

Pengeringan Dendeng Ikan Manyung (*Arius thalassinus*) dengan Pengereng Energi Surya YSD-UNIB12

The Drying of Manyung Fish (Arius thalassinus) Jerky using YSD-UNIB12 Solar Dryer

Yuwana*, Andre Zulliansyah, Laili Susanti, Zulman Efendi
Department of Agricultural Technology, Faculty of Agriculture, Universitas Bengkulu
Jl. Beringin Raya, Bengkulu 38119, Indonesia

*yuwana@unib.ac.id

Received: 19th April, 2018; 1st Revision: 07th February, 2019; 2nd Revision: 14th February, 2019; Accepted: 15th February, 2019

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah mendiskripsikan kurva *moisture ratio* dan melakukan pendugaan lama pengeringan dendeng ikan manyung (*Arius thalassinus*) dengan Pengereng Energi Surya YSD-UNIB12. Percobaan dilakukan dengan mempersiapkan sampel sesuai dengan cara pembuatan dendeng ikan dan selanjutnya tiga perlakuan ditetapkan yaitu ketebalan dendeng (0,5 cm dan 1 cm), lama perendaman dalam larutan bumbu (1 jam, 3 jam dan 5 jam), dan posisi sampel pada rak yaitu rak1 (bawah), rak2 (tengah) dan rak3 (atas), masing-masing dilakukan dengan tiga ulangan. Pengamatan dilakukan terhadap suhu dan kelembaban relatif ruang pengereng dan udara luar, serta penurunan berat sampel sepanjang proses pengeringan dari pukul 09.00-16.00 WIB sampai pengeringan selesai dengan kadar air akhir ikan 12%. Hasil percobaan menunjukkan bahwa pengereng mampu menaikkan suhu udara 15,2 °C lebih tinggi dari udara luar dan menurunkan kelembaban relatif 31% lebih rendah dari udara luar. Model kurva hubungan antara *moisture ratio* dan kadar air dengan waktu pengeringan adalah kuadratik. Lama pengeringan hanya dipengaruhi oleh tebal dendeng dan posisi di rak. Rata-rata waktu penyelesaian pengeringan berkisar antara 11,9 jam sampai 30,3 jam.

Kata kunci: kadar air, lama waktu pengeringan, *moisture ratio*, pendugaan

Abstract

The objectives of this study were to describe the curves of *moisture ratio* and *moisture content* and to predict drying times of the jerked flesh of Manyung fish (*Arius thalassinus*) dried by utilizing YSD-UNIB12 solar. The experiments were set up by employing three treatments, i.e., thickness of jerked flesh (0.5 cm and 1 cm), flesh submerging time in spices solution (1, 3 and 5 hours), and rack's positions that were rack1 (lower), rack2 (middle) and rack3 (upper) with three replications each. The observation was carried out at 9 AM to 4 AM for drying room temperature and relative humidity, ambient temperature and relative humidity, and weight of samples along drying process until the fish *moisture content* of 12%. The result of experiments showed that the dryer generated the drying chamber temperature 15.2°C higher than the ambient temperature, and the drying chamber relative humidity 31% lower than the ambient relative humidity. Both models of curves of *moisture ratio* and *moisture content* versus drying time were quadratic (polynomial second order). Only the position of the rack and the thickness of jerked fish affected drying time. The drying time to produce dry jerked fish varied from 11.9 hours to 30.3 hours.

Keywords: drying time, *moisture content*, *moisture ratio*, prediction

PENDAHULUAN

Pengeringan merupakan cara pengolahan ikan yang paling banyak dipraktikkan oleh masyarakat. Ikan yang dikeringkan biasanya merupakan ikan yang kurang laku dipasarkan dalam bentuk segar, baik karena ukurannya kurang memenuhi syarat maupun jenis ikannya yang memang kurang disukai oleh konsumen. Salah satu jenis ikan yang kurang disukai oleh kon-

sumen untuk dimasak dalam bentuk segar adalah ikan Manyung (*Arius thalassinus*).

Ikan Manyung mempunyai kulit sangat berlendir dan dagingnya berbau sangat menyengat. Beberapa bentuk olahan ikan manyung yang pengolahannya melalui proses pengeringan diantaranya adalah ikan kering, jambal roti dan dendeng ikan. Pada pembuatan dendeng ikan, ikan diiris dengan ketebalan tertentu, direndam dalam bumbu dan kemudian dikeringkan. Pengeringan

ikan manyung yang dilakukan oleh para nelayan dan pelaku bisnis skala kecil adalah penjemuran. Daging ikan ini sulit kering sehingga membutuhkan waktu pengeringan yang cukup lama. Bau dari daging ikan yang sangat atraktif terhadap serangga juga membuat daging ikan ini rawan kontaminasi.

Upaya perbaikan cara pengeringan banyak dilakukan dengan mengembangkan berbagai model yaitu model langsung yakni produk menerima sinar matahari secara langsung, antara produk dan matahari hanya ada penghalang berupa tabir transparan yang biasanya plastik atau kaca (Olokor & Omojowo, 2009; Nandwani, 2011; Almuhan, 2012; Arun, Ayyappan, & Sreenarayanan, 2014), model tidak langsung yaitu produk menerima udara panas yang dipanaskan oleh kolektor panas yang mengumpulkan panas dari matahari (Banout & Ehl, 2010; Nandwani, 2011; Sulaiman, Abdullah, & Aliasak, 2013; Phadke, Walke, & Kriplani, 2015), model campuran yaitu produk menerima panas langsung dari matahari dan dari udara panas yang dipanaskan oleh kolektor panas (Azimi *et al.*, 2012; Munir, Sultan, & Iqbal, 2013).

Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu mengembangkan beberapa tipe pengering energi surya diantaranya adalah tipe YSD-UNIB12. Pengering ini telah diujikan untuk mengeringkan cabai merah, sawi dan daun singkong (Yuwana & Silvia, 2012), singkong (Silvia & Yuwana, 2012), bahan pakaian (Yuwana, Sidebang, & Silvia, 2013), ikan lele (Yuwana, Tarigan, & Silvia, 2017). Kinerja pengeringan diantaranya dikaji dengan menemukan kurva *moisture ratio* berfungsi waktu pengeringan, dan kadar air berfungsi waktu pengeringan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kurva *moisture ratio* dan kadar air berfungsi waktu, dan melakukan pendugaan waktu penyelesaian pengeringan ikan manyung dengan menggunakan pengering energi surya tipe YSD-UNIB12.

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Bahan utama penelitian ini adalah ikan manyung (*Arius thalassinus*) yang didapatkan dari tempat pendaratan ikan Pulau Baii, Kota Bengkulu. Ikan segar disimpan dalam *freezer* menunggu persiapan untuk pembuatan dendeng. Bahan yang lain adalah adonan bumbu yang terdiri dari air bersih, bawang merah, bawang putih, asam jawa, ketumbar, lengkuas, gula merah, minyak goreng kemasan, garam dan jahe. Aluminium foil

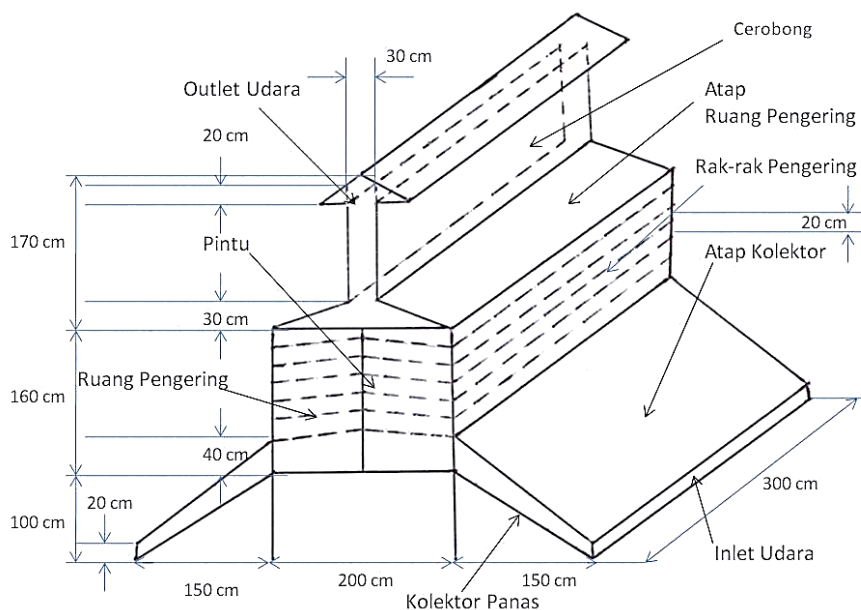
dan plastik kedap udara untuk mengamankan sampel.

Alat Penelitian

Alat utama penelitian adalah pengering energi surya YSD-UNIB12 (Gambar 1). Bangunan alat pengering terbuat dari rangka baja yang meliputi ruang pengering, cerobong dan ruang kolektor panas. Seluruh bangunan tersebut ditutup dengan plastik UV12%.

Ruang pengering berdimensi 3 m x 2 m x 1,25 m, berisi 5 pasang (kiri, kanan) dengan ukuran masing-masing 280 cm x 90 cm yang dipasang bersusun dengan jarak pisah 25 cm, dan dilengkapi dengan pintu untuk memasuk-keluarkan rak pengering. Rak pengering terbuat dari anyaman kawat berlapis nilon tahan karat yang dibingkai dengan rangka baja ringan. Rel-rel dipasang untuk meletakkan rak-rak pengering sehingga rak-rak tersebut dapat dimasukkan atau dikeluarkan dengan digeser. Penampang melintang adalah 40 cm x 60 cm sedangkan tingginya adalah 125 cm dari titik puncak atap ruang pengering. Celah pengeluaran udara lembab dibuat pada dinding bagian atas cerobong. Ruang pengering dilengkapi dengan plenum berukuran 2 m x 3 m x 0,5 m sebagai tempat terakumulasinya udara panas dan kering yang berasal dari kolektor panas. Kolektor panas berjumlah dua, dibuat dari pelat seng gelombang bercat hitam luasan 3 m x 1,55 m yang permukaan bagian bawahnya dilapisi dengan isolator panas berupa papan triplek. Celah (inlet) udara segar dengan lebar 15 cm dibuat sepanjang ujung bawah kolektor.

Alat pengering beroperasi sebagai berikut: Ikan basah yang dikeringkan, terlebih dahulu, diletakkan di atas rak pengering dan selanjutnya rak pengering dimasukkan ke dalam ruang pengering. Pelat kolektor menyerap panas dari cahaya matahari yang menerobos atap kolektor, panas yang terakumulasi akan memanaskan udara yang mengalir dari inlet, udara panas mengalir menuju plenum dan melanjutkan perjalanan menerobos rak-rak pengering dan menguapkan air yang dikandung oleh ikan basah yang sudah berada di atas rak-rak tersebut. Sepanjang perjalanan menerobos rak-rak pengering, udara kering juga mendapat tambahan panas dari cahaya matahari yang menerobos dinding pengering. Udara lembab akan keluar dari ruang pengering melalui outlet cerobong pengering. Kadar air ikan akan menurun sejalan dengan berjalannya waktu dan mencapai batas tertentu yang dikehendaki sebagai tanda proses pengeringan selesai.



Gambar 1. Skematik Alat Pengering YSD-UNIB12

Alat-alat penunjang penelitian yang lain meliputi nampan untuk menaruh ikan, jangka sorong untuk mengukur ketebalan irisan ikan sampel, pisau untuk memotong ikan, mangkok untuk wadah ikan sampel sesuai dengan perlakuan, timbangan analitik untuk penimbangan sampel, termohigrometer untuk mengukur suhu dan kelembaban udara. Oven digunakan mengeringkan sampel untuk kemudian dapat ditentukan berat kering dari sampel.

Penyiapan Sampel

Sampel dipersiapkan mengikuti prosedur pembuatan dendeng yaitu penyiangan (pembuangan isi perut ikan) dan pencucian, pemotongan sesuai dengan perlakuan ketebalan, perendaman dalam larutan garam 2% selama 15 menit, penyiapan bumbu dan pelarutan bumbu dalam 2 liter air dan mendidihkannya selama 30 menit, perendaman sesuai dengan perlakuan, dan pengeringan sesuai dengan perlakuan.

Rancangan Percobaan Pengeringan

Sampel dipersiapkan sesuai dengan perlakuan ketebalan yaitu 0,5 cm dan 1 cm, lama perendaman dalam bumbu yaitu 1 jam, 3 jam dan 5 jam, dan peletakan dalam rak pengering yaitu rak1 (bawah), rak2 (tengah) dan rak3 (atas) sehingga terdapat 18 kombinasi perlakuan. Pada setiap percobaan pengeringan semua kombinasi ketebalan dan perendaman diletakkan bersamasama di atas 3 rak yang berbeda. Pengeringan dilakukan dari pukul 09.00 sampai 16.00 WIB sampai dendeng kering (berat sampel konstan).

Apabila dendeng belum kering maka angkat sampel dari rak dan dibungkus dengan aluminium foil dan dimasukkan ke dalam kantong plastik kedap udara dan disimpan ke dalam *freezer* untuk dilakukan pengeringan hari berikutnya. Percobaan pengeringan dilakukan dengan 3 ulangan.

Pengamatan Parameter Pengeringan

Parameter yang diamati meliputi suhu dan kelembaban relatif ruang pengering, suhu dan kelembaban relatif udara luar, berat sampel. Pengamatan dilakukan setiap hari dari pukul 09.00 sampai 16.00 WIB dengan interval waktu 1 jam. Pada akhir pengeringan sampel dioven dengan suhu 105 °C selama 24 jam untuk menentukan berat keringnya.

Analisa Data

Data dipresentasikan dalam bentuk grafik hubungan antara suhu, kelembaban relatif, *moisture ratio*, kadar air (dasar basah) dengan waktu pengeringan. Kurva kadar air berfungsi waktu, waktu penyelesaian pengeringan diduga dengan menggunakan kadar air dendeng 12% (sesuai dengan kadar air dendeng SNI 01-2908-1992). *Moisture ratio* dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$MR = \frac{KA_{db} - KA_e}{KA_i - KA_e} \quad (1)$$

MR = Moisture Ratio (desimal)

KA_{db} = Kadar air sesaat dasar kering (%)

KA_i = Kadar air awal dasar kering (%)

KA_e = Kadar air lengas seimbang (%)

$$KA_{db} = \frac{M_w - M_d}{M_d} \times 100 \quad (2)$$

KA_{db} = Kadar air dasar kering (%)

M_w = Berat basah sampel (kg)

M_d = Berat kering sampel (kg).

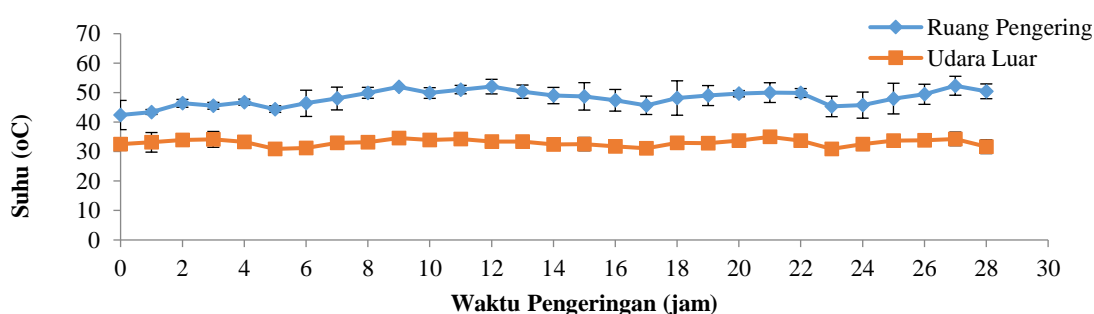
Kadar air dasar basah dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$KA_{wb} = \frac{M_w - M_d}{M_w} \times 100 \quad (3)$$

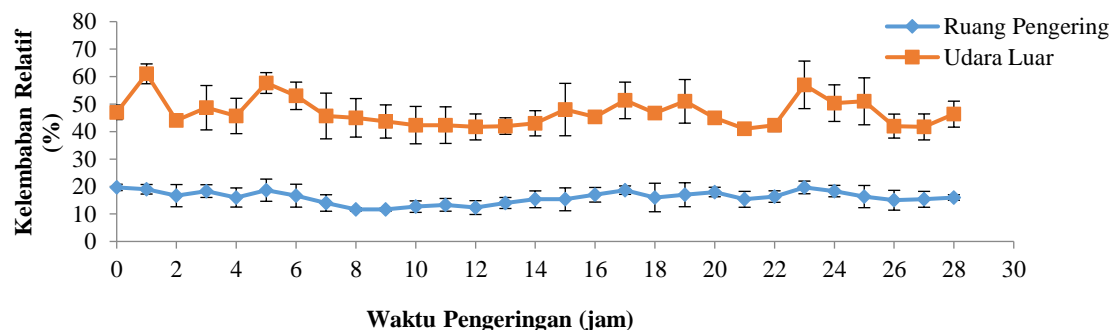
KA_{wb} = Kadar Air dasar basah (%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu dan kelembaban relatif udara luar dan ruang pengering selama percobaan pengeringan disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Rata-rata suhu ruang pengering dan udara luar masing-masing adalah $48,2(\pm 2,8)$ °C dan $33(\pm 1,5)$ °C sedangkan rata-rata kelembaban relatif ruang pengering dan udara luar masing-masing adalah $16(\pm 2,7)\%$ dan $47(\pm 5,1)\%$. Dengan demikian pengering mampu menaikkan suhu udara $15,2$ °C lebih tinggi dari udara luar dan menurunkan kelembaban relatif 31% lebih rendah dari udara luar.



Gambar 2. Perubahan Suhu Ruang Pengering dan Udara Luar Selama Proses Pengeringan



Gambar 3. Perubahan Kelembaban Relatif Ruang Pengering dan Udara Luar Selama Proses Pengeringan

Tabel 1. Persamaan *moisture ratio* berfungsi waktu pengeringan dan koefisien determinasinya untuk setiap kombinasi perlakuan

Kode Perlakuan	Persamaan	Koefisien Determinasi (R^2)	Kode Perlakuan	Persamaan	Koefisien Determinasi (R^2)
R1T1P1	$MR_{rak1} = 0,001t^2 - 0,077t + 0,990$	0,976	R1T2P1	$MR_{rak1} = 0,000t^2 - 0,034t + 0,909$	0,978
R2T1P1	$MR_{rak2} = 0,003t^2 - 0,120t + 1,101$	0,990	R2T2P1	$MR_{rak2} = 0,000t^2 - 0,050t + 0,997$	0,988
R3T1P1	$MR_{rak3} = 0,007t^2 - 0,179t + 1,163$	0,992	R3T2P1	$MR_{rak3} = 0,001t^2 - 0,071t + 1,067$	0,998
R1T1P2	$MR_{rak1} = 0,001t^2 - 0,08t + 1,026$	0,994	R1T2P2	$MR_{rak1} = 0,000t^2 - 0,057t + 1,002$	0,991
R2T1P2	$MR_{rak2} = 0,002t^2 - 0,116t + 1,105$	0,996	R2T2P2	$MR_{rak2} = 0,000t^2 - 0,045t + 0,979$	0,988
R3T1P2	$MR_{rak3} = 0,005t^2 - 0,160t + 1,154$	0,996	R3T2P2	$MR_{rak3} = 0,001t^2 - 0,069t + 1,048$	0,996
R1T1P3	$MR_{rak1} = 0,001t^2 - 0,077t + 1,033$	0,994	R1T2P3	$MR_{rak1} = 0,000t^2 - 0,052t + 1,045$	0,996
R2T1P3	$MR_{rak2} = 0,002t^2 - 0,106t + 1,056$	0,987	R2T2P3	$MR_{rak2} = -0,000t^2 - 0,040t + 1,036$	0,999
R3T1P3	$MR_{rak3} = 0,004t^2 - 0,142t + 1,104$	0,990	R3T2P3	$MR_{rak3} = 0,000t^2 - 0,057t + 1,020$	0,997

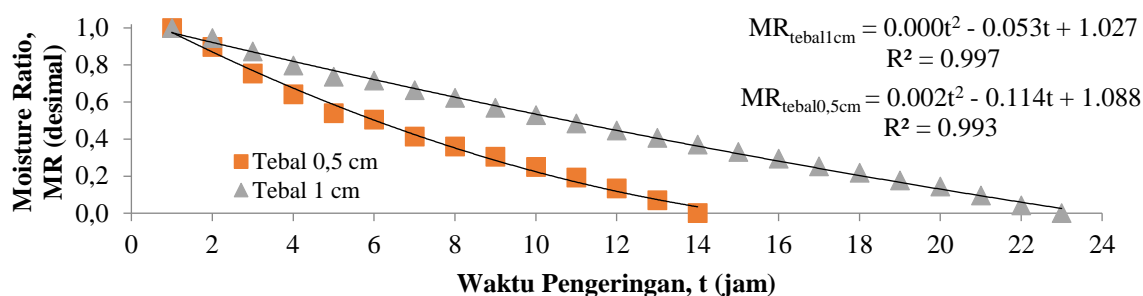
Keterangan: R = rak (1= bawah, 2 = tengah, 3= atas); T = tebal (1= 0,5 cm, 2 = 1 cm); P = lama perendaman (1 = 1 jam, 2 = 3 jam, 3 = 5 jam)

Persamaan kurva *moisture ratio* terhadap waktu pengeringan beserta nilai koefisien determinasinya untuk semua kombinasi perlakuan disajikan pada Tabel 1. Model hubungan antara *moisture ratio* dengan waktu pengeringan yang mengilustrasikan pengaruh ketebalan dendeng tampak pada Gambar 4 sedangkan pengaruh lama perendaman tampak pada Gambar 5.

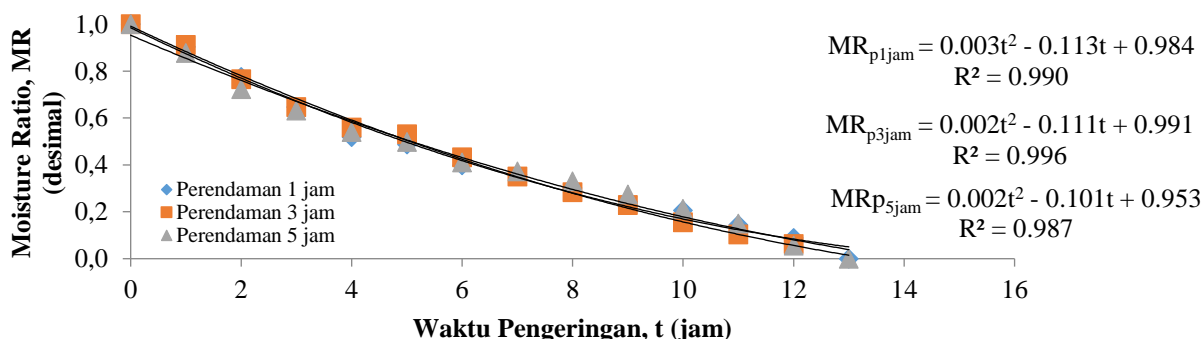
Model kurva kuadratik untuk *moisture ratio* berfungsi waktu pernah ditemukan oleh Wang & Singh (1978) pada pengeringan padi. Pengeringan ikan model ini jarang ditemukan oleh para peneliti. Dari Gambar 4 dapat dilihat ketebalan dendeng sangat memengaruhi laju perubahan nilai

(gradien) *moisture ratio* terhadap waktu pengeringan. Pada Gambar 5 lama perendaman tidak begitu memengaruhi gradien *moisture ratio* terhadap waktu pengeringan yang ditunjukkan oleh kurva-kurvanya yang saling berimpitan.

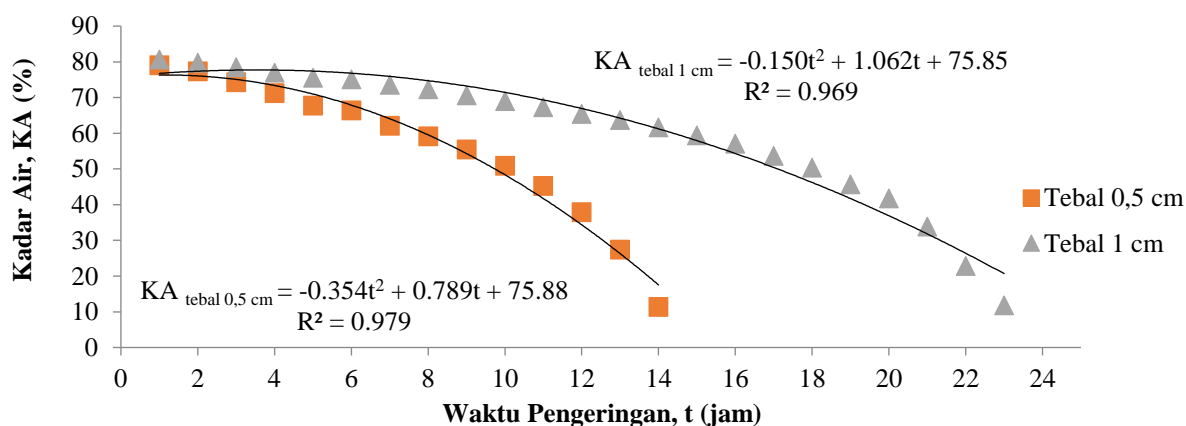
Gambar 6 memperlihatkan kurva hubungan antara kadar air dengan waktu pengeringan yang menunjukkan ketebalan dendeng memengaruhi waktu penyelesaian pengeringan yakni semakin tipis dendeng semakin cepat waktu penyelesaian pengeringan. Gambar 7 lama perendaman tidak begitu berpengaruh terhadap waktu penyelesaian pengeringan.



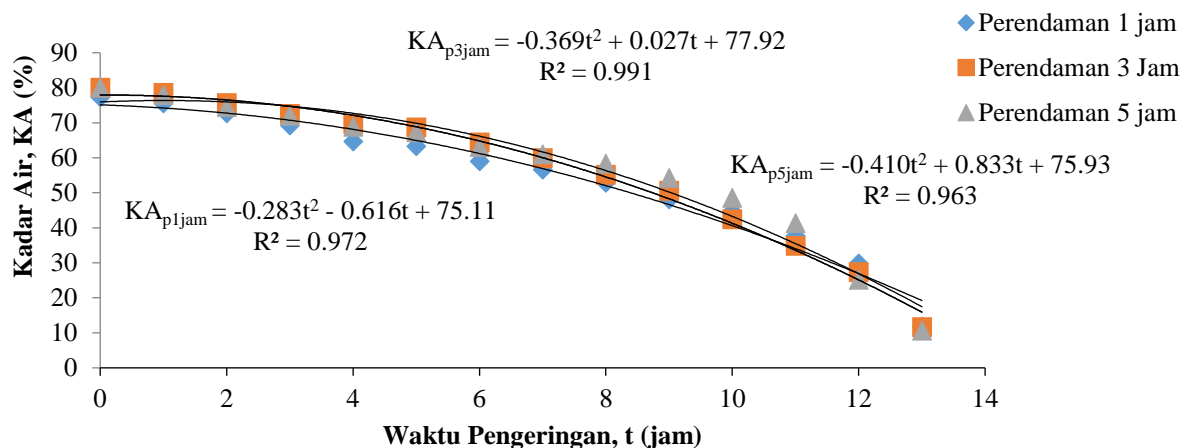
Gambar 4. Kurva *Moisture Ratio* Versus Waktu Pengeringan untuk Ketebalan Dendeng Berbeda



Gambar 5. Kurva *Moisture Ratio* Versus Waktu Pengeringan untuk Waktu Perendaman Dendeng Berbeda



Gambar 6. Kurva Hubungan Kadar Air dengan Waktu Pengeringan dengan Ketebalan Dendeng Berbeda



Gambar 7. Kurva Hubungan Kadar Air dengan Waktu Pengeringan dengan Lama Perendaman Dendeng Berbeda

Tabel 2. Persamaan kadar air berfungsi waktu pengeringan dan koefisien determinasinya untuk setiap kombinasi perlakuan

Kode Perla- kuan	Persamaan	Koefisien Determinasi (R ²)	Kode Perla- kuan	Persamaan	Koefisien Determinasi (R ²)
R1T1P1	$KA_{rak1} = -0,165t^2 + 0,004t + 75,76$	0,979	R1T2P1	$KA_{rak1} = -0,088t^2 + 0,635t + 73,96$	0,957
R2T1P1	$KA_{rak2} = -0,283t^2 - 0,616t + 75,11$	0,972	R2T2P1	$KA_{rak2} = -0,148t^2 + 0,845t + 75,29$	0,955
R3T1P1	$KA_{rak3} = -0,153t^2 - 4,090t + 78,49$	0,987	R3T2P1	$KA_{rak3} = -0,154t^2 - 0,022t + 78,30$	0,997
R1T1P2	$KA_{rak1} = -0,146t^2 - 0,331t + 77,30$	0,987	R1T2P2	$KA_{rak1} = -0,059t^2 - 0,456t + 77,50$	0,982
R2T1P2	$KA_{rak2} = -0,369t^2 + 0,027t + 77,92$	0,991	R2T2P2	$KA_{rak2} = -0,111t^2 - 0,204t + 77,75$	0,980
R3T1P2	$KA_{rak3} = -0,294t^2 - 2,040t + 79,80$	0,997	R3T2P2	$KA_{rak3} = -0,174t^2 + 1,167t + 74,80$	0,954
R1T1P3	$KA_{rak1} = -0,185t^2 + 0,100t + 77,03$	0,993	R1T2P3	$KA_{rak1} = -0,066t^2 - 0,114t + 78,03$	0,974
R2T1P3	$KA_{rak2} = -0,410t^2 + 0,833t + 75,93$	0,963	R2T2P3	$KA_{rak2} = -0,192t^2 + 1,642t + 77,24$	0,966
R3T1P3	$KA_{rak3} = -0,409t^2 - 0,568t + 77,56$	0,985	R3T2P3	$KA_{rak3} = -0,153t^2 + 0,522t + 76,55$	0,981

Keterangan: R = rak (1= bawah, 2 = tengah, 3= atas); T = tebal (1= 0,5 cm, 2 = 1 cm); P = lama perendaman (1 = 1 jam, 2 = 3 jam, 3 = 5 jam)

Tabel 3. Lama waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pengeringan (kadar air dendeng 12%) untuk masing-masing kombinasi perlakuan percobaan

Kode Perlakuan	Waktu Penyelesaian Pengeringan (jam)		
	Berdasarkan Perlakuan	Rata-rata Berdasarkan Lama Perendaman	Rata-rata Berdasarkan Ketebalan
R1T1P1	19,7	15,1	15,4
R2T1P1	13,9		
R3T1P1	11,7		
R1T1P2	20,0	15,2	15,4
R2T1P2	13,4		
R3T1P2	12,1		
R1T1P3	19,0	14,9	15,4
R2T1P3	13,5		
R3T1P3	12,0		
R1T2P1	30,4	24,9	25,6
R2T2P1	23,7		
R3T2P1	20,7		
R1T2P2	29,7	25,3	25,6
R2T2P2	23,4		
R3T2P2	22,6		
R1T2P3	30,8	25,4	25,6
R2T2P3	23,2		
R3T2P3	22,3		

Keterangan: R = rak (1= bawah, 2 = tengah, 3= atas); T = tebal (1= 0,5 cm, 2 = 1 cm); P = lama perendaman (1 = 1 jam, 2 = 3 jam, 3 = 5 jam)

Berdasarkan ketentuan kadar air dendeng 12%, dari persamaan hubungan antara kadar air dengan waktu pengeringan Tabel 2 didapatkan waktu penyelesaian pengeringan untuk semua kombinasi perlakuan seperti disajikan pada Tabel 3. Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa posisi rak memengaruhi waktu penyelesaian pengeringan yaitu semakin tinggi posisi rak maka semakin cepat waktu penyelesaian pengeringan. Berdasarkan posisi rak, waktu penyelesaian pengeringan berkisar antara 12,0 sampai 20,0 jam untuk ketebalan dendeng 0,5 cm dan antara 20,7 sampai 30,8 jam untuk ketebalan dendeng 1 cm. Tabel tersebut juga menunjukkan bahwa ketebalan dendeng memengaruhi penyelesaian pengeringan yaitu menipiskan ketebalan menjadi setengahnya membuat penyelesaian pengeringan menjadi 1,66 kali lebih cepat. Selanjutnya lama perendaman dendeng ke dalam larutan bumbu tidak memengaruhi lama penyelesaian pengeringan.

KESIMPULAN

Model kurva hubungan antara *moisture ratio* dan kadar air dendeng dengan waktu pengeringan adalah kuadratik. Posisi rak pengering dan ketebalan dendeng memengaruhi lama penyelesaian pengeringan, yakni semakin tinggi letak rak dan semakin tipis dendeng semakin cepat waktu penyelesaian pengeringan. Rata-rata lama waktu pengeringan untuk dendeng dengan ketebalan 0,5 cm pada posisi rak1, rak2 dan rak3 masing-masing adalah 19,6 jam, 13,6 jam dan 11,9 jam sedangkan rata-rata lama waktu pengeringan untuk dendeng dengan ketebalan 1 cm pada posisi rak1, rak2 dan rak3 masing-masing adalah 30,3 jam, 23,5 jam dan 21,9 jam sedangkan lama perendaman tidak memengaruhi lama penyelesaian pengeringan waktu pengeringan.

Daftar Pustaka

- Almuhanna, E. A. (2012). Utilization of a solar greenhouse as a solar dryer for drying dates under the climatic conditions of the Eastern Province of Saudi Arabia. *Journal of Agricultural Science*, 4(3), 237–246. <https://doi.org/10.5539/jas.v4n3p237>
- Arun, S., Ayyappan, S., & Sreenarayanan, V. V. (2014). Experimental and comparison studies on drying characteristics of sliced cut tomatoes and cube cut tomatoes. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 3(4), 25–31.
- Azimi, A., Tavakoli, T., Beheshti, H. K., & Rahimi, A. (2012). Experimental study on eggplant drying by an indirect solar dryer and open sun drying. *Iranica Journal of Energy & Environment*, 3(4), 347–353. <https://doi.org/10.5829/idosi.ijee.2012.03.04.14>
- Banout, J., & Ehl, P. (2010). Using a Double-pass solar drier for drying of bamboo shoots. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 111(1), 119–127.
- Munir, A., Sultan, U., & Iqbal, M. (2013). Development and performance evaluation of a locally fabricated portable solar tunnel dryer for drying of fruits, vegetables and medicinal plants. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 50(3), 493–498.
- Nandwani, S. S. (2011). Design construction and study of direct and indirect natural circulation solar dryer in Costa Rica. *ISESCO Science and Technology Vision*, 7(11), 43–47.
- Olorok, J. O., & Omojowo, F. S. (2009). Adaptation and improvement of a simple solar tent dryer to enhance fish drying. *Nature and Science*, 7(10), 18–24.
- Phadke, P. C., Walke, P. V., & Kriplani, V. M. (2015). A review on indirect solar dryers. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 10(8), 3360–3371.
- Silvia, E., & Yuwana. (2012). Kinerja Prototipe Pengering Energi Surya Model YSD-UNIB12 Dalam Meringkakan Singkong. In *Seminar Nasional Menuju Pertanian yang Berdaulat* (pp. 263–270). Bengkulu: Badan Penerbitas Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.
- Sulaiman, F., Abdullah, N., & Aliasak, Z. (2013). Solar drying system for drying empty fruit bunches. *Journal of Physical Science*, 24(1), 75–93.
- Wang, C. Y., & Singh, R. P. (1978). Use of variable equilibrium moisture content in modeling rice drying. *Paper - American Society of Agricultural Engineers*.
- Yuwana, Sidebang, B., & Silvia, E. (2013). Kinerja pengering energi surya model YSD-UNIB12 termodifikasi untuk mengeringkan bahan pakaian. *Jurnal Agroindustri*, 3(2), 98–104.
- Yuwana, & Silvia, E. (2012). Penggunaan Pengering Energi Surya Model YSD-UNIB12 Untuk Pengeringan Cabai Merah, Sawi Dan Daun Singkong. In *Seminar Nasional Menuju Pertanian yang Berdaulat* (pp. 145–152). Bengkulu: Badan Penerbitas Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.

Yuwana, Y., Tarigan, R. N. B., & Silvia, E. (2017).
Solar drying modes of catfish (*Clarias gariepinus*).

International Journal of Engineering Inventions,
6(4), 6–12.

-