

Pengeringan Jamur Tiram Menggunakan 2 Kolektor Surya: Rancang Bangun dan Kinetika Pengeringan

Melvin Emil Simanjuntak*

Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan, Indonesia; melvinsimanjuntak@polmed.ac.id

*Corresponding Author

Info Artikel: Dikirim: 12-10-2022; Direvisi: 12-11-2022; Diterima: 19-11-2022

Abstrak.

Jamur tiram merupakan tanaman penghasil protein yang paling baik. Tanaman ini sudah banyak dikonsumsi oleh masyarakat dan memiliki kandungan protein, mineral dan vitamin yang sangat baik untuk tubuh. Kadar air yang tinggi merupakan kelemahan jamur sehingga tidak dapat disimpan dalam bentuk segar untuk jangka waktu yang lama. Untuk memperpanjang masa simpan maka jamur perlu dikeringkan hingga kadar air tertentu. Pengeringan dengan energi matahari merupakan yang paling baik di daerah pedesaan karena biaya yang murah dan tersedia sepanjang tahun. Penelitian ini berhasil membuat pengering surya dengan dua buah kolektor. Ukuran panjang dan lebar kolektor adalah 1000 mm dan 500 mm dan memiliki jumlah rak sebanyak 4 buah. Dimensi lebar, panjang dan tinggi ruang pengering adalah 500 mm, 500 mm dan 1254 mm. Pengeringan menggunakan sampel sebanyak 450 gr untuk tiap rak. Hasil percobaan menunjukkan model Pages merupakan model kinetika pengeringan yang terbaik. Nilai nilai R^2 , RMSE dan Chi Square diperoleh masing masing sebesar 0,9993; 0,0083; 0,0001. Setelah 375 menit pengeringan, kadar air rata menjadi turun menjadi 10,26% dari kondisi awal sebesar 92,47%

Kata Kunci: Rancang bangun, kinetika pengeringan, jamur tiram, dua kolektor surya

Abstract.

Oyster mushroom is the best protein-producing plant. This plant has been widely consumed by the public and contains protein, minerals and vitamins which are very good for the body. High moisture content is a weakness of mushrooms so they cannot be stored fresh for a long time. To extend the shelf life, the mushrooms need to be dried to a certain moisture content. Drying using solar energy is best in rural areas because it is cheap and available all year round. This research succeeded in fabricated a solar dryer with two collectors. The length and width of the collector are 1000 mm and 500 mm and have a total of 4 shelves. The dimensions of length, width and height of the drying chamber are 500 mm, 500 mm and 1254 mm. Drying uses a sample of 450 grams for each rack. The experimental results show that the Pages model is the most suitable drying kinetic equation model. The values for R^2 , RMSE and Chi Square were each 0.9993; 0.0083; 0.0001. After 375 minutes of drying, the average water content decreased to 10.26% from the initial condition of 92.47%.

Keywords: Fabricated, drying kinetics, oyster mushrooms, two solar collectors

Pendahuluan

Jamur tiram merupakan salah satu tanaman yang dapat memproduksi protein persatuan luas dan waktu paling baik (Kortei, 2011). Jamur tiram memiliki asam amino essensial, mineral dan vitamin (Kumari dkk, 2011). Jamur ini juga memiliki khasiat sebagai obat karena mengandung triterpenoid, lektin dan steroid (Singh dkk, 2012). Komposisi kandungan gizi untuk setiap 100 gr jamur tiram ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi dan kandungan jamur tiram putih per 100 gram (Zulfarina, dkk 2019)

Zat gizi	Kandungan
Protein	10,5 – 30,4 %
Karbohidrat	56,6 %
Lemak	1,7 – 2,2 %
Niasin	77,2 mg
Tianin	0,2 mg
Riboflavin	4,7 – 4,9 mg
Calcium (Ca)	314 mg
Zat besi (Fe)	3,4 – 18,2 mg
Kalium (K)	3,793 mg
Natrium (Na)	837 mg
Posfor (P)	717 mg
Energi	367 kal

Pada umumnya jamur segar hanya dapat disimpan dalam jangka 1 – 3 hari karena mengandung air dalam jumlah yang banyak. Setelah itu jamur akan mengalami pembusukan karena adanya aktivitas mikroba. Untuk mencegahnya dapat dilakukan dengan pengeringan. Pengeringan hingga mencapai kadar air tertentu dapat memperlambat aktivitas bakteri, jamur, enzim dan ragi dalam pembusukan (Mohana dkk, 2020). Jamur tiram ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Jamur tiram

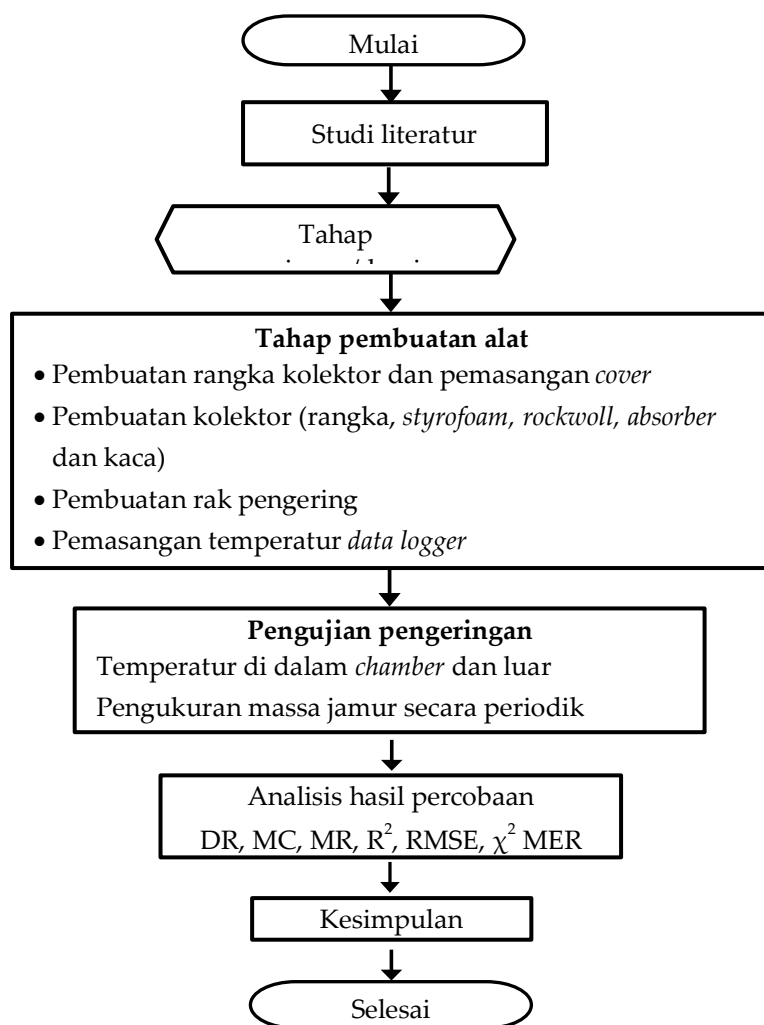
Pengeringan jamur tiram akan dapat memperpanjang masa simpan. Kadar air yang diinginkan adalah sekitar 10% (SNI 01-2891-1992). Pengeringan dengan menggunakan panas dari matahari merupakan pilihan terbaik untuk produk pertanian yang diproduksi di pedesaan. Hal ini terjadi mengingat energi surya selalu tersedia sepanjang tahun dan tidak membutuhkan biaya.

Pengeringan energi surya telah banyak dilakukan pada produk pertanian. Alat pengering yang digunakan kebanyakan menggunakan satu kolektor. Dina dkk, 2015 menggunakan pengering surya yang memiliki satu kolektor untuk mengeringkan coklat menggunakan PCM. Demikian juga Noori dkk , 2019 menggunakan satu kolektor untuk mengeringkan tomat. Pruengam dkk, 2021 menggunakan 2 kolektor untuk mengeringkan pisang. Kedua kolektor berada pada sisi yang sama. Pada penelitian ini posisi kedua kolektor tidak pada satu sisi melainkan berseberangan.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mendapatkan alat pengering jamur tiram yang menggunakan 2 kolektor surya dan mencari model persamaan kinetika pengeringan yang dihasilkan.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan dengan rancang bangun dan percobaan yang dimulai dengan pembuatan alat, melakukan pengujian dan diakhiri dengan analisa data. Diagram alir penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah.



Gambar 2. Diagram alur penelitian

Alat

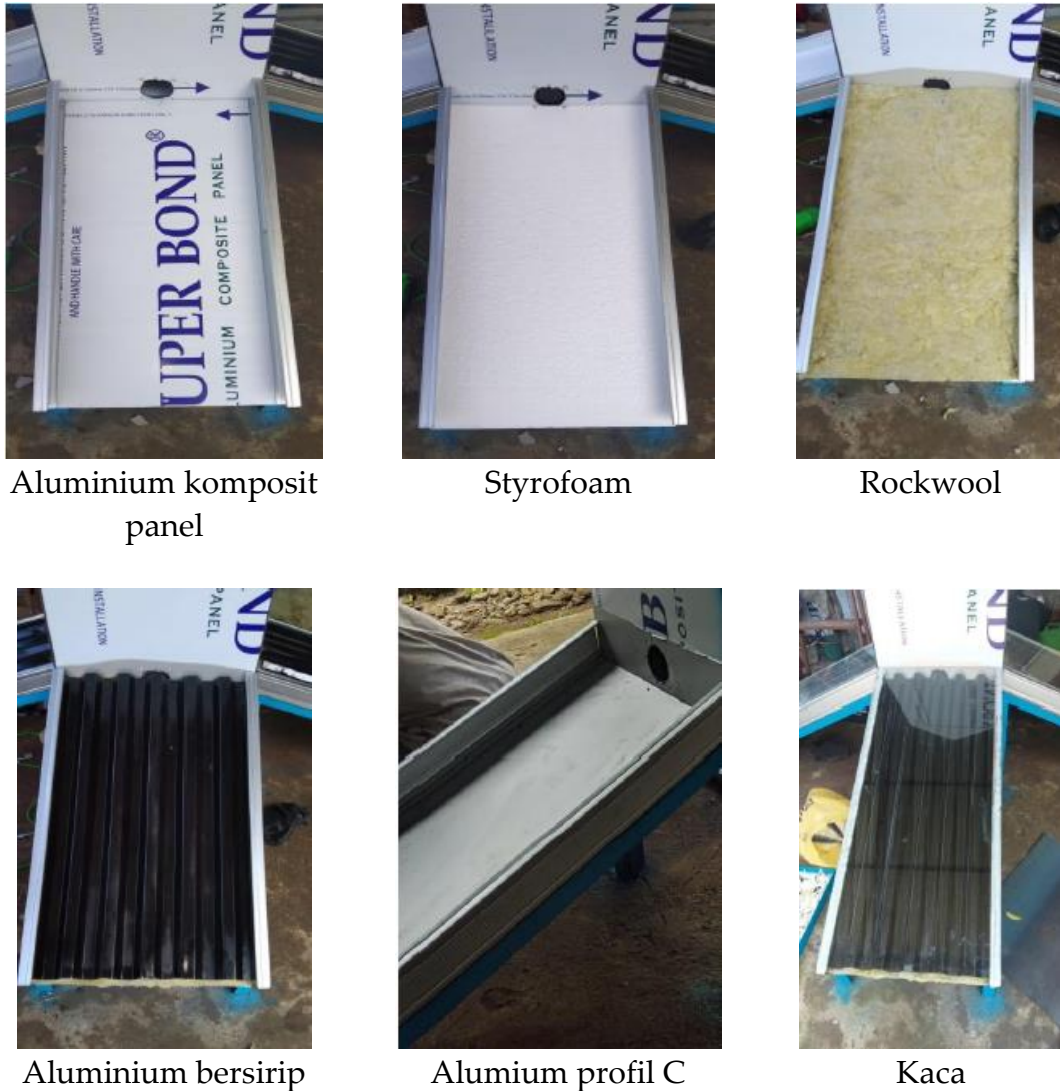
Peralatan yang dibutuhkan pada pembuatan alat pengering adalah beberapa alat pertukangan. Mesin las listrik digunakan untuk menyambung bagian bagian logam seperti rangka. Gerinda tangan digunakan untuk memotong, merapikan dan mengasah. *Rivet gun* berfungsi untuk menyatukan dua bagian menggunakan paku keling. Laptop digunakan untuk memonitor data yang dihasilkan oleh *data logger*. Sedangkan temperatur *data logger* untuk mengukur dan menyimpan data temperatur di dalam dan di luar *chamber*. Alat ukur *data logger* yang dibutuhkan dibeli secara *online* melalui *market place*. Alat ukur temperatur yang digunakan adalah *data logger* Elitech RC-5 yang memiliki akurasi 1 °C. Alat alat yang dibutuhkan tersebut ditunjukkan pada Gambar 3 di bawah.



Gambar 3. Peralatan yang digunakan pada pembuatan alat pengering

Bahan

Bahan bahan yang digunakan pada pembuatan alat pengering ini terdiri dari berbagai material. *Aluminium Composite Panel* berfungsi sebagai pelat penahan bagian bawah kolektor dan sebagai dinding *chamber*. *Styrofoam* dipakai sebagai isolator lapis pertama kolektor surya setelah APC. *Rockwool* digunakan sebagai isolator lapis kedua setelah *styrofoam*. Alumium bersirip dipakai sebagai *absorber* (penyerap) panas matahari. Material ini mempunyai konduktivitas yang baik. Pelat bersirip ini dicat berwarna hitam untuk meningkatkan nilai emisivitasnya. Dengan demikian radiasi panas matahari akan terserap maksimal dan sangat sedikit yang akan dipancarkan keluar kolektor. Aluminium profil C dipakai sebagai rangka atau dinding kolektor dan penopang semua bahan bahan yang digunakan sebagai kolektor panas. Bahan bahan yang digunakan untuk pembuatan alat pengering tersebut ditunjukkan pada Gambar 4 di bawah.



Gambar 4. Material yang digunakan pada pembuatan alat pengering

Proses pembuatan alat

Pembuatan alat dilakukan dengan langkah langkah seperti di bawah:

1. Pembuatan gambar kerja dengan 2 kolektor surya yang dipasang pada sisi beseberangan dan menentukan kebutuhan material yang digunakan
2. Pembuatan rangka ruang pengering dan kolektor surya
3. Penutupan ruang pengering dengan APC
4. Membuat kolektor degan susunan material APC, *styrofoam*, *rockwool*, pelat *absorber* dan kaca pada bagian paling atas
5. Pembuatan rak untuk bahan yang akan dikeringkan
6. Pengecatan rangka dan bagian bagian lain yang perlu
7. Pemasangan alat ukur

Percobaan pengeringan

Jumlah sampel yang digunakan pada percobaan adalah sebanyak 450 gr tiap rak. Total massa sampel yang digunakan untuk 4 rak adalah 1,8 kg. Pengukuran terhadap temperatur ruang pengering, temperatur udara luar dan massa sampel dilakukan dengan interval 15 menit. Percobaan dianggap selesai setelah massa jamur di rak 4 sudah tidak berubah. Setelah pengeringan selesai, sampel dikeringkan lagi selama 3 jam pada temperatur 105 °C untuk membuang semua kandungan air yang tersisa. Selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap kadar air (BSN, 1992). Massa sampel diukur menggunakan neraca SFC 400 dengan akurasi 0,001 gr. Pada penelitian ini kadar air dihitung menggunakan basis basah melalui persamaan (1)

$$KA = \frac{M_A}{M_{ttl}} \quad (1)$$

dimana:

KA = kadar air

M_A = massa air (gr)

M_{ttl} = massa air + massa bahan kering (gr)

Rasio kelembaban percobaan dihitung menggunakan persamaan (2)

$$MR = \frac{M_t - M_s}{M_0 - M_s} \quad (2)$$

dimana

MR = rasio kelembaban bahan

M_t = kadar air saat t menit (%)

M₀ = kadar air saat awal (%)

M_s = kadar air pada kesetimbangan (%)

Setelah kedua hal di atas selesai, dilakukan perhitungan laju pengeringan yang terjadi dengan menggunakan persamaan (3)

$$LP = \frac{Mt_1 - Mt_2}{\Delta t} \quad (3)$$

dimana

LP = laju pengeringan, gr/menit

Mt₁ = kadar air pada t menit, %

Mt₂ = kadar air pada t + 15 menit, %

Δt = selang waktu, menit

Persamaan kinetika pengeringan dicari yang paling sesuai berdasarkan model yang ada. Pada analisa digunakan persamaa persamaan statistik yaitu koefisien determinasi (R²), RMSE dan *chi square*. Rasio kelembaban yang dipakai adalah rasio kelembaban yang dihitung dari kadar

air rata rata ke empat rak. Koefisien determinasi dari data percobaan dihitung melalui persamaan (4)

$$R^2 = 1 - \left[\frac{\sum(MR_{Prd} - \sum MR_{Exp})^2}{\sum(\overline{MR_{Prd}} - \sum MR_{Exp})^2} \right] \quad (4)$$

dimana:

R^2 = koefisien determinasi

MR_{Prd} = rasio kelembaban dari prediksi

MR_{Exp} = rasio kelembaban dari percobaan

$\overline{MR_{Prd}}$ = rasio kelembaban rata – rata hasil prediksi

Nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) dihitung dengan menggunakan persamaan (5)

$$RSME = \left(\frac{\sum(MR_{Prd} - MR_{Exp})^2}{N} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

Perhitungan nilai *Chi-square* (χ^2) adalah dengan menggunakan persamaan (6)

$$\chi^2 = \frac{\sum(MR_{Exp} - MR_{Prd})^2}{N-n} \quad (6)$$

dimana

χ^2 = *chi-square* tereduksi

N = jumlah data yang diobservasi

n = jumlah parameter yang merupakan bilangan integer positif

Model persamaan kinetika pengeringan yang menjadi dasar pada penelitian ini merujuk pada beberapa persamaan yang telah digunakan sebelumnya. Persamaan-persamaan tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Persamaan kinetika pengeringan rujukan

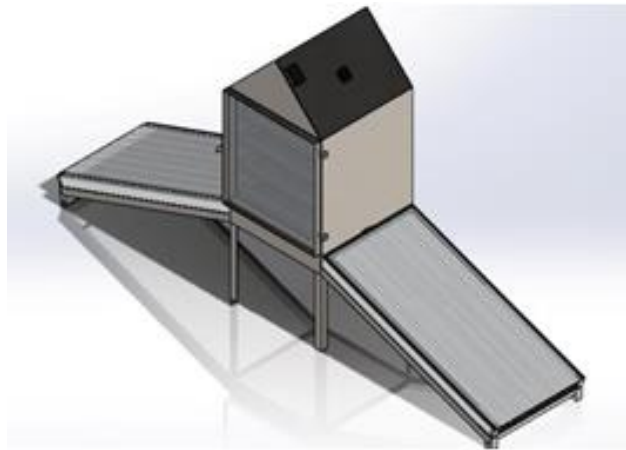
No	Nama Model	Persamaan	Referensi
1	Pages	$MR = ((ab) + (ct^d))/(b + t^d)$	(Najla dan Bawatharani, 2019)
2	MMF	$MR = (a + bt)/(1 + ct + dt^2)$	(Curveexpert, 2012)
3	Wang and Singh	$MR = 1 + at + bt^2$	(Akpinar, 2010)
4	Khazaei	$MR = a \exp\left(-k \left(\frac{t}{L_2}\right)^n\right)$	(Ngoulou dkk, 2019)

Pada penelitian ini, pemilihan persamaan yang paling sesuai dilakukan dengan menggunakan *software* CurveExpert Professional 1.6.5 dengan melihat nilai (R^2). Selanjutnya dihitung nilai *Root Mean Square Error* (RMSE)

dan *Chi Square*(χ^2) sehingga nantinya akan didapatkan sebuah model persamaan kinetika yang paling sesuai (Simanjuntak dan Widyawati,2022).

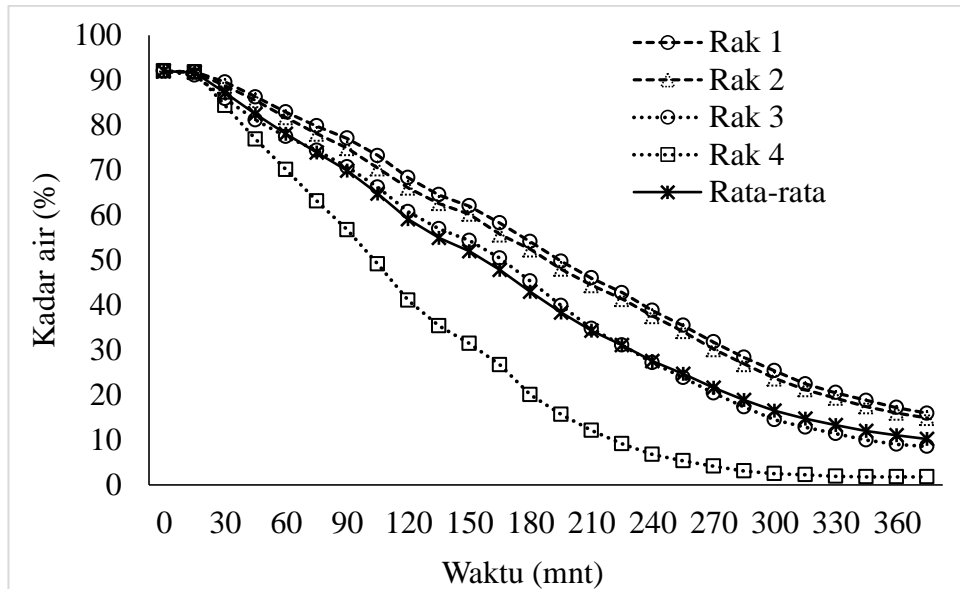
Hasil dan Pembahasan

Setelah pengerjaan pembuatan alat selesai, maka diperoleh alat pengering dengan dimensi lebar dan panjang 500 mm dan 1000 mm. Sudut kemiringan kolektor yang dipakai sebesar 20°. Ruang pengering dimana rak ditempatkan berdimensi lebar, panjang dan tinggi masing masing adalah 500 mm, 500 mm dan 1254 mm. Jumlah rak ada sebanyak 4 buah dan diletakkan pada posisi horizontal. Urutan rak paling bawah hingga paling atas adalah rak 4, 3, 2 dan 1. Pada percobaan pengeringan, posisi kolektor ada disebelah Timur dan Barat. Percobaan dilakukan di Politeknik Negeri Medan pada hari Senin dan Selasa tanggal 30 dan 31 Mei 2022 pukul 10.30 hingga 16.00. Total waktu yang dibutuhkan pada percobaan ini adalah 375 menit dalam 2 hari. Alat pengering surya sebagai hasil rancang bangun ditunjukkan pada Gambar 5 di bawah.



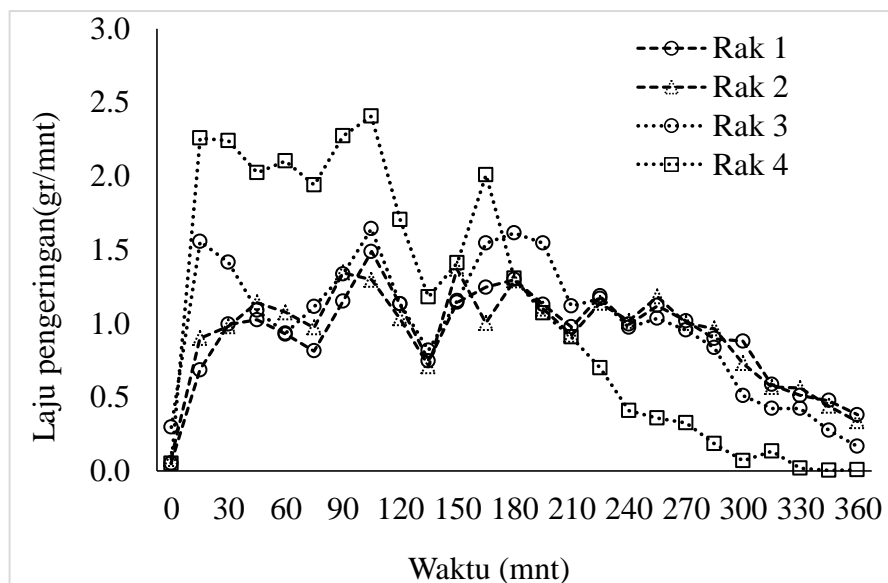
Gambar 5. Pengering surya

Data kadar air yang diperoleh untuk masing masing rak dan rata rata ditunjukkan pada Gambar 6. Hasil menunjukkan rak 4 merupakan rak paling bawah adalah yang paling cepat kering diikuti oleh rak 3, 2 dan 1. Sedangkan hasil rata rata mendekati hasil pada rak 2. Kadar air akhir pengeringan untuk rak 4, 3, 2, 1 dan rata rata masing masing sebesar 1,77%, 8,51%, 14,85%, 15,92% dan 10,26%. Hal ini disebabkan karena udara pada rak ke 3, 2 dan 1 lebih lembab dibanding pada rak 4 sehingga pengeringan menjadi lebih lambat.

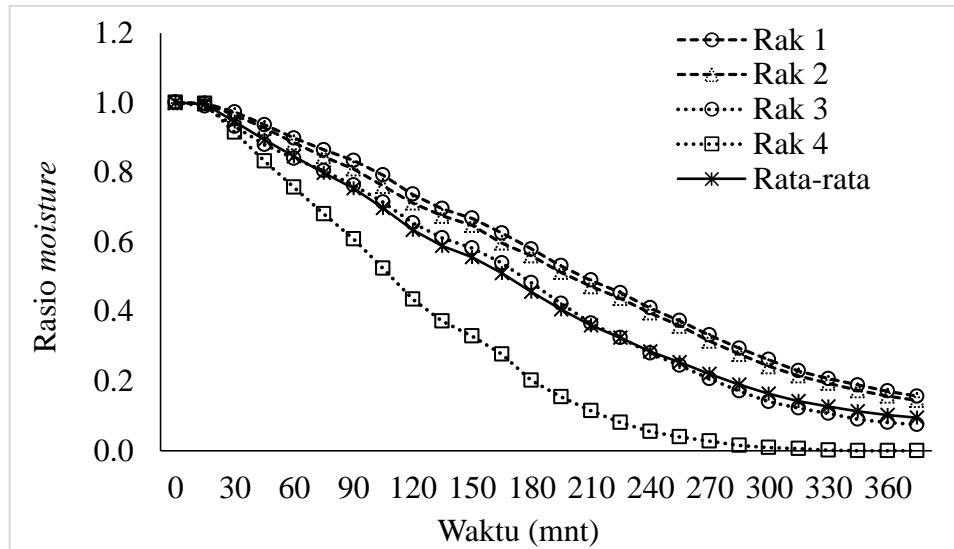


Gambar 6. Kadar air selama proses pengeringan

Laju pengeringan yang terjadi ditunjukkan pada Gambar 7. Pada awal pengeringan terlihat laju pengeringan pada rak 4 adalah yang paling tinggi diikuti oleh rak 3, 2 dan 1. Sedangkan menjelang akhir pengeringan laju pengeringan rak 4 menjadi yang paling kecil diikuti rak 3, 2 dan 1. Hal ini disebabkan karena kandungan air yang terdapat pada jamur sudah menjadi mengecil.



Gambar 7. Kadar air selama proses pengeringan



Gambar 8. Rasio *moisture* selama proses pengeringan

Rasio *moisture* diperoleh sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 8. Rasio *moisture* ini digunakan untuk mencari parameter statistik. Rasio *moisture* yang dipakai yaitu rasio *moisture* rata rata. Nilai nilai parameter statistik percobaan pengeringan jamur tiram menggunakan 2 kolektor surya ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Paramete statistik

Model	Konstanta	R ²	Std Error	RMSE	Square (χ ²)
Pages	k= 3,134 E-04; y = 1,513 E+00	0,9993	0,0086	0,0083	0,0001
MMF	a = 9,969 E+03; b = 7,308 E+03; c = -2,73 E-01; d = 1,656 E+00	0,9988	0,0112	0,0102	0,0001
Wang and Singh	a = -3,403 E-03; b = 2,294 E-06	0,9909	0,0299	0,0286	0,0009
Khazaei	a = 9,734 E-01; B = 2,656 E-02; b = 2,652 E+06, c=2,641 E-03	0,9777	0,0491	0,0452	0,0022

Tabel 2 menunjukkan model kinetika pengeringan yang diusulkan oleh Pages adalah model yang paling sesuai dengan percobaan yang telah dilakukan. Nilai R² diperoleh sebesar 0,9993 kemudian diikuti oleh model MMF dan model Wang dan Singh. Nilai R² kedua model tersebut masing masing adalah 0,9988 dan 0,9909. Nilai RMSE untuk ketiga model masing masing adalah 0,0083; 0,0102 dan 0,0286. Model Page telah banyak digunakan sebagai model kinetika pengeringan. Beberapa penelitian yang menggunakannya seperti Amiri dkk, 2012 pada pengeringan bawang putih. Najla dan Bawatharani, 2019 pada pengeringan cabai merah megggunakan *solar dryer* satu kolektor surya. Sedangkan model MMF digunakan oleh Salehi dan Satorabi, 2021 ketika mengeringkan buah persik dengan

pengering inframerah. Model Wang dan Singh diperoleh peneliti Khawas dkk, 2015 pada pengeringan pisang menggunakan pengering *tray*.

Simpulan

Alat pengering yang berhasil dibuat memiliki 2 buah kolektor surya. Ukuran panjang dan lebar kolektor surya adalah 1000 mm dan 500 mm. Sudut kemiringan kolektor adalah 20°. Jumlah rak yang digunakan ada sebanyak 4 buah dengan sampel jamur masing masing rak adalah 450 gr. Penelitian ini menunjukkan model kinetika pengeringan terbaik adalah model yang diusulkan oleh Pages. Parameter statistik untuk R^2 , RMSE dan *Chi Square* masing masing adalah sebesar 0,9993; 0,0083; 0,0001. Kadar air jamur rata rata setelah pengeringan selama 375 menit adalah 10,26% dari kadar air awal sebesar 92,47%.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dian Pranata Tarihoran yang telah membantu penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Akpinar E.K. 2010. Drying of mint leaves in a solar dryer and under open sun: modelling performance analyses. *Energy Conversion Management*, 51, 2407–2418.
- Bsn.go.id. (1992) SNI 01-2891-1992.
- Chayjan, R.A., Salari, K. dan Shadidi B. 2012. Modeling some drying characteristic of garlic sheets under semi fluidized and fluidized bed conditions. *Research in Agricultural Engineering*, 15(2), 73-82.
- Dina, S.F., Ambarita, H., Napitupulu, F.H., dan Kawai, H. 2015, Study on effectiveness of continuous solar dryer integrated with desiccant thermal storage for drying cocoa beans. *Case Studies in Thermal Engineering*, 5, 32–40.
- Hyams development.(2012). Curveexpert 1.6.5.
- Khawas, P., Dash, K.K., Das, A.J., dan Deka, S.C. 2015. Drying characteristic and assessment of physicochemical and microstructural properties of dried culinary banana slices. *International Journal Food Engineering*, 11(5), 1-13.
- Kortei, J.N.K. 2011. Growing oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) on composted agrowastes; An efficient way of utilizing lignocellulosic materials. Germany: Lambert Academic Publishing.
- Kumari, D., Reddy, M. S. dan Upadhyay, R. C. 2011. Nutritional composition and antioxidant activities of 18 different wild *Cantharellus* mushrooms of Northwestern Himalayas. *Food Science and Technology International*, 17, 557-567.
- Mohana, Y., Mohanapriya, R., Anukiruthika, T., Yoha, K.S., Moses, J.A. dan Anandharamkrishnan, C. 2020. Solar dryers for food applications: Concepts, designs, and recent advances. *Solar Energy*, 208, 321–344.

- Najla, M.M.M. dan Bawatharani, R. 2019. Evaluation of Page Model on Drying Kinetics of Red Chillies. *IRE (Iconic Research and Engineering) journal*, 2 (10), 1 – 10.
- Ngoulou, M., Elenga, R.G., Ahouet, L., Bouyila, S, dan Konda, S. 2019. Modeling the Drying Kinetics of Earth Bricks Stabilized with Cassava Flour Gel and Amylopectin. *Geomaterial*, 9(1), 40-53.
- Noori, A.W., Royen, M.J., dan Haydary J. 2019. An active indirect solar system for food products drying. *Acta Chimica Slovaca Slovaca*, 12(1), 142–149.
- Pruengam, P., Pathaveerat, S., dan Pukdeewong, P. 2021. Fabrication and testing of double-sided solar collector dryer for drying banana. *Case Studies in Thermal Engineering*, 27, 101335.
- Salehi, F. dan Satorabi, M. 2021. Effect of basil seed and xanthan gums on colouring and surface change kinetics of peach slices during infrared drying. *Acta Technologica Agriculturae* 3, 24(3), 150-156.
- Simanjuntak, M.E., dan Widyawati, P.S. 2022. Model matematika pengeringan daun bunga kecombrang (*Etilingera elatior* jack) pada pengering rotary skala laboratorium. *Agrointek*, 16(1), 104–112.
- Singh, V.K, Patel, Y. dan Naraiyan, R. 2012. Medicinal properties of *Pleurotus* species (*Oyster Mushroom*): A review. *World Journal of Fungal and Plant Biology* 3, 1-12.
- Zulfarina, Suryawati, E., Yustina, Putra, R.S., dan Taufik, H. 2019. Budidaya jamur tiram dan olahannya untuk kemandirian masyarakat desa. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 5(3), 358-370.