

## **Kajian Pustaka Metode Optimasi *Response Surface Methods* dan *Thin Layer Equation* pada Produk Pengeringan Rempah Rimpang (Jahe, Kunyit, Temulawak)**

**Maria Krisna Evania<sup>\*</sup>, Fransiska**

Program Studi Teknologi Pangan, Politeknik Tonggak Equator Pontianak, Indonesia  
Jl. Fatimah No.1-2, Tengah, Kec. Pontianak Kota, Kota Pontianak, Kalimantan Barat 78243

<sup>\*</sup>Correspondence email: mariakrisnae31@gmail.com

### **ABSTRAK**

*Ginger, turmeric, and curcuma are rhizome spices that have the highest production value in Indonesia. Fresh products from rhizomes have high water content and are often damaged by microorganisms. For this reason, proper and efficient processing is needed so that the quality of the rhizome spices is maintained and under the standards set by the Indonesian National Standards. One of the appropriate processing methods for rhizome spices is the drying method. Drying is the oldest technique for food preservation and is an indispensable process in the food industry. The drying process aims to reduce water content and activity to safe limits that can extend shelf life, minimize packaging demands, and reduce weight during distribution. Various conventional and modern drying techniques have been applied to spices, namely solar drying, oven drying, and microwave drying. To obtain final drying results in good quality and high drying efficiency, it is necessary to optimize the drying method process conditions, including mathematical modelling using the RSM (Response Surface Method) method and the Thin Layer Drying Equation. From the optimum conditions for each drying method, a regression analysis was then carried out on several drying quality parameters for ginger, turmeric, and ginger. The higher the value of the regression coefficient ( $R^2$ ) and the closer it is to 1 in the mathematical modelling obtained, then this mathematical modelling is the best.*

**Keywords:** *drying; rhizomes; equation.*

### **PENDAHULUAN**

Rempah rimpang adalah bagian akar tumbuhan yang memiliki aroma atau rasa yang kuat biasanya digunakan dalam jumlah kecil pada makanan, dapat digunakan sebagai pengawet atau penambah cita rasa dalam masakan. Indonesia merupakan salah satu negara yang memproduksi rempah rimpang dan menjadi pengeksport rempah rimpang ke beberapa negara. Beberapa rempah-rempah rimpang yang memiliki nilai produksi tertinggi di Indonesia yaitu jahe, kunyit dan temulawak. Menurut Statistik Tanaman Biofarmaka Indonesia dari Badan Pusat Statistik (BPS), produksi tanaman jahe, kunyit, dan temulawak pada tahun 2022 secara berurutan mencapai 247.455.487 kg, 196.499.579 kg, dan 28.099.702 kg. Produksi

rimpang jahe, kunyit dan temulawak yang tinggi berpotensi dipasar ekspor tanaman obat ke beberapa negara seperti Pakistan, India, dan Amerika Serikat. Pada saat proses pengiriman bahan mentah rempah rimpang sering mengalami kecacatan fisik maupun kerusakan karena mikroorganisme. Sehingga diperlukan pengolahan yang benar untuk menjaga mutu dan kualitas dari rempah rimpang.

Salah satu teknik pengolahan yang dapat diterapkan pada rempah rimpang adalah metode pengeringan. Tujuan dari pengeringan ini adalah untuk menurunkan kadar air dan aktivitas air sesuai dengan Standar Nasional Indonesia rempah kering sehingga memperpanjang umur simpan, meminimalkan kemasan saat proses pengiriman, serta mengurangi bobot pengiriman ekspor maupun impor (Sellami dkk., 2011). Oleh karena itu, teknik pengeringan harus dilakukan dengan tepat untuk mempertahankan rasa, aroma, warna, penampilan, dan nilai gizi rempah rimpang dengan maksimal. Selain pertimbangan kualitas, efisiensi pengeringan juga merupakan aspek kunci untuk mengevaluasi kinerja pengeringan, yang meliputi konsumsi energi, waktu pengeringan, dan kecepatan pengeringan.

Terdapat beberapa review yang membahas mengenai metode pengeringan pada berbagai macam jenis rempah, baik dengan metode konvensional maupun metode modern dengan modifikasi yang telah di publikasi. Menurut Calín-Sánchez dkk., (2020), bahwa pengeringan konvensional pada buah, sayur, dan rempah rempah memiliki banyak kelemahan dan diperlukan beberapa metode pengeringan guna menjaga kualitas bahan pangan dan kombinasi dengan metode pengeringan lain. Sunil dkk., (2013) menjelaskan mengenai beberapa teknik optimisasi *solar drying* di antaranya adalah *Artificial Neural Networks*, *Genetic Algorithms*, *response surface methodology* (RSM), dan metode Taguchi. Bahkan menurut Bhaskara Rao & Murugan, (2021) aplikasi beberapa pengeringan sudah mulai diterapkan pada tanaman obat-obatan. Metode pengeringan yang dapat digunakan dan faktor-faktor yang mempengaruhi performa dari proses pengeringan juga dibahas dalam jurnal ini. Pada berbagai review tersebut fokus membahas mengenai metode pengeringan pada berbagai macam rempah dan bahan makanan lainnya, serta menganalisis perubahan kualitas yang terjadi setelah pengeringan. Penelitian review ini bertujuan untuk membahas dan mengevaluasi metode optimasi metode pengeringan rempah rimpang dengan permodelan matematika, kemudian dilakukan analisis regresi terhadap beberapa parameter kualitas pengeringan pada jahe, kunyit dan temulawak untuk mengetahui metode optimasi yang paling efisien dan efektif dalam mengeringkan rempah-rempah rimpang.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian review merupakan hasil analisis dari berbagai informasi konseptual dan data-data kuantitatif maupun kualitatif dari berbagai artikel ilmiah yang sudah pernah dipublikasi sebelumnya. Review jurnal ini dilakukan menggunakan metode PRISMA. Berdasarkan metode ini ada beberapa langkah yang perlu dilakukan: 1) mendefinisikan kelayakan data, 2) menentukan sumber data, 3) pemilihan dan pengumpulan data, dan 4) pengambilan data (Page dkk., 2021).

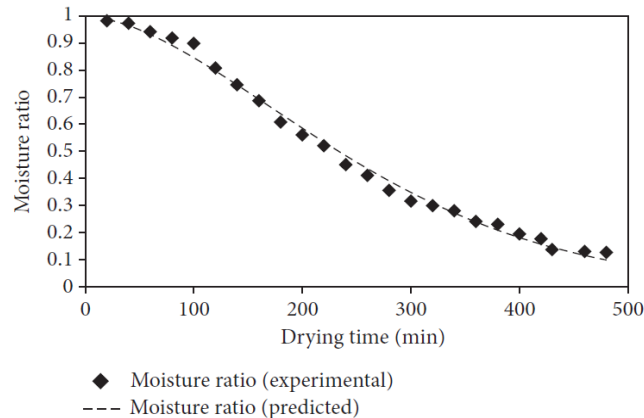
## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Analisis regresi dilakukan pada metode pengeringan dan dihubungkan dengan parameter kondisi optimum yang mempengaruhi parameter kualitas pengeringan pada jahe, kunyit dan temulawak. Analisis regresi ini dilakukan dengan melihat nilai Koefisien regresi ( $R^2$ )

pada pemodelan matematika yang didapatkan, kesesuaian berdasarkan nilai  $R^2$  yang semakin tinggi atau mendekati 1 adalah yang terbaik (Deshmukh dkk., 2014)

Koefisien dan parameter kualitas disajikan pada Tabel 1, pada metode *solar drying* dengan sampel simplisia kunyit dan metode optimasi regresi non linier yang dikeringkan selama 12 jam, didapatkan nilai koefisien regresi ( $R^2$ ) pada *page model* dan *modified page model* sebesar 0.9946 dan 0.9831. Pada penelitian yang dilakukan oleh Borah dkk., (2015) menunjukkan bahwa pemodelan matematika menggunakan regresi non linier metode *Thin layer* dengan nilai  $R^2$  yang paling mendekati 1 adalah dengan metode *page model* dibandingkan dengan *modified page model*. Hal ini karena *page model* menunjukkan nilai prediksi *Moisture Ratio* (MR) terbaik. Hasilnya menunjukkan titik data yang halus dan tersebar di sekitar garis. Dari penelitian tersebut didapatkan kadar air kunyit kering yang semula 78.65% (wb) berkurang menjadi 5.5% (wb) pada sampel irisan kunyit. Diwaktu yang sama didapatkan kadar air pada kunyit utuh berkurang menjadi 6.36% (wb).

Hal sama juga diperoleh dari penelitian yang dilakukan oleh (Deshmukh dkk., 2014) dengan bahan simplisia jahe yang dikeringkan dengan waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan kunyit yaitu 8 jam, dimana berhasil mengurangi kadar air pada sampel jahe dari 621.50% menjadi 12.19%. Dari permodelan matematika didapatkan koefisien regresi ( $R^2$ ) sebesar 0.9823 untuk *page model* dan 0.9753 *modified page model*. *Page model* memperoleh nilai  $R^2$  lebih tinggi dibandingkan dengan *modified page model*. Pada Gambar 1. dapat dilihat garis perbandingan prediksi dan ekperimental *Moisture Ratio* dengan waktu pengeringan menggunakan *Page model* pada pengeringan Jahe. Garis eksperimental memiliki plot yang halus dan mendekati garis prediksi. Hal ini menunjukkan bahwa *Page model* merupakan model yang dapat digunakan untuk memperkirakan kelembaban rasio kandungan jahe dalam proses pengeringan dengan *solar drying*.

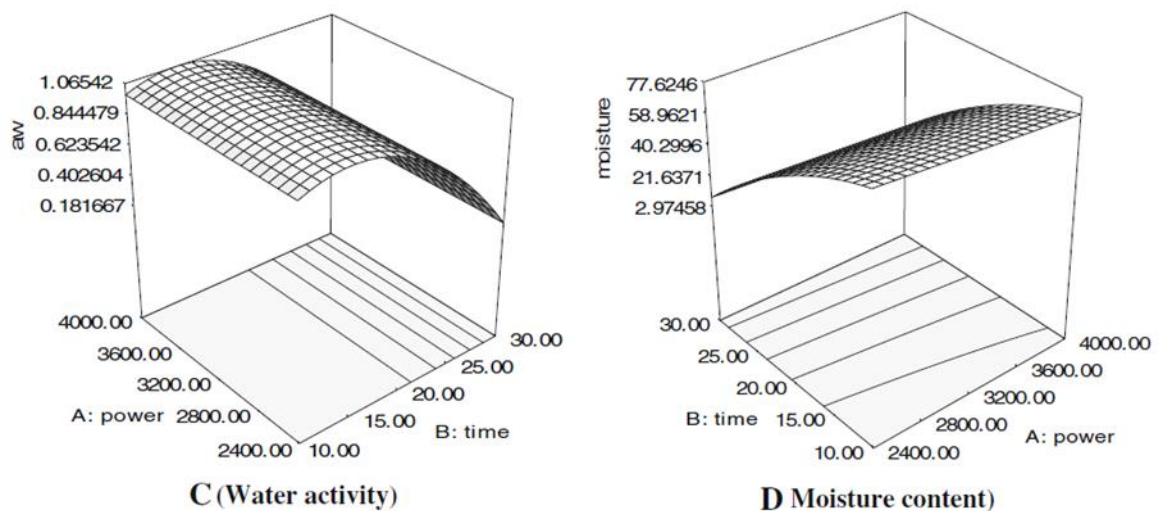


Gambar 1. Perbandingan prediksi dan ekperimental *Moisture Ratio* dengan waktu pengeringan menggunakan *Page model* pada pengeringan Jahe (Deshmukh dkk., 2014).

Pada metode pengeringan *Microwave drying* dengan kombinasi vacuum yang dilakukan oleh Hirun dkk., (2014) menggunakan bahan simplisia kunyit dilakukan analisis regresi dengan metode *Response Surface Methods* (RSM). Kemudian didapatkan hasil kadar air (MC) dan aktivitas air (aw) terkecil dengan kombinasi power dan waktu pengeringan yaitu 4000 W dan 30 menit dengan nilai  $R^2$  0.9923 untuk MC dan 0.9961 untuk aw. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa pengeringan dengan *Microwave-vacuum drying*, dengan waktu dan power gelombang mikro maksimum, akan mendapatkan hasil terbaik dalam menghilangkan sebagian besar air dari simplisia rimpang kunyit (Hirun dkk., 2014).

Pada bahan simplisia kunyit yang dilakukan oleh (Assawarachan dkk., 2015) dengan menggunakan *microwave drying* telah dilakukan analisis regresi menggunakan regresi linier

dan non linier. Pada persamaan regresi linier dilihat dari efektivitas pengeringan terhadap perubahan warna pada kunyit menggunakan *Response Surface Methods* (RSM) dengan kondisi optimum power sebesar 443.93 W, vitamin C 5.1%, dan waktu 55.6 °C didapatkan nilai  $R^2$  sebesar 0.9987. Kemudian pada persamaan regresi non linier menggunakan metode *Thin layer* didapatkan kombinasi power dan waktu pengeringan yaitu 335 W dan 55.6 detik. Koefisien determinasi  $R^2$  yang didapatkan pada *page model* dan *logarithmic* model yaitu 0.9993 dan 0.9923, dimana dari kedua model tersebut nilai  $R^2$  yang paling mendekati 1 menggunakan *page model*. Pengeringan Jahe dengan *Microwave drying* kombinasi power 720 W dan waktu 3.5 menit yang dilakukan oleh Surendhar dkk., (2019) menggunakan persamaan regresi non linier *Thin layer*. Dari penelitian tersebut didapatkan nilai koefisien regresi ( $R^2$ ) pada *page model*, *logarithmic* dan *newton* secara berurutan sebesar 0.9990, 0.9920, dan 0.9450. Dari ketiga model tersebut nilai  $R^2$  yang paling mendekati 1 menggunakan *page model* dibandingkan kedua model lainnya.

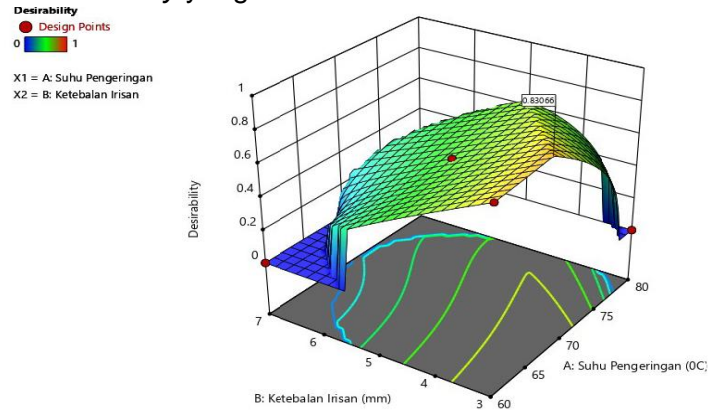


Gambar 2. *Respon Surface methods* hubungan antara daya (watt) dan waktu (menit) dengan aktivitas air (aw) dan kadar air (Hirun dkk., 2014).

Pada metode *oven cabinet drying* dan metode optimasi *Response Surface Methods* (RSM), didapatkan optimasi kondisi proses jahe kering pada (A) suhu 67.3 °C dan (B) ketebalan 3 mm, didapatkan permodelan matematika untuk Moisture Content dengan nilai  $R^2$  sebesar 0.9037, untuk aktivitas air (aw) dengan nilai  $R^2$  sebesar 0.9490 (Hepi dkk., 2021). Permodelan pada penelitian ini menunjukkan respon kadar air hanya dipengaruhi oleh suhu pengeringan dan ketebalan irisan dan bukan interaksi keduanya. Pengaruh yang diberikan oleh ketebalan irisan lebih dominan pada respon kadar air dan abu dibandingkan pengaruh suhu pengeringan. Hal ini dapat dilihat dari koefisien B (ketebalan) menunjukkan nilai yang lebih besar dari koefisien A (suhu). Pada persamaan respon kadar air, akan memiliki nilai yang semakin rendah saat suhu dinaikkan dan ketebalan irisan memiliki nilai yang lebih kecil. Hal ini juga ditunjukkan dengan tanda negatif (-) pada koefisien A yang berlawanan dengan konstanta pada model. Nilai positif (+) ditunjukkan oleh koefisien B dan konstanta pada model.

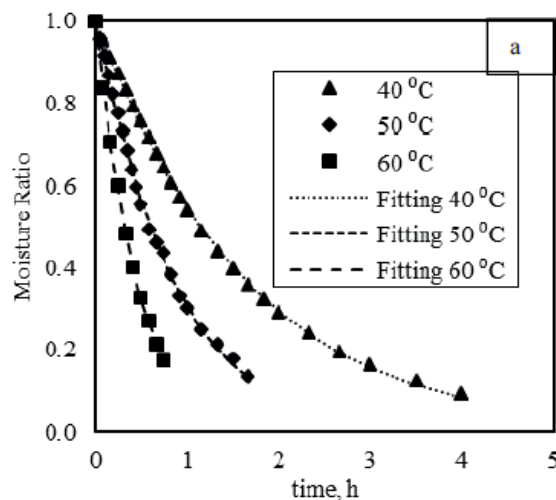
Permodelan pada respon aktivitas air menunjukkan persamaan kuadrat yang dipengaruhi oleh suhu pengeringan dan ketebalan irisan, serta interaksi keduanya. Pengaruh ketebalan irisan lebih dominan pada respon aktivitas air dibandingkan pengaruh suhu pengeringan. Hal ini dapat dilihat dari koefisien B (ketebalan) memiliki nilai yang lebih besar jika dibandingkan dengan koefisien A (suhu). Pada persamaan tersebut juga menggambarkan bahwa suhu pengeringan dan ketebalan irisan yang memberikan pengaruh berbanding terbalik terhadap respon. Hal ini ditunjukkan oleh nilai negatif (-) konstanta persamaan dapat

dilihat di Tabel 1. Proses pengeringan dengan kombinasi suhu pengeringan dan ketebalan irisan optimum menghasilkan nilai aktivitas air 0.393 aw dan kadar air 9.877% wb. Dari Gambar 3, dapat dilihat grafik tentang hubungan antara kombinasi suhu pengeringan dan ketebalan irisan terhadap nilai *desirability* optimasi. Dengan grafik tersebut, didapat nilai *desirability* sebesar 0,831 yang berarti bahwa permodelan grafik tersebut dikatakan baik karena memiliki nilai *desirability* yang mendekati 1.



Gambar 3. Grafik respons surface methods hubungan antara kombinasi suhu dan ketebalan irisan terhadap nilai *desirability* optimasi (Hepi dkk., 2021).

Kemudian, pada penelitian dengan bahan simplisia Temulawak yang dilakukan oleh Sapei dkk., (2017) dikeringkan dengan oven drying selama 6 jam dan suhu 60°C didapatkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) dengan page model sebesar 0.9999 dan kadar air akhir temulawak yang dikeringkan adalah 3.96% wb. Suhu yang digunakan untuk mengeringkan sampel jahe dan temulawak adalah 63.7°C dan 60°C, dimana suhu tersebut berada pada range yang sesuai dengan Abalone et al., 2004 dalam Deshmukh dkk., (2014), suhu rekomendasi untuk produk makanan yang dikeringkan berada pada rentang diantara 60 °C-70 °C. Dapat dilihat pada Gambar 4. data *moisture ratio* (MR) pengeringan Jahe menggunakan *page model* pada pengeringan *oven batch*, dimana dari data pengeringan dengan suhu 60°C memerlukan waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan suhu lainnya yang lebih rendah. Selain itu dengan *Page model*, dapat diperoleh garis perbandingan prediksi dan ekperimental *moisture ratio* dengan waktu pengeringan temulawak. Garis eksperimental memiliki plot yang halus dan mendekati garis prediksi.



Gambar 4. Data pengeringan jahe menggunakan *Page's model* pada pengeringan *Oven batch* (Sapei dkk., 2017)

Tabel 1. Permodelan Matematika Parameter Kualitas Produk Pengeringan Dengan Kondisi Proses Optimum

Metode	Nama alat	Bahan	Kondisi proses	Metode optimasi	Model	Model Matematika	R <sup>2</sup>	Referensi
SD	<i>Solar conduction drying</i>	Kunyit	Waktu = 12 jam	Non Linier	Page	$MR = \exp(-0.0029 t^{3.3947})$	0.9946	Borah <i>et al.</i> , (2015)
					Modified page	$MR = \exp[(-0.2166 t)^{1.0564}]$	0.9831	
	<i>Solar drier mixed cabinet drying</i>	Jahe	Waktu = 8 jam	Non Linier	Page	$MR = \exp(-0.0074 t^{1.675})$	0.9823	Deshmukh, (2014)
					Modified page	$MR = \exp[(-0.0034 t)^{1.675}]$	0.9753	
OCD	<i>Oven Cabinet drying</i>	Jahe	A Suhu = 67.3°C B Ketebalan = 3mm	Linier	RSM	$MC = -0.361453A + 2.35288B + 27.275$	0.9037	Hepi dkk., (2021)
						$Aw = 0.145339A + 0.357058B - 0.000763AB - 0.001123A^2 - 0.017447B^2 - 5.05869$	0.9490	
	<i>Oven batch drying</i>	Temulawak	Suhu = 60°C Waktu = 6 jam	Non linier	Page	$MR = \exp(-3.1130 t^{1.056})$	0.9999	Sapei dkk., (2017)
MWD	<i>Industrial Microwave vacuum drying</i>	Kunyit	X <sub>1</sub> Power = 4000W X <sub>2</sub> Waktu = 30min	Linier	RSM	$Aw = 0.277 + 0.108 X_2 - 3.717E - 003X_2^2$	0.9961	Hirun dkk., (2014)
						$MC = 100.065 - 7.201E - 003X_1 + 0.175X_2 - 0.098X_2^2 + 1.183E - 004 X_1 X_2$	0.9923	
	<i>Microwave drying</i>	Kunyit	X <sub>1</sub> Power = 443.93W X <sub>2</sub> vitamin C = 5.1% X <sub>3</sub> waktu = 55.6detik	Linier	RSM	$C = 3.45 + 0.2X_1 + 0.02X_2 + 0.04X_3 + 0.76X_1X_2 - 0.11X_1X_3 + 0.16X_2X_3 + 1.84X_1^2 + 0.43X_2^2 + 0.35X_3^2$	0.9987	Assawarac han, (2015)

Metode	Nama alat	Bahan	Kondisi proses	Metode optimasi	Model	Model Matematika	R <sup>2</sup>	Referensi
<i>Microwave drying</i>			Power = 335 W t = 55.6 detik	Non Linier	Page	$MR = \exp(-0.1359 t^{1.7350})$	0.9993	Assawarac han, (2015)
					Logaritmic	$MR = 1.4036\exp(-0.2215t) + (0.3116)$	0.9923	
<i>Microwave drying</i>	Jahe		W= 720 watt t = 3.5 menit	Non Linier	Page	$MR = \exp (-0.3360t^{1.6070})$	0.9990	Surendhar dkk., (2019)
					Newton	$MR= \exp (0.5050t)$	0.9450	
					Logaritmic	$MR= 2.020\exp(-0.193t) + (0.984)$	0.9920	

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari kondisi optimum masing-masing metode pengeringan, kemudian dilakukan analisis regresi terhadap beberapa parameter kualitas pengeringan pada jahe, kunyit dan temulawak. Semakin tinggi nilai Koefisien regresi ( $R^2$ ) dan semakin mendekati 1 pada pemodelan matematika yang didapatkan, maka pemodelan matematika tersebut adalah yang terbaik dan disesuaikan dengan garis eksperimental memiliki plot yang halus dan mendekati garis prediksi. Pada metode optimasi *Thin Layer Equation Page model* memperoleh nilai  $R^2$  lebih tinggi dibandingkan dengan model lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Assawarachan, R., Kalayanamitra, K., & Keokamnerd, T. (2015). MODELING AND OPTIMIZATION OF MICROWAVE DRYING OF TURMERIC SLICES. *Acta Horticulturae*, 1088, 599–604. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1088.111>
- Bhaskara Rao, T. S. S., & Murugan, S. (2021). Solar drying of medicinal herbs: A review. *Solar Energy*, 223, 415–436. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2021.05.065>
- Borah, A., Hazarika, K., & Khayer, S. M. (2015). Drying kinetics of whole and sliced turmeric rhizomes (*Curcuma longa* L.) in a solar conduction dryer. *Information Processing in Agriculture*, 2(2), 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2015.06.002>
- Calín-Sánchez, Á., Lipan, L., Cano-Lamadrid, M., Kharaghani, A., Masztalerz, K., Carbonell-Barrachina, Á. A., & Figiel, A. (2020). Comparison of Traditional and Novel Drying Techniques and Its Effect on Quality of Fruits, Vegetables and Aromatic Herbs. *Foods*, 9(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/foods9091261>
- Deshmukh, A. W., Varma, M. N., Yoo, C. K., & Wasewar, K. L. (2014). Investigation of Solar Drying of Ginger (*Zingiber officinale*): Empirical Modelling, Drying Characteristics, and Quality Study. *Chinese Journal of Engineering*, 2014, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2014/305823>
- Hepi, D. A., Yulianti, N. L., & Setiyo, Y. (2021). Optimasi Suhu Pengeringan dan Ketebalan Irisan pada Proses Pengeringan Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) dengan Response Surface Methodology (RSM). *Jurnal BETA (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, 9(1), 66. <https://doi.org/10.24843/JBETA.2021.v09.i01.p07>
- Hirun, S., Utama-ang, N., & Roach, P. D. (2014). Turmeric (*Curcuma longa* L.) drying: An optimization approach using microwave-vacuum drying. *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 2127–2133. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0709-9>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Sapei, L., Taringan, E., Hwa, L., Halim, V. P., & Soebiantoro, F. A. (2017). Drying Kinetics of *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. *KnE Life Sciences*, 3(5), 110. <https://doi.org/10.18502/kls.v3i5.983>
- Sellami, I. H., Wannes, W. A., Bettaieb, I., Berrima, S., Chahed, T., Marzouk, B., & Limam, F. (2011). Qualitative and quantitative changes in the essential oil of *Laurus nobilis* L. leaves as affected by different drying methods. *Food Chemistry*, 126(2), 691–697. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.11.022>
- Sunil, Sharma, N., Garg, A., & Kumar, S. (2013). AN OVERVIEW OF OPTIMIZATION TECHNIQUES USED IN SOLAR DRYING. *Asian Journal of Science and Applied Technology (AJSAT)*, 1(1), 5–11.
- Surendhar, A., Sivasubramanian, V., Vidhyeswari, D., & Deepanraj, B. (2019). Energy and exergy analysis, drying kinetics, modeling and quality parameters of microwave-dried turmeric slices. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 136(1), 185–197. <https://doi.org/10.1007/s10973-018-7791-9>