok 9 cm. 2). Sementara waktu proses produksi mesin perontok padi dengan kecepatan putaran mesin 3600 rpm dengan daya 6 HP, mendapatkan hasil akhir waktu proses produksi yang paling efisien menggunakan variasi jarak 9 cm, sehingga kapasitas melai yang masuk lebih cepat terontok dibandingkan dengan variasi jarak 11 cm dan 13 cm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil proses produksi dan waktu proses produksi yang paling baik dan efisien yaitu dengan menggunakan variasi jarak 9 cm dengan kecepatan putaran mesin 3600 rpm dengan daya 6 HP.

Penulis ingin memberikan beberapa saran, dimana saran ini bertujuan untuk menyempurnakan penelitian lebih lanjut, adapun saran penulis sebagai berikut: 1). Pada penelitian yang sudah dilakukan masih ada gabah yang tidak terontok dari malai sehingga perlu menyarankan bahwa alat ini dapat dikembangkan lebih lanjut. 2). Perlu adanya penambahan ulir pada penutup drum perontok agar dapat menghantarkan jerami pada pembuangan jerami. 3). Perlu adanya pengurangan jarak antara drum perontok dengan

garpu perontok agar dapat merontokkan padi dengan hasil proses produksi dan waktu proses produksi yang diinginkan dengan waktu yang efisien.

Dalam analisa mesin perontok padi perlu diperhatikan peletakan jari/cakar pada drum perontok yang menggambarkan bentuk ulir, agar jerami (limbah) dapat dihantarkan ke lubang pembuangan. Kemudian perlu diperhatikan jarak antara plat dasar bantalan dengan plat pelempar jerami agar menghasilkan lemparan yang maksimal. Untuk mengembalikan modal awal dalam pembuatan mesin perontok padi yang dirancang oleh penulis, maka dibutuhkan 24 jam pengolahan dengan keuntungan pada saat pengolahannya sebesar Rp.238.500. Dengan demikian dalam 24 jam pengolahan dihasilkan Rp.5.724.000. Atau dengan memproduksi 1.080 kg padi terontok. Dan penggunaan bahan bakar yaitu 0,0010 (L/Jam).

SIMPULAN

1. Suhu 70 °C lebih efektif dalam penurunan berat akhir atau berat kering cengkeh dibandingkan suhu 80 °C, walaupun keduanya mempunyai waktu tempuh yang sama.
2. Suhu 80 °C lebih efektif dalam mempercepat penguapan air dari cengkeh dibandingkan suhu 70 °C, walaupun keduanya mempunyai waktu tempuh yang sama.
3. Rata-rata waktu pengeringan yang optimal untuk mencapai kadar air rendah 12, 5% adalah 84 menit pada suhu 80°C. Sementara itu, rata-rata waktu pengeringan yang optimal untuk mencapai penurunan berat akhir cengkeh sebanyak 95 gram adalah 62 menit pada suhu 70°C.
4. Selain suhu dan waktu, faktor lain seperti kelembapan dan aliran udara juga dapat mempengaruhi efisiensi penguapan cengkeh. Oleh karena itu, optimalisasi lingkungan sangat penting untuk memastikan efisiensi dan konsistensi hasil pengeringan cengkeh..

DAFTAR PUSTAKA

- Agita, Gayatri, & Lavana. (2024). Experimental Investigation on Color Change and Weight Loss of Steel Fibre Reinforced Concrete When Exposed to Elevated Temperature. *Indian Journal of Science and Technology*, 863-869.
- Alfitri, N., & Siddiq, R. F. (2019). Alat Pengeringan Cengkeh Otomatis Menggunakan Logika Fuzzy. *Elektron: Jurnal Ilmiah*, 29-33.

- Angraini, T., & Gani, O. F. (2017). Rancang Bangun Alat Pengeringan Cengkeh Dengan Sistem Peringatan Suara. *Elektron: Jurnal Ilmiah*, 9(2), 5-12.
- Cahyani, A. D., Dewatama, D., & Kamajaya, L. (2023). Implementasi Fuzzy Logic Control Pada Alat Pengering Cengkeh Otomatis. *Jurnal Multidisiplin Indonesia*, 2(9), 2647-2658.
- Carlos & Rodolfo. (2024). Effect of Temperature on Water Evaporation Coefficient (E) in a Thermobalance a Solar-Driven Steam Generation Approach. *Clean Energy Science and Technology*, 180-188.
- Firmansyah, MFA, Ilham, MM, & Fauzi, A. (2021, Agustus). Rencananya akan dibangun pengatur suhu dan waktu pada mesin pengering cengkeh berkapasitas 15 kg. Dalam Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi) (Vol. 5, No. 3, pp. 120-125).
- Hariri, H. (2021). Perancangan Alat Pengering Cengkeh Berkapasitas 30 kg Berbasis Arduino. *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 11(2), 122-128.
- Kurniawan, M. A., Dantes, K. R., & Widayana, G. (2016). ANALISA Temperatur Alat Pengering Cengkeh Hibrid Studi Kasus Di Desa Tajun Buleleng Bali. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 4(1).
- Latif, L. A., & Tjiroso, B. (2020). Perancangan dan Pembuatan Alat Pengering Cengkeh Berbahan Bakar Biomassa. *Patria Artha Technol. J*, 4(2), 109-112.
- MARIS, I. (2016). Analisa Kebutuhan Energi pada Proses Pengeringan Cengkeh Kapasitas 15 Kg Dengan Bahan Bakar LPG (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Ogura, D., Nagai, H., & Matsumoto, M. (1998). Analysis of Heat and Moisture Behavior in Underground Space by Quasilinearized Method. *Analysis of Heat and Moisture Behavior in Underground Space by Quasilinearized Method*, 53-67.
- Pei, N., Ling, & Mai Han. (2024). Evaluation of Droplet Evaporation Characteristics and its Influencing Factors in High-Temperature Gaseous Environment. *Case Studies in Thermal Engineering*, 1-10.
- Prasetyo, K. A., Ilham, M. M., & Fauzi, A. S. (2021, August). Rancang Bangun Sistem Pendingin Cengkeh Menggunakan Blower. In Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi) (Vol. 5, No. 3, pp. 101-106).
- Prianto, H., Retnowati, R., & Juswono, U. P. (2013). Isolasi dan karakterisasi dari minyak bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum*) kering hasil distilasi uap (Doctoral dissertation, Brawijaya University).

- RI, K. P. Rancang Bangun Alat Pengering Cengkeh Dengan Kendali Timer Menggunakan Solar Cell di Kolaka Utara.
- Setiawan, B., Ilham, M. M., & Fauzi, A. S. (2021, August). Analisis Temperatur Terhadap Hasil Pengeringan pada Mesin Pengering Cengkeh. In Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi) (Vol. 5, No. 3, pp. 077-082).
- Setiawan, B., Ilham, M. M., & Fauzi, A. S. (2021, August). Analisis Temperatur Terhadap Hasil Pengeringan pada Mesin Pengering Cengkeh. In Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi) (Vol. 5, No. 3, pp. 077-082).
- Simbolon, E., Alfredo, J., Kaligis, B. S., Pomalingo, M. F., Piri, I. D., & Kawuwung, S. V. C. (2022). Desain dan Pabrikasi Mesin Pengering Cengkeh Berbahan Bakar Limbah Kelapa Untuk Mempercepat Proses Penjemuran Cengkeh. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 10(1), 21-28.
- Sulistiyorini, E., Supardi, S., & Ismail, I. (2020). Analisa Pengeringan Cengkeh Menggunakan Metode Konveksi Natural di Galengdowo. *Mekanika: Jurnal Teknik Mesin*, 6(1), 1-4.
- Titahelu, N. (2002). Eksperimen pengaruh beban panas terhadap karakteristik perpindahan panas oven pengering cengkeh. *J. Teknol*, 7(1), 744-750.
- Wen, Z., Zhang, M., & Wei, M. (2015). Thermal-Moisture Dynamics of Embankments With Asphalt Pavement in Permafrost Regions of Central Tibetan Plateau. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 387-399.