

Aplikasi *Cooling Dehumidification* pada Mesin Pengering untuk Mengeringkan Hasil Panen Tanaman Herbal

Sudirman¹, I Nyoman Gede Baliarta¹, I Made Sudana¹, Made Ery Arsana¹, Avicenna An-Nizhami²,
Nanang Apriandi^{2*})

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali,

Jln. Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali, Indonesia, 80364

²Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang,

Jln. Prof. Soedarto, S.H., Kota Semarang, Jawa Tengah, Indonesia, 50275

*Email: nanang.apriandi@polines.ac.id

Diajukan: 08-12-2022; Diterima: 16-04-2023; Diterbitkan: 20-04-2023

Abstrak

Pengeringan merupakan alternatif yang cocok untuk pengelolaan pasca panen, terutama di negara seperti Indonesia yang fasilitas distribusi dan penanganan pasca panennya kurang baik. Produk pertanian berupa tanaman herbal memerlukan penanganan pasca panen khusus, agar produk dapat disimpan dalam waktu yang lama tanpa mengurangi aroma. Salah satu produk pertanian tanaman herbal adalah jahe. Dalam proses pengolahan pasca panen, untuk mendapatkan jahe kering, dibutuhkan teknik pengeringan dengan temperatur yang rendah agar tekstur dari produk akhir yang dihasilkan tidak banyak berubah. Tujuan dari penelitian ini adalah mengaplikasikan sistem dehumidifikasi pada mesin pengering jahe untuk mendapatkan temperatur pengeringan jahe yang sesuai namun efisien. Metode yang digunakan di dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, dimana temperatur pengeringan dikontrol pada suhu 40°C dengan waktu pengeringan selama 7 jam. Hasilnya, jahe segar yang dikeringkan dengan pengering sistem dehumidifikasi menghasilkan penurunan berat rata-rata 80,66% dengan kandungan kadar air rata-rata sebesar 9,2%.

Kata kunci: dehumidifikasi; jahe; kadar air; pengeringan

Abstract

Drying is suitable alternative for post-harvest management, especially in countries like Indonesia where post-harvest handling and distribution facility are poor. Agricultural product like herbal plants need special treatment post-harvest, so that it can be stored for a long time without reducing the aroma. One of the herbal plant agricultural products is ginger. In the post-harvest processing, to get dried ginger, drying techniques are needed at low temperatures so that the texture of the final product did not change much. The purpose of this research was to applied a dehumidification system to a ginger drying machine to obtain an appropriate yet efficient ginger drying temperature. The method used in this study was an experimental method, where the drying temperature was controlled at 40°C with a drying time of 7 hours. As a result, fresh ginger which was dried using a dehumidification system dryer resulted in an average weight loss of 80,66% with an average water content of 9,2%.

Keywords: dehumidification; ginger; moisture content; drying.

1. Pendahuluan

Menjaga produk pertanian tetap segar adalah cara terbaik untuk mempertahankan nilai gizi produk. Akan tetapi, sebagian besar teknik penyimpanan produk pertanian segar memerlukan suhu rendah yang sulit dipertahankan di seluruh rantai distribusi. Di sisi lain, pengeringan merupakan alternatif yang cocok untuk pengelolaan pasca panen terutama di negara-negara seperti Indonesia yang memiliki fasilitas distribusi dan penanganan pasca panen yang buruk. Perlu dicatat bahwa untuk mempertahankan lebih dari 20% hasil panen dari rusak atau membusuk dilakukan pengolahan lanjutan dengan melakukan pengeringan secara langsung di bawah sinar matahari. Pengolahan lanjutan ini dimaksudkan untuk mengurangi kadar air dari produk guna meningkatkan umur simpan [1]. Teknik pengeringan secara langsung ini merupakan metode tertua dan paling efektif untuk menurunkan kadar air untuk memperlambat pembusukan oleh mikroorganisme [2].

Proses pengeringan juga dapat dilakukan dengan mengalirkan udara panas pada bahan di dalam ruangan tertutup (*close drying*) yang kita kenal dengan istilah mesin/alat pengering [3-8]. Salah satu metode pengeringan sistem tertutup yang banyak digunakan untuk mengeringkan produk pertanian adalah sistem *dehumidifikasi*, dimana proses tersebut

dilakukan pada suhu yang tidak terlalu tinggi, sekitar 40°C – 60°C [9]. Ada banyak keuntungan dari pengeringan tipe tertutup menggunakan mesin pengering, yaitu bahan bersih, warna alami, dan yang terpenting terhindar dari kontaminasi kotoran. Selain itu, pengeringan tertutup memungkinkan untuk dilakukan pengontrolan terhadap laju pengeringan.

Pengontrolan terhadap laju pengeringan dimaksudkan untuk menghindari proses pengeringan yang terlalu cepat. Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk mengontrol laju pengeringan yaitu dengan melakukan kontrol terhadap temperatur pengeringan. Operasi pengeringan dengan temperatur yang terlalu tinggi dapat merusak bahan [10], karena permukaan bahan mengering terlalu cepat sehingga tidak dapat diimbangi dengan kecepatan gerakan air dalam bahan menuju permukaan bahan, terlebih untuk bahan tanaman herbal.

Salah satu produk pertanian berupa tanaman herbal yang membutuhkan penanganan khusus untuk mengurangi dampak penurunan mutu produk adalah jahe. Tahapan pengolahan rimpang jahe segar menjadi *simplisia* jahe dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu proses sortasi, pencucian, pencacahan atau pemotongan, pengeringan, sortasi akhir, pengemasan dan penyimpanan [11]. Selain itu, pemanenan yang tidak tepat dapat menyebabkan rimpang jahe mudah mengalami kerusakan fisiologis sehingga dapat menurunkan mutu, oleh karena itu perlu dilakukan penanganan lebih lanjut, salah satunya adalah proses pengeringan [12]. Salah satu tujuan pengeringan tidak hanya untuk meningkatkan nilai jual tetapi juga untuk mengatasi terjadinya pembusukan dan kelebihan pasokan pada saat musim panen [13].

Kadar air dalam produk pertanian segar adalah penyebab dasar pembusukan. Penghapusan atau pengurangan kadar air dari makanan dapat menghambat banyak reaksi *deteriorasi* yang dimediasi kelembaban dan mencegah pertumbuhan dan reproduksi mikroorganisme [14]. Jika kadar air di dalam produk dikurangi atau dihilangkan, maka umur simpan produk pertanian dapat ditingkatkan. Pengurangan atau penghilangan kadar air juga berarti mengurangi berat dan volume produk akhir yang nantinya berdampak pada berkurangnya biaya penyimpanan dan transportasi.

Kualitas produk pangan yang mengalami dehidrasi selama proses pengeringan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya: kondisi pengeringan seperti suhu dan kecepatan udara, laju aliran udara, kelembaban relatif, ketebalan dan permukaan yang terpapar pengeringan [15]. Proses menghilangkan kadar air dari bahan pertanian sangat membutuhkan penggunaan energi yang intensif. Sebagai catatan, proses pengeringan memakan energi yang cukup besar. Sekitar 20-25% dari energi yang digunakan oleh industri pengolahan makanan atau 10-25% dari energi yang digunakan di semua industri di negara maju dihabiskan untuk proses ini. Oleh karena itu, energi bersama dengan efisiensi waktu adalah salah satu desain dan parameter operasi yang paling signifikan dalam pengolahan makanan [16].

Dalam proses pengolahan pasca panen, untuk mendapatkan jahe kering, dibutuhkan teknik pengeringan dengan temperatur yang rendah agar tekstur dari produk akhir yang dihasilkan tidak banyak berubah. Konduktivitas termal yang rendah dan kasus pengerasan bahan adalah faktor utama yang bertanggung jawab untuk memperlambat pengeringan secara konvektif. Oleh karenanya, guna menghasilkan diskusi ilmiah dalam perspektif yang berbeda terkait hal tersebut, kajian terkait pengolahan pasca panen dengan penyesuaian kondisi operasi menarik untuk dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengaplikasikan sistem *cooling dehumidification* pada mesin pengering jahe untuk mendapatkan temperatur pengeringan jahe yang sesuai namun efisien. Investigasi dan analisis difokuskan pada evaluasi karakteristik mesin pengering dan performansi dari pengeringan.

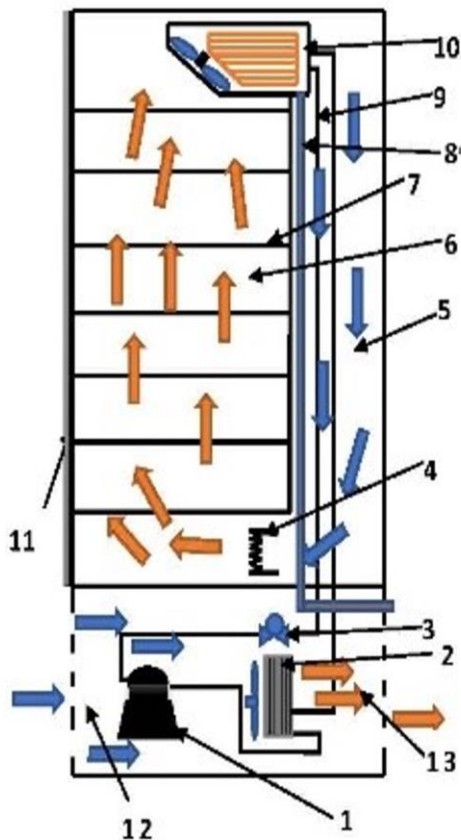
2. Material dan metodologi

2.1. Peralatan

Konsep mesin pengering yang diaplikasikan adalah, udara yang masuk ke evaporator mengandung uap air yang diambil dari bahan yang dikeringkan. Udara yang masuk ke evaporator akan mengembun dan berubah menjadi air,

kemudian air tersebut ditampung di *safety tray* di bawah evaporator dan mengalir keluar melalui pipa pembuangan. Udara kering yang keluar dari evaporator dialirkan ke saluran udara dan dipanaskan menggunakan pemanas listrik. Sehingga cukup panas untuk menguapkan kandungan air pada bahan yang dikeringkan. Udara panas yang mengandung uap air dari bahan kering dialirkan ke evaporator untuk dikondensasikan kembali, sehingga uap air berubah menjadi air dan dikeluarkan melalui pipa pembuangan.

Komponen utama sistem refrigerasi yang digunakan adalah kompresor, katup ekspansi kondensor dan evaporator. Refrigeran yang digunakan adalah R134a. Konsep tersebut diterapkan pada skema mesin pengering pada Gambar 1.



Keterangan:

1. Kompresor
2. Kondensor + Kipas
3. Katup Ekspansi
4. Pemanas Listrik
5. Aliran Udara Keluar dari Evaporator
6. Ruang Pengering
7. Rak Pengering
8. Pipa Saluran Pembuangan
9. Pipa Sistem Refrigerasi
10. Evaporator + Kipas
11. Pintu Alat Pengering
12. Aliran Udara Segar dari Kondensor
13. Aliran Udara Panas dari Kondensor

Gambar 1. Skema mesin pengering sistem dehumidifikasi

2.2. Prosedur Eksperimen

Jahe segar yang akan dikeringkan adalah jahe lokal. Sebelum dipotong-potong dengan ketebalan 2 mm, jahe segar dicuci bersih untuk mendapatkan spesimen uji sesuai ukuran. Panel kontrol pintar diatur dengan pengaturan suhu ruang pengering pada suhu 40°C, sedangkan kelembaban relatif pada 40 persen.

Mesin pengering jahe ini diuji dengan 3 (tiga) percobaan, masing-masing percobaan dilakukan selama 7 (tujuh) jam. Lamanya waktu pengeringan 7 jam untuk setiap percobaan mengacu pada hasil percobaan pengeringan jahe yang dilakukan oleh Phoungchandang, et al. (2013) [17] dengan beberapa penyesuaian. Terdapat 6 (enam) rak pengeringan yang masing-masing diisi 500 gram jahe segar dengan total 3 kg. Total massa jahe dipilih 3 kg dengan masing-masing 500 gram setiap rak untuk mendapatkan kondisi pengeringan lapis tipis guna memperoleh model pengeringan yang sesuai yang nantinya dapat digunakan sebagai acuan untuk memprediksi laju pengeringan [8]. Setelah 7 jam, masing-masing *sample* pada masing-masing rak pengeringan akan ditimbang untuk mengetahui seberapa besar penurunan berat jahe yang terjadi. Untuk

memudahkan pengukuran kadar jahe kering, jahe kering pada setiap percobaan dibuat serbuk menggunakan *blender*. Dengan *moisture* meter, kadar air bubuk jahe diukur.

3. Hasil dan pembahasan

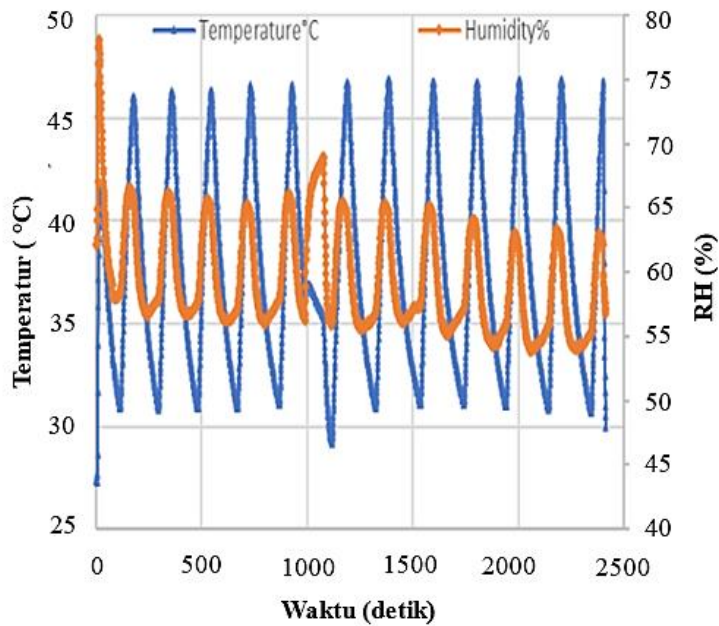
Evaluasi kinerja mesin pengering dengan 3 kali pengujian pada kondisi yang sama didapatkan hasil seperti pada Tabel 1. Sedangkan kondisi ruang pengeringan, suhu maupun kelembabannya, terlihat seperti pada Gambar 2(a). Selama proses pengujian, kontrol mesin pengering menggunakan ON/OFF kontrol. Mesin beroperasi selama 7 jam. ON/OFF mesin refrigerasi dikontrol oleh *Humidystat*, diatur pada kelembaban 40%. Suhu ruangan dikontrol dengan *thermostat*, suhu *setting* adalah 40°C yang didapat dengan mengontrol ON/OFF dari *elektric heater*. Tabel 1 menunjukkan performa dari mesin pengering dengan memanfaatkan sistem *cooling dehumidification*. Persentase penurunan berat jahe selama proses pengeringan rata-rata sebesar 80,66% dengan kadar air akhir rata-rata untuk 3 kali pengujian sebesar 9,2%.

Tabel 1. Hasil Pengujian

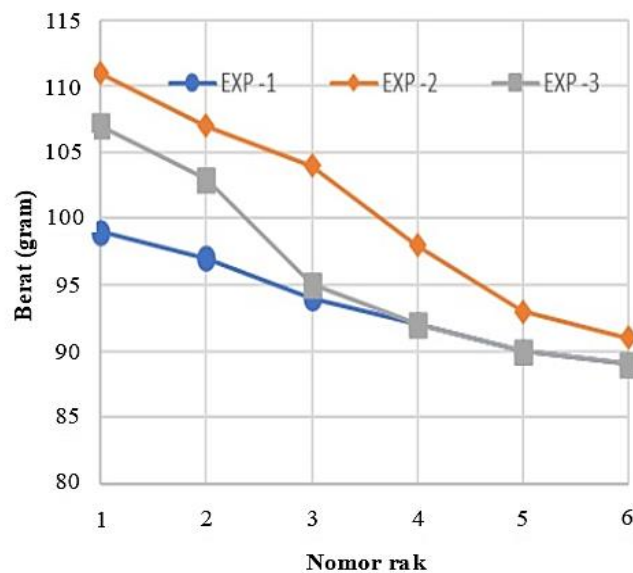
Peng-ujian	Rak	Jahe Segar (Grams)	Jahe Kering (Grams)	Penu-ruanan Berat (Grams)	Penurunan	
					Berat (%)	Kadar Air %
1	1	500	99	401	80%	9
	2	500	97	403	81%	
	3	500	94	406	81%	
	4	500	92	408	82%	
	5	500	92	408	82%	
	6	500	90	410	82%	
2	1	500	111	386	78%	9,2
	2	500	107	391	79%	
	3	500	104	399	79%	
	4	500	98	402	80%	
	5	500	93	406	81%	
	6	500	91	407	82%	
3	1	500	107	391	79%	9,4
	2	500	103	399	79%	
	3	500	95	403	81%	
	4	500	92	408	82%	
	5	500	90	410	82%	
	6	500	89	411	82%	

Karakteristik mesin pengering, khususnya pada ruang pengering, dievaluasi melalui pengukuran suhu dan kelembaban (Gambar 2(a)). Selama 7 jam operasi, proses OFF pada elektrik *heater* terjadi selama 12 kali. Pada saat *heater* dan kompresor hidup pertama kali, suhu dan kelembaban ruangan meningkat, saat *heater* OFF, suhu masih naik dari 40°C ke 45°C diikuti dengan kenaikan kelembaban. Setelah suhu ruangan turun kelembabannya juga turun, demikian seterusnya. Dari kondisi ini, *setting* temperatur ruang pengering 40°C memberikan fluktuasi suhu ruang pengering $\pm 5^\circ\text{C}$.

Gambar 2(b) mendeskripsikan penurunan berat jahe selama proses pengeringan untuk masing-masing rak pada 3 kali percobaan. Tren pengurangan berat jahe yang paling optimum untuk semua tahapan pengujian terjadi pada rak nomor 6. Rak 6 adalah rak terbawah, dimana di bawah rak 6 adalah lokasi *elektrik heater*. Hal ini menyebabkan sebaran temperatur di ruang pengering paling tinggi berada pada rak 6 yang dikonfirmasi dengan hasil pengukuran. Dengan sebaran suhu yang tertinggi pada ruang pengering, sangat logis bahwa pengurangan berat jahe basah yang paling besar terjadi pada rak nomor 6 dengan persentase pengurangan rata-rata sebesar 82% yang digambarkan pada Gambar 3(a) dan Gambar 3(b).

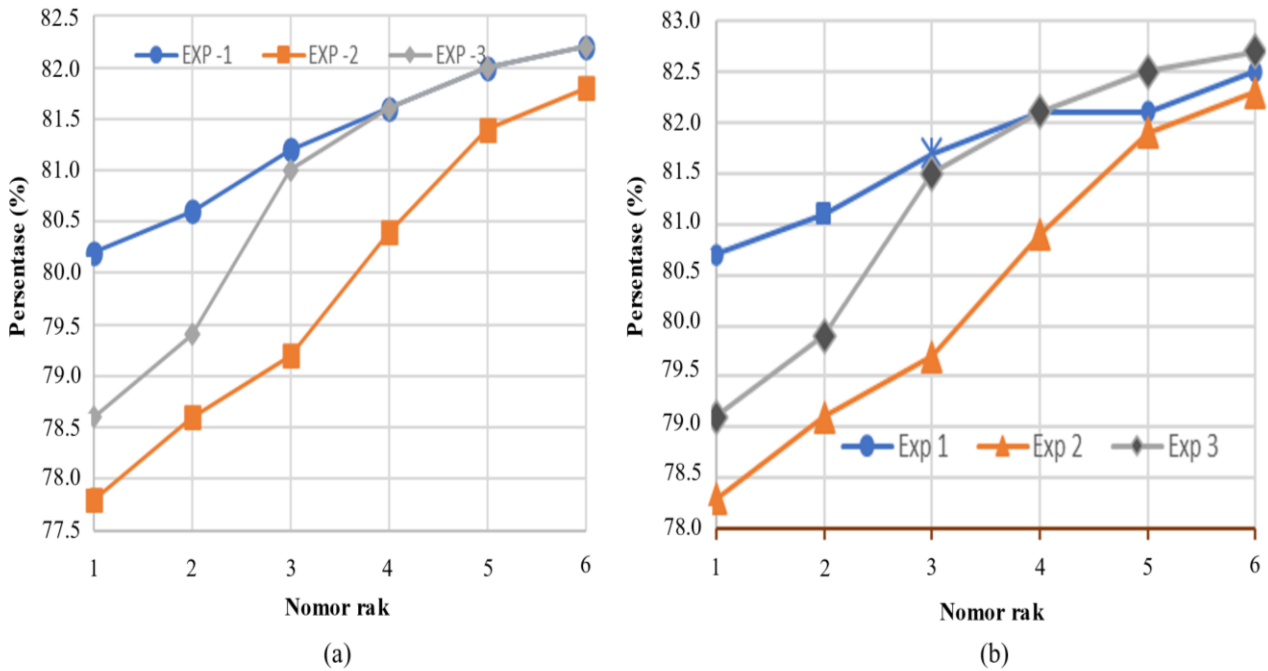


(a)



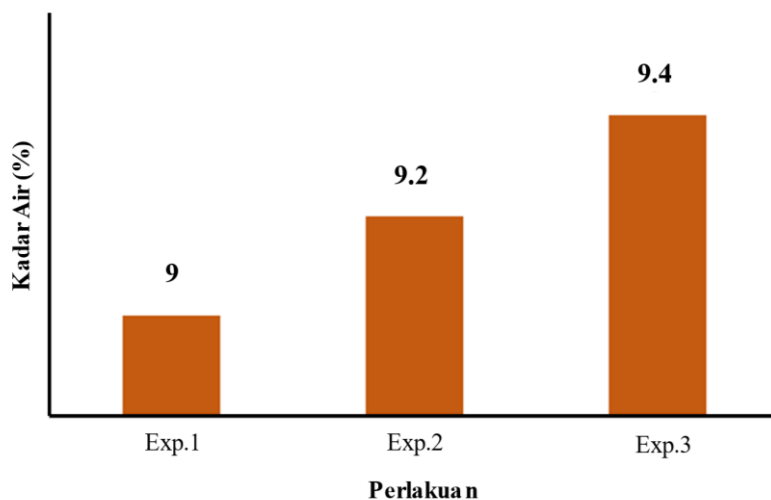
(b)

Gambar 2. Karakteristik pengeringan: (a) suhu dan kelembaban ruang pengering; dan (b) berat jahe kering setelah proses pengeringan pada masing-masing perlakuan dan masing-masing rak.



Gambar 3. Performa pengeringan pada masing-masing perlakuan dan masing-masing rak: (a) persentase pengurangan berat jahe segar; dan (b) persentase penurunan berat basah.

Jahe kering hasil dari proses pengeringan dikeluarkan, kemudian dihancurkan menjadi bubuk jahe untuk mendapatkan nilai *moisture content*. *Moisture content* jahe kering pada setiap pengujian diukur kandungan menggunakan *moisture* meter. Hasilnya adalah pengujian pertama menghasilkan kadar air yang paling kecil dengan kandungan rata-rata untuk total 6 rak sebesar 9%, diikuti berturut-turut pengujian kedua dan ketiga dengan kandungan kadar air sebesar 9,2 dan 9,4% (Gambar 4). Rata-rata kandungan uap air hasil pengujian yang dilakukan adalah sebesar 9,2 %, dengan catatan bahwa diharapkan kadar air akhir produk yang dikeringkan untuk jahe segar dibawah 10%. Hal ini untuk menghindari tumbuhnya jamur pada produk olahan jahe tersebut [18]. Sedangkan pengurangan bobot jahe segar rata-rata untuk semua tahapan pengujian rata-rata mencapai 80,66%.



Gambar 4. Kadar air jahe kering setelah dijadikan bubuk jahe.

4. Kesimpulan

Pengaplikasian sistem *cooling dehumidification* pada mesin pengering yang dilengkapi kontrol ON/OFF sudah dievaluasi performanya. Suhu ruangan pengering dikontrol dengan *thermostat* dengan mengontrol elemen *elektrik heater*, dimana temperatur ruang pengering diatur 40°C. Kelembaban ruang pengering dikontrol dengan *humiditystat* dengan mengontrol mesin refrigerasi, dimana kelembaban diatur sebesar 40%. Hasil akhir pengujian pengeringan jahe segar adalah rata-rata kandungan uap air untuk semua tahapan pengujian yang dilakukan adalah 9,2 %. Sedangkan pengurangan bobot jahe segar rata-rata setelah dikeringkan mencapai 80,66%.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Bali atas bantuan teknis dan administrasinya. Penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas dukungan dana dari Politeknik Negeri Bali melalui skema pendanaan kelembagaan: DIPA Politeknik Negeri Bali 2022.

Daftar Pustaka

- [1] Pragati, S., Preeti, B. Technological revolution in drying of fruit and vegetables. *International Journal of Science and Research (IJSR)*; 2014. 3(10).
- [2] Jayashree, E., Visvanathan, R., Zachariah, T.J. Quality of dry ginger (*Zingiber Officinale*) by different drying methods. *Journal of Food Science and Technology*. 2017. 51(11), p.3190-3198.
- [3] Hardi, A., Ichwana, Khathir, R. Kajian pengering kopi gayo basah menggunakan alat penegering tipe hohenheim. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 2019. 4(4), p. 353-361.
- [4] Puswadi, H. A., Sunyoto. Rancang bangun alat penegering bahan makanan berbasis wings drying system dengan dua sumber panas. *Jurnal Ilmiah Teknosains*. 2021. 7(2), p. 36-43.
- [5] Johanes, S., Siswanto, S., Bahiuddin, I. Rancang bangun alat pengering produk pertanian tipe tray berputar. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 2020. 15(2), p. 89-98.
- [6] Panggabean, T., Triana, A. N., Hayati, A. Kinerja pengeringan gabah menggunakan alat pengering tipe rak dengan energi surya, biomassa, dan kombinasi. *Agritech*. 2017. 37(2), p. 229-235.
- [7] Jading, A., Tethool, E., Payung, P., Gultom, S. Karakteristik fisikokimia pati sagu hasil pengeringan secara fluidisasi menggunakan alat pengering cross flow fluidized bed bertenaga surya dan biomassa. *Reaktor*. 13(3), p. 155-164.
- [8] Apriandi, N., Herlambang, Y. D., Khoryanton, A., Safarudin, Y. M., Baskara, Z. W., Raharjanti, R. The newton model for seaweed drying: an investigation of a cabinet dryer using biomass energy. *Eksergi*. 2023. 19(1), p. 1-4.
- [9] Jayashree, E., Visvanathan R., Zachariah, J. T. Quality of dry ginger (*Zingiber officinale*) by different drying methods. *J Food Sci Technol*. 2014. 51(11), p. 3190–3198.
- [10] Kumar, M., Sansaniwal, S.K., Khatak, P. Progress in solar dryers for drying various commodities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016. 55, p. 346-360.
- [11] Sembiring, B. S., Yuliani, Sri. Penanganan dan pengolahan rimpang jahe. *Teknologi Hasil Penelitian Jahe*. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik Bogor. 2012.
- [12] Ananingsih, K., Arsanti, G., Nugrahedhi, P. Pengaruh pra perlakuan terhadap kualitas kunyit yang dikeringkan menggunakan solar tunnel dryer. *Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Unika Soegijapranata*. Semarang. 2017. 22 (2), p. 79-86.

- [13] Harold, D. O., Edwar, L. P. Qualitative test of vitamin C in various foods and their effects on heating temperature. *Nutrition Journal*. 2016. 10, p. 47-57.
- [14] Muliterno, M. M., Rodrigues, D., de Lima, F. S., Ida, E. I., Kurozawa, L. E. Conversion/degradation of isoflavones and color alterations during the drying of okara. *LWT - Food Science and Technology*. 2017. 75, p. 512–519.
- [15] da Silva, G. D., Barros, Z. M. P., de Medeiros, R. A. B., de Carvalho, C. B. O., Brandão, S. C. R., Azoubel, P. M. Pretreatments for melon drying implementing ultrasound and vacuum. *LWT - Food Science and Technology*. 2016. 74, p. 114–119.
- [16] Apriandi, N., Sumarno, F. G., An-Nizhami, A., Luthfiana, N. T. A., Kholifah, N. N., A'tohillah, M. K., Prakoso, R. G. A. Karakterisasi alat pengering tipe kabinet berbahan bakar liquified petroleum gas (LPG) dengan penambahan low cost material heat storage (LCMHS). *Jurnal Rekayasa Mesin*. 2022. 17(2), p. 281-288.
- [17] Phougchandang, S., Nongsang, S., Sanchai, P. The development of Ginger drying using tray drying, heat pump-dehumidified drying, and mixed-mode solar drying. *Drying Technology: An International Journal*. 2013. 27(10), p.1123-1131.
- [18] Marnoto, T., Sulistyowati, E., Mahreni, Syahri, M. The characteristic of heat pump dehumidifier drier in the drying of red chili (*Capsium annum L*). *Internat. J. of Sci. and Eng*. 2012. 3(1), p. 22-25.