



## Pemodelan karakteristik pengeringan pada proses pengeringan nanas (*anas comosus*)

Fachri Ibrahim Nasution<sup>1✉</sup>, Arief Fazlul Rahman<sup>1</sup>, Widya laila<sup>2</sup>, Riri Nasirly<sup>2</sup>, Fadli Arsi<sup>2</sup>

Program Studi Teknologi Pasca Panen Institut Teknologi Perkebunan Pelalawan Indonesia, Pelalawan, Indonesia<sup>(1)</sup>

Program Studi Teknik Industri Institut Teknologi Perkebunan Pelalawan Indonesia, Pelalawan, Indonesia<sup>(2)</sup>

DOI: 10.31004/jutin.v8i1.42020

✉ Corresponding author:  
[fnasution62@gmail.com]

### Article Info

### Abstrak

*Kata kunci:*  
*Nanas;*  
*karakteristik;*  
*Pengeringan;*  
*Pemodelan;*  
*Lapis Tipis*

Model lapisan tipis menjelaskan proses pengeringan secara seragam, terlepas dari mekanisme pengendaliannya. Pada prinsipnya, data eksperimen pada bahan kering dapat dianalisis menggunakan model yang digunakan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik proses pengeringan buah nanas dengan menggunakan model pengeringan lapis tipis. Nanas yang digunakan dari petani di kab. Pelalawan dengan pengeringan menggunakan metode Oven suhu 60°C. Model pengeringan lapis tipis menggunakan model Newton, Logaritma dan Midilli. Parameter statistik yang digunakan R<sup>2</sup> dan SSE. Kadar air yang didapatkan tidak berbeda jauh antara dua varietas yaitu 13, 27 dan 13,14 (% BK). Hasil perbandingan ke tiga model yang digunakan diperoleh hasil yang berbeda dengan nilai R<sup>2</sup> 0.89 – 0.96 dan SSE 0.0095 – 0.0013 berdasarkan analisis regresi non linier yang digunakan. Model Midilli menunjukkan hasil terbaik dengan parameter R<sup>2</sup> 0.06 dan 0.94 serta SSE 0.0019 dan 0.0025

### Abstract

*Keywords:*  
*Pineapple;*  
*characteristics;*  
*drying;*  
*Modelling;*  
*Thin layer*

The thin layer model describes the drying process uniformly, regardless of the control mechanism. Fundamentally, using experimental data on dried materials can be explained by the method used. The purpose of this research is to determine the characteristics of the pineapple drying process using a thin layer model. Drying using the oven method at 60°C. The thin layer drying model uses Newton, logarithmic, and Midilli models. The statistical parameters used are R<sup>2</sup> and SSE. The water content obtained did not differ much between the two varieties, namely 13, 27, and 13.14 (% db). The results of the comparison of the three models used lead to different results with R<sup>2</sup> values of 0.89–0.96 and SSE 0.0095–0.0013 based on the non-linear regression analysis used. The Midilli model shows the best results with R<sup>2</sup> parameters of 0.06 and 0.94 and SSE of 0.0019 and 0.0025.

## 1. INTRODUCTION

Nanas (*Ananas comosus*) adalah salah satu buah non-jeruk yang paling banyak dan umum dikonsumsi, terutama karena karakteristik sensorisnya yang luar biasa, dan dianggap sebagai sumber energi yang dinamis nutrisi penting, seperti mineral, vitamin (vitamin C, tiamin, vitamin B6, folat), antioksidan, serat makanan, dll (Mohammed et al., 2020). Permintaan nanas untuk konsumsi dalam negeri dan juga untuk ekspor semakin meningkat dari hari ke hari. Tapi, karena kadar air nanas segar yang tinggi membuat umur simpan nanas lebih singkat (Hossain et al., 2020). Pengeringan telah dianggap sebagai salah satu pengawetan yang paling penting teknik, yang biasa diterapkan untuk meningkatkan daya simpan buah-buahan dan sayuran, dan meningkatkan stabilitas pangan dengan meminimalkan kadar air (Saifullah et al., 2019)

Pengeringan merupakan proses air dalam bahan pangan atau produk dikurangi ke tingkat di mana pertumbuhan mikroba pembusuk dan reaksi kimia dihentikan atau diperlambat. Hal tersebut dapat mengurangi berat kering bahan, stabilitas umur simpan terjaga, mengurangi biaya, penanganan, penyimpanan dan distribusi (Victor et al., 2019). Selain itu, pengeringan dapat mengubah struktur mikro fisik jaringan tanaman, yang mengarah pada peningkatan hasil ekstraksi. Misalnya, pengeringan beku menyebabkan perubahan signifikan pada struktur mikro akhir produk kering (Saifullah et al., 2019). Aspek utama dalam suatu proses pengeringan modern adalah pemodelan dari proses pengeringan yang digunakan untuk mendeteksi dan memberikan informasi kinerja proses pengeringan (Kumar & Tarafdar, 2019). Pengeringan adalah salah satu metode pengawetan tertua. Pengeringan menghilangkan kelembapan dari buah-buahan sehingga bakteri, ragi dan jamur tidak dapat tumbuh atau berkembang dan merusak buahnya. Ini juga memperlambat kerja enzim (zat alami yang menyebabkan buah matang), tetapi tidak menonaktifkannya. Pengeringan sebagai pengawet akan menurunkan kadar air, sehingga menghasilkan proses yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang menghambat dan mengganggu kualitas buah (Mohammed et al., 2020)

Model pengeringan masih dalam pengembangan dan melibatkan proses kompleks termasuk perpindahan massa, energi, dan momentum. Pemodelan kering dapat berkisar dari yang sederhana hingga yang rumit dan dapat diterapkan tergantung pada kondisi dan keadaan. Pemodelan dilakukan dengan tujuan untuk memudahkan pemilihan kondisi operasi yang paling sesuai dan memungkinkan adaptasi terhadap kondisi operasi yang diinginkan (Kumar & Tarafdar, 2019). Cerminan proses pengeringan dengan bentuk paling sederhana adalah model kinetika pengeringan dengan sistem lapis tipis. Model pengeringan jenis ini dapat diklasifikasikan sebagai sistem model parameter massa yang mengasumsikan bahwa bahan pengering mempunyai konsentrasi kelembapan, suhu, dan ketebalan yang sama serta mempunyai sifat yang sama (Alara et al., 2019). Pemodelan pengeringan lapisan tipis digunakan untuk memprediksi kurva pengeringan tipikal. Pemodelan dan simulasi matematika pengeringan dalam berbagai kondisi penting untuk mengendalikan proses pengeringan dengan lebih baik dan meningkatkan kualitas keseluruhan produk akhir (Sitompul et al., 2021)

Evaluasi kinetika pengeringan sebagai fungsi dari kondisi percobaan digunakan akan memungkinkan simulasi proses pengeringan yang efektif untuk memprediksi kondisi pengeringan yang tepat. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan pemodelan matematika, yang merupakan alat yang sangat berguna dengan cepat dan murah menentukan pengaruh sistem dan proses yang berbeda parameter hasil suatu proses (Wang et al., 2007). Persamaan lapisan tipis menjelaskan proses pengeringan secara seragam, terlepas dari mekanisme pengendaliannya. Beberapa model pengeringan termasuk Page, Henderson dan Pabis, logaritmik, Midilli dan Kucuk, Newton telah digunakan pada beberapa penelitian. Persamaan ini digunakan untuk menentukan pengeringan perilaku produk yang berbeda dan untuk menggeneralisasi kurva pengeringan. Model tersebut telah digunakan dalam memprediksi pengeringan ciri-ciri sayuran dan buah-buahan yang berbeda.

Penelitian (Akpinar, 2006) menggunakan model lapis tipis pada pengeringan tanaman beraroma terapi. (Wang et al., 2007) menggunakan model lapis tipis pada proses pengeringan apel. (Alara et al., 2019; Olanipekun et al., 2015) menggunakan persamaan matematika lapis tipis pada proses pengeringan buah nanas. (Tunde-Akintunde, 2011) menggunakan model kinetika lapis tipis pada proses pengeringan cabai. Dalam konteks ini, proses pengeringan diselidiki menggunakan model lapis tipis dan data eksperimen bahan yang dikeringkan, yang memungkinkan untuk menganalisis jenis model terbaik antara pemodelan lapis tipis yang digunakan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik proses pengeringan nanas dengan menggunakan model pengeringan lapis tipis.

**2. METHODS**

Nanas segar yang sudah matang dibeli dari Kebun Petani Nanas di Kabupaten Pelalawan dengan varietas yang berbeda (nanas madu dan nanas biasa). Nenas segar dicuci, dikupas dan dipotong dengan ukuran tebal 15 mm, lebar 30 mm dan panjang 45 mm sebelum ditempatkan diruang pengering (oven). Proses pengeringan dilakukan secara konveksi dengan menggunakan metode Oven menggunakan Oven Memmert UN-55 pada suhu 60 °C dengan RH 9.5%. Proses pengeringan dilakukan selama 24 jam hingga kadai air konstan berdasarkan metode penelitian yang telah dilakukan (Olanipekun et al., 2015) sebelumnya pada buah nanas. Berdasarkan data eksperimental yang di hasilkan akan digunakan sebagai acuan untuk menghitung Rasio kadar air. Rasio kadar air atau Moisture Ratio dari eksperimen dapat dihitung dengan persamaan (Sitompul et al., 2021):

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_o - M_e}$$

Dimana MR adalah rasio kadar air,  $M_t$  adalah kadar air di waktu  $t$  (% basis kering), dan  $M_o$  adalah kadar air awal nanas (% basis kering), dan  $M_e$  adalah kada air konstant (% basis kering). MR dapat disederhanakan karena nilai dari  $M_e$  sangat kecil dibandingkan nilai  $M_t$  dan  $M_o$  pada priode waktu yang lama (Sitompul et al., 2021; Victor et al., 2019)

$$MR = \frac{M_t}{M_o}$$

Perhitungan nilai kadar air bahan (% basis kering) ditentukan berdasarkan berat bahan. Perbedaan berat antara sampel basah dan kering adalah digunakan untuk penentuan kadar air ( $M_{mass}$ , % Basis Kering (bk)) (Ignacio et al., 2019) dengan rumus sebagai berikut:

$$M_{mass} = \frac{m_{wet} - m_{dry}}{m_{dry}}$$

$m_{wet}$  adalah massa bahan dalam keadaan basah,  $m_{dry}$  adalah massa bahan setelah pengeringan. Kurva pengeringan berdasarkan data pengeringan buah nanas dengan metode oven, date tersebut dikembangkan dan dilengkapi denan dengan model pengeringan lapisan tipis teoritis berdasarkan (Onwude et al., 2016) karena model pengeringan ini merupakan model yang paling cocok mewakili proses pengeringan produk hasil pertanian, hortikultura dan lain-lain (Onwude et al., 2016). Model lapis-tipis yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1:

**Table 1. Model Lapis Tipis Proses Pengeringan**

Nama Model lapis Tipis	Persamaan	Sumber
Newton	$MR = \exp(-kt)$	El-Beltagy et al., 2007
Logarithmic	$MR = a \exp(-kt) + c$	Onwude et al., 2016
Midilli	$MR = a \exp(-kt^n) + bt$	El-Beltagy et al., 2007

Nilai  $a$ ,  $k$ ,  $n$ ,  $b$  dan  $c$  adalah konstanta pengeringan yang dihitung dengan metode regresi non-linear (Onwude et al., 2016; Sitompul et al., 2021) dengan data observasi selama penelitian dengan bantuan software SPSS Statistic 20. Penentuan model terbaik digunakan beberapa parameter seperti *Coefficient of determtation* ( $R^2$ ) dan *Sum Square of Error* (SSE) dimana model lapis tipis terbaik dinyatakan dengan nilai koefisien determinan  $R^2$  mendekati nilai 1 dan nilai SSE yang mendekati nilai 0 (Mohammed et al., 2020; Sitompul et al., 2021; Victor et al., 2019) dengan persamaan sebagai berikut:

$$R^2 = \frac{1 - \left[ \sum_{i=1}^N (MR_{pre,i} - MR_{exp,i})^2 \right]}{\left[ \sum_{i=1}^N (\overline{MR}_{pre,i} - MR_{exp,i})^2 \right]}$$

$$SSE = \left[ \frac{\left[ \sum_{i=1}^N (MR_{pre,i} - MR_{exp,i})^2 \right]}{N} \right]$$

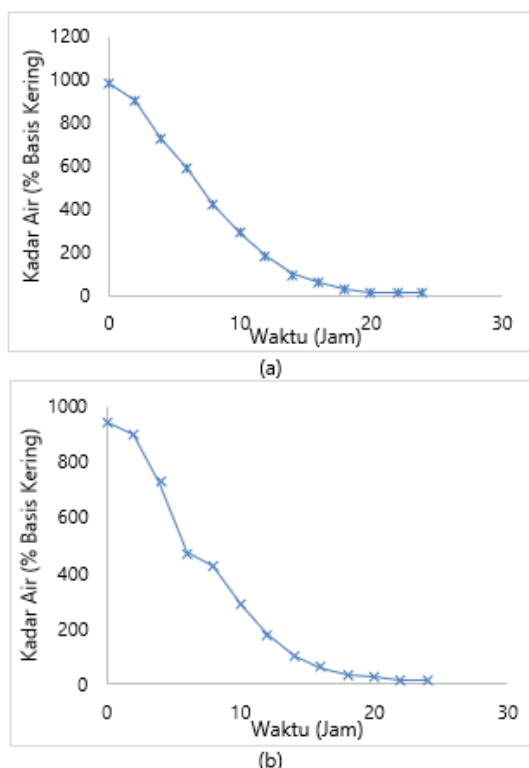
Keterangan sebagai berikut: MR exp,i merupakan MR observasi pada waktu i, MRpre,i merupakan MR perhitungan model pada waktu i, dan N merupakan jumlah sampel pengeringan buah nenas dan MR merupakan rasio kadar air (% basis kering). R<sup>2</sup> dan SSE merupakan parameter statistik yang menggambarkan model terbaik dalam proses pengeringan (Ignacio et al., 2019)

### 3. RESULT AND DISCUSSION

#### Kadar Air Nanas

Data dalam penelitian ini berasal dari data observasi laboratorium langsung. Penyelesaian model matematika pengeringan lapisan tipis dipadukan dengan data primer untuk memperoleh model yang paling akurat. Pada model pengeringan lapisan tipis ini dihitung berdasarkan data MR eksperimen yang dilakukan. Analisa regresi non linier dapat diselesaikan dengan menggunakan program SPSS Statistic 20 (Mohammed et al., 2020). Program SPSS akan secara otomatis mencari nilai konstanta yang ada pada model yang digunakan. Adapun kriteria utama yang digunakan untuk memilih model terbaik adalah dengan menetapkan nilai tertinggi dari koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) serta nilai terendah dari Sum Square Error (SSE).

Kadar air akhir yang didapati selama proses pengeringan adalah 13,14% (% Basis Kering) varietas Nanas Madu, sedangkan pada nenas biasa didapati kadar air akhir sebesar 13,27 (% Basis Kering) dengan penurunan nilai kadar air selama pengeringan dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



**Gambar 1. Kadar air (% Basis Kering) pada proses pengeringan (a) Nanas madu, (b) Nanas Biasa**

Gambar 1 menunjukkan bahwa, tidak terdapat perbedaan yang begitu signifikan pada buah nenas dengan varietes berbeda pada kadar air yang didapati dan penurunan kadar air selama pengeringan. Faktor utama yang mempengaruhi proses pengeringan adalah suhu pengeringan, kelembaban ruang pengering dan lingkungan, laju udara selama proses pengeringan, serta luas permukaan bahan yang dikeringkan (Hossain et al., 2024; Mohammed et al., 2020; Victor et al., 2019). Kecepatan penurunan kada air selama proses pengeringan sangat dipengaruhi oleh suhu pengeringan dan kelembaban selama proses pengeringan (Saputri et al., 2022)

*Model Pengeringan Lapis Tipis*

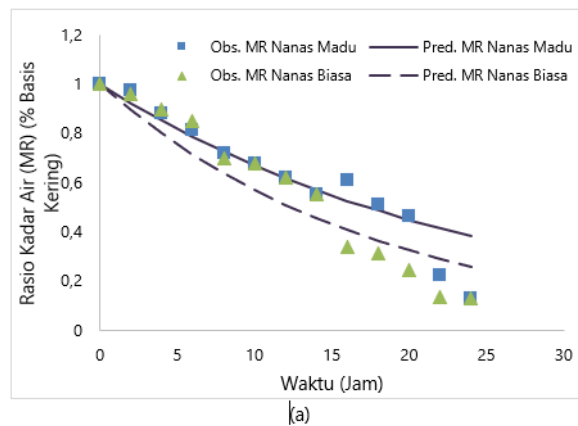
Karakteristik pengeringan yang diamati pada penelitian ini adalah rasio kadar air. Rasio kadar air dengan dua eksperimen yaitu dua pengeringan nanas dengan varietas yang berbeda, dibandingkan dengan model pengeringan lapis tipis. Tiga model lapis tipis yang digunakan yaitu Newton, Logaritma dan Midilli (Alara et al., 2019; Hossain et al., 2024; Sitompul et al., 2021) dengan hasil koefisien model dapat dilihat pada Tabel 1 dengan nilai dari R<sup>2</sup> dan SSE sebagai berikut.

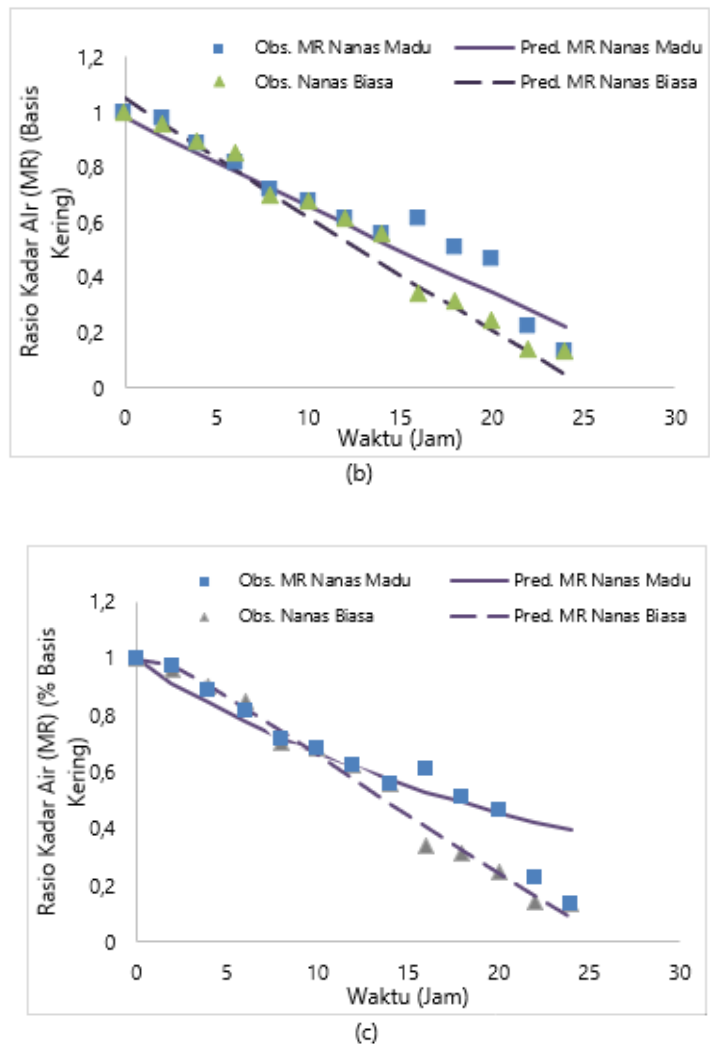
**Tabel 1. Analisis Model Pengeringan Lapis Tipis Berdasarkan Waktu Pengeringan**

Model Lapis Tipis	Nanas	k	a	b	c	n	R <sup>2</sup>	SSE
Newton	Madu	0.058					0.89	0.0085
	Biasa	0.056					0.89	0.0095
Logaritma	Madu	0.002	16,521		-15,27		0.93	0.0049
	Biasa	0.005	8,881		-7,621		0.93	0.0029
Midilli	Madu	0.763	2,128	-0.376		0.016	0.94	0.0025
	Biasa	0.091	0.995	0.0883		0.681	0.96	0.0013

Hasil perbandingan ke tiga model yang digunakan menunjukan hasil yang berbeda dengan nilai R<sup>2</sup> 0.89 – 0.96 dan SSE 0.0095 – 0.0013 berdasarkan analisis regresi non linier yang digunakan. Pada proses pengeringan nanas, didapati model lapis tipis yang paling baik untuk menggambarkan proses pengeringan dan karakteristik pengeringan adalah model Midilli berdasarkan hasil pada Tabel 1. Pada analisis model dengan menggunakan R<sup>2</sup> dan SSE sebagai parameter, model Midilli mempunyai hasil terbaik dengan R<sup>2</sup> 0.96 dan 0.94 dan nilai SSE 0.0025 dan 0.0013. Tiga model yang digunakan dalam hal percobaan jika dibawa dalam kondisi pengering skala besar khususnya pengeringan sinar matahari langsung dan pengeringan oven, tidak dapat menentukan hubungan antara parameter model dan variabel lingkungan seperti kelembaban lingkungan karena mempunyai nilai yang tidak konstan (Ignacio et al., 2019; Lopez et al., 2018). Nilai R<sup>2</sup> yang mendekati satu dan SSE mendekati nilai 0 merupakan model dengan hasil terbaik (Mohammed et al., 2020; Olanipekun et al., 2015; Sitompul et al., 2021).

Perbandingan hasil perhitungan Rasio kadar air berdasarkan waktu dan prediksi dari tiga model lapis tipis yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.





**Gambar 1. Rasio kadar air selama proses pengeringan nanas dengan model lapis tipis (a) Newton (b) Logaritma (c) Midilli**

Perbandingan antara rasio kadar air (MR) hasil prediksi dengan data primer yang disajikan pada Gambar 2, terlihat bahwa terdapat kesesuaian yang baik antara rasio kadar air (MR) yang diprediksi oleh model pengeringan lapisan tipis yang digunakan untuk varietas nanas Madu dan nanas biasa dengan data primer. Hasil serupa didapati pada penelitian (Alara et al., 2019; El-Beltagy et al., 2007; Ignacio et al., 2019; Sitompul et al., 2021) bahwa model pengeringan lapisan tipis yang digunakan mampu menggambarkan proses pengeringan dalam suatu ruang pengering dengan baik. Penggambaran model dapat dilihat dengan titik-titik proses pengeringan yang berdekatan dengan garis model yang dihasilkan (Onwude et al., 2016).

#### 4. CONCLUSION

Kesimpulan yang dihasilkan pada penelitian ini adalah karakteristik pengeringan nanas dapat digambarkan menggunakan model pengeringan lapisan tipis dengan model Midilli menunjukkan hasil terbaik dengan parameter  $R^2$  0.06 dan 0.94 serta SSE 0.0019 dan 0.0025 yang terbaik diantara ke tiga model pengeringan yang digunakan. Garis grafik model Newton, Logaritma, dan Midilli dihasilkan berdasarkan hasil eksperimen yang dilakukan. Kadar air yang dihasilkan adalah 13,14 dan 13,27 (% basis kering) pada varietas nanas madu dan biasa.

#### 5. REFERENCES

Akpinar, E. K. (2006). Mathematical modelling of thin layer drying process under open sun of some aromatic plants. *Journal of Food Engineering*, 77(4), 864–870. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.08.014>

- Alara, O. R., Abdurahman, N. H., & Olalere, O. A. (2019). Mathematical modelling and morphological properties of thin layer oven drying of *Vernonia amygdalina* leaves. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18(3), 309–315. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2017.09.003>
- El-Beltagy, A., Gamea, G. R., & Essa, A. H. A. (2007). Solar drying characteristics of strawberry. *Journal of Food Engineering*, 78(2), 456–464. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.10.015>
- Hossain, M. A., Hoque, M. M., Hossain, M. M., Kabir, M. H., Yasin, M., & Islam, M. A. (2020). *Biochemical , Microbiological and Organoleptic Properties of Probiotic Pineapple Juice Developed by Lactic Acid Bacteria*.
- Hossain, M. A., Talukder, S., Zaman, A. U., & Sarkar, A. (2024). Ultrasonics Sonochemistry Effective drying processes for Taikor ( *Garcinia pedunculata* Roxb .) fruit by ultrasound-assisted osmotic pretreatment: Analysis of quality and kinetic models. *Ultrasonics Sonochemistry*, 103(January), 106784. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2024.106784>
- Ignacio, L., Lorenzo, L. I., Marcus, N., & Joachim, M. (2019). *Mathematical modelling of the thin layer drying of pineapple ( Ananas comosus , L . ) : experiment at village-scale in a greenhouse type solar dryer Modelo matemático de la capa delgada de piña ( Ananas comosus , L . ) : Experimento en un secador solar tipo . número 2*, 1–10.
- Kumar, D., & Tarafdar, A. (2019). *Intelligent modeling and detailed analysis of drying , hydration , thermal , and spectral characteristics for convective drying of chicken breast slices*. March, 1–14. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13087>
- López-Cerino, I., López-Cruz, I. L., Nagle, M., Mahayothee, B., & Müller, J. (2018). Thin layer drying of Pineapple (*Ananas comosus*, L.). *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 19(3), 331–344. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2018.19n3.028>
- Mohammed, S., Edna, M., & Siraj, K. (2020). The effect of traditional and improved solar drying methods on the sensory quality and nutritional composition of fruits: A case of mangoes and pineapples. *Heliyon*, 6(6), e04163. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04163>
- Olanipekun, B. F., Oyelade, O. J., Adebisi, M. G., & Adenaya, T. A. (2015). *MATHEMATICAL MODELING OF THIN-LAYER*. 39, 1431–1441. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12362>
- Onwude, D. I., Hashim, N., Janius, R. B., Nawi, N. M., & Abdan, K. (2016). Modeling the Thin-Layer Drying of Fruits and Vegetables: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(3), 599–618. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12196>
- Saifullah, M., McCullum, R., McCluskey, A., & Vuong, Q. (2019). Effects of different drying methods on extractable phenolic compounds and antioxidant properties from lemon myrtle dried leaves. *Heliyon*, 5(12), e03044. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03044>
- Saputri, L., Merici Punglipa Lewuras, A., Nilna Minah, F., & Astuti, S. (2022). Pengaruh Suhu dan Waktu Pengeringan Terhadap Kadar Air dan Kadar Vitamin C pada Bubuk Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens* L.). *Prosiding SENIATI*, 6(3), 636–643. <https://doi.org/10.36040/seniati.v6i3.4942>
- Sitompul, D., Malinda, D., & Salafudin. (2021). Pemodelan Karakteristik Pengeringan dan Analisis Perpindahan Panas pada Pengeringan Kentang. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 5(2), 188–196. <https://doi.org/10.26760/jrh.v5i2.188-196>
- Tunde-Akintunde, T. Y. (2011). Mathematical modeling of sun and solar drying of chilli pepper. *Renewable Energy*, 36(8), 2139–2145. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.01.017>
- Victor, S. L., Garg, M. K., & Pawar, K. (2019). Effect of Different Drying Techniques on the Quality Attributes of Pineapple Powder. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(02), 324–341. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.802.038>
- Wang, Z., Sun, J., Liao, X., Chen, F., Zhao, G., Wu, J., & Hu, X. (2007). Mathematical modeling on hot air drying of thin layer apple pomace. *Food Research International*, 40(1), 39–46. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.07.017>