

Analisis Kinerja Pengering Surya Tipe Rak Menggunakan Heat Absorber Pelat Gelombang dengan Aliran Udara Natural

Jamal Jamal^{1*}

¹ Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia
*jamal_mesin@poliupg.ac.id

Abstract: *The current study aims to determine the performance of a rack-type solar dryer. The solar dryer uses a heat absorber in the form of a large wave plate and a small wave which is placed in the solar collector room. The dried material is cassava. The system used is natural air flow due to density differences. The research was carried out by making two rack-type solar collectors, the difference being the heat absorber used, one large wave and the other small wave. The test was carried out simultaneously between the two solar dryers. In this study, the results of large-wave solar dryers with an average efficiency of 9.24% had a better performance than small-wave solar dryers with an average efficiency of 7.68%. In the large wave solar dryer, the average efficiency on rack 1 is 1.33%, on rack 2 is 3.83% and on rack 3 is 5.93%. In the small wave solar dryer, the average efficiency on rack 1 is 1.50%, on rack 2 is 3.88% and on rack 3 is 2.30%.*

Keywords: *dryer; solar energy; wave; cassava*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari pengering surya tipe rak, pengering surya ini menggunakan heat absorber berupa pelat gelombang besar dan gelombang kecil yang diletakkan pada ruang kolektor surya. Bahan yang dikeringkan adalah singkong. Sistem yang digunakan adalah aliran udara natural akibat perbedaan densiti. Penelitian dilakukan dengan membuat dua buah kolektor surya tipe rak, yang membedakannya adalah heat absorber yang digunakan, yaitu satu gelombang besar dan yang lainnya gelombang kecil. Pengujian dilakukan secara bersamaan antara kedua pengering surya tersebut. Pada penelitian ini diperoleh hasil pengering surya gelombang besar dengan efisiensi rata-rata 9,24 % memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan pengering surya gelombang kecil dengan efisiensi rata-rata 7,68 %. Pada pengering surya gelombang besar diperoleh efisiensi rata-rata pada rak 1 sebesar 1,33 %, pada rak 2 sebesar 3,83 % dan pada rak 3 sebesar 5,93 %. Pada pengering surya gelombang kecil diperoleh efisiensi rata-rata pada rak 1 sebesar 1,50 %, pada rak 2 sebesar 3,88 % dan pada rak 3 sebesar 2,30 %.

Kata kunci: pengering; energi surya; gelombang; singkong.

I. PENDAHULUAN

Prinsip kerja pengering surya tipe rak adalah udara akan masuk ke ruang kolektor surya melewati lubang yang ada pada bagian bawah ruang kolektor surya, dimana energi surya yang memancar melewati kaca pada bagian atas ruang kolektor surya menimbulkan efek rumah kaca dan menyebabkan temperatur udara dalam ruang kolektor surya semakin meningkat, selanjutnya udara panas secara alamiah mengalir dari ruang kolektor surya menuju ke ruang pengering, aliran udara ini terjadi akibatnya adanya perbedaan densitas udara akibat perbedaan temperatur, sehingga udara panas yang kering bergerak ke ruang pengering menggantikan udara dingin dan lembab. Udara kering dalam ruang pengering selanjutnya menguapkan kandungan air dalam bahan yang dikeringkan, dengan menguapnya kandungan air dalam bahan menyebabkan bahan secara bertahap menjadi kering. Adanya uap air yang keluar dari bahan yang dikeringkan menyebabkan udara menjadi lembab sehingga densitasnya meningkat, selanjutnya udara lembab tersebut secara alamiah bergerak ke bagian bawah ruang pengering. Karena terdapat lubang pada bagian bawah ruang pengering menyebabkan udara lembab terbuang keluar ruang pengering.

Pengering surya tipe rak telah dikembangkan untuk mengeringkan ubi kayu, jumlah rak pada pengering ini adalah sebanyak 5 rak [1], pada penelitian ini diperoleh hasil efisiensi pengeringan sebesar 9,36 % hingga 16,62 %.

Pengering surya tipe rak juga dikembangkan untuk mengeringkan jagung, variasi penelitian ini adalah menggunakan 4 jenis heat absorber yang dipasang pada ruang kolektor, yaitu model zig-zag, pelat berfin, gelombang besar dan gelombang kecil [2], diperoleh hasil bahwa penggunaan heat absorber gelombang besar menghasilkan kinerja terbaik, disusul model zig-zag, selanjutnya model pelat berfin dan yang memiliki kinerja terendah adalah penggunaan heat absorber gelombang kecil.

Pengering surya tipe rak telah dikembangkan untuk mengeringkan kulit mentah untuk kerupuk, pengering ini menggunakan ventilator udara pada bagian atasnya dan dilakukan pengujian pada kondisi udara cerah dan mendung [3]. Hasil pengujian yang diperoleh adalah pada kondisi udara cerah suhu udara ruang pengering mencapai 40 °C sedangkan pada kondisi udara mendung suhunya 35 °C.

Pengering surya tipe rak juga telah dikembangkan untuk mengeringkan jagung, penelitian dilakukan dengan membuat aliran masuk udara pada kolektor surya dan aliran udara keluar pada bagian bawah dan atas ruang pengering, variasi penelitian dilakukan dengan mengatur bukaan keluar aliran udara pada bagian atas pengering, variasi yaitu dibuka semua, dibuka setengah dan ditutup semua [4], pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa ditutup semua memberikan kinerja terbaik, disusul dibuka setengah dan yang memiliki kinerja terendah adalah ketika dibuka semua.

Pengering surya tipe rak juga telah dikembangkan untuk mengeringkan ikan teri, penelitian dilakukan dengan pengujian menggunakan energi surya, energi biomassa dan hibrid [5]. Hasil pengujian adalah dengan penggunaan energi surya diperoleh efisiensi sebesar 20,319 %.

Pengering surya tipe rak juga telah dikembangkan untuk mengeringkan jagung, penelitian dilakukan dengan membuat aliran masuk udara pada kolektor surya dan aliran udara keluar pada bagian bawah dan atas ruang pengering, pada ruang kolektor diletakkan pelat datar yang dicat hitam, pengamatan dilakukan pada kinerja pengeringan disetiap raknya [6], pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa dengan adanya aliran udara pada bagian atas ruang pengering menyebabkan terjadi pelapasan kalor sehingga kinerja terbaik berada pada rak bawah, kemudian rak tengah dan kinerja terendah pada rak bagian atas.

Pengembangan pengering surya juga dilakukan untuk mengeringkan pisang menggunakan pengering tipe rak dengan kolektor surya ganda, variasi penelitian pada pengering ini adalah menggunakan energi surya dan biomassa [7]. Hasil penelitian diperoleh bahwa penggunaan energi surya mampu menurunkan kadar air yang terkandung dalam pisang hingga 22%.

Pengembangan lainnya dari pengering surya tipe rak adalah untuk mengeringkan jagung, variasi penelitian pada pengering ini adalah menggunakan 4 jenis heat absorber yang dipasang pada ruang kolektor, yaitu model zig-zag, pelat berfin, gelombang besar dan gelombang kecil, variasi lain pada penelitian ini adalah massa bahan yang dikeringkan [8], pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa penggunaan heat absorber gelombang besar menghasilkan kinerja terbaik, disusul model zig-zag, selanjutnya model pelat berfin dan yang memiliki kinerja terendah adalah penggunaan heat absorber gelombang kecil. hasil lain dari penelitian ini adalah semakin besar massa yang dikeringkan maka efisiensinya semakin besar tetapi penurunan kadar airnya semakin kecil.

Pengembangan lainnya dari pengering surya tipe rak juga dilakukan untuk mengeringkan jagung, variasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengering ini menggunakan ventilator udara dan tanpa ventilator [9]. Hasil penelitian yang diperoleh adalah tidak ada perbedaan tingkat pengeringan antara penggunaan ventilator dan tanpa ventilator.

Pengembangan lainnya dari pengering surya tipe rak adalah juga telah dilakukan untuk mengeringkan ikan nila [10]. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah efisiensi dari pengering tipe rak dalam mengeringkan ikan nila adalah sebesar 33,43 %.

Pengembangan lainnya dari pengering surya tipe rak adalah juga telah dilakukan untuk mengeringkan gabah, pengering ini juga menggunakan panel surya yang difungsikan untuk mengaktifkan pemanas listrik [11]. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah mampu menurunkan kadar air gabah dari 48,46 % menjadi 14,9 % selama 11 jam.

Pengembangan pengering surya juga dilakukan untuk mengeringkan akar kayu bajakah menggunakan pengering tipe rak dengan kolektor surya ganda, variasi penelitian pada pengering ini

adalah menggunakan energi surya dan biomassa [12]. Hasil penelitian diperoleh bahwa penggunaan energi surya mampu menurunkan kadar air yang terkandung dalam akar kayu bajakah dari 63 % menjadi 10.3 % selama 9 jam.

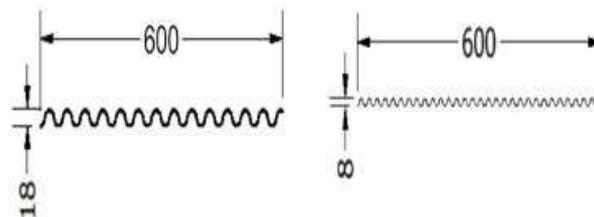
II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan secara desain eksperimental, penelitian dimulai dengan membuat dua buah pengering surya tipe rak, seperti terlihat pada gambar 1. Pada bagian depan kolektor surya diberi lubang sebanyak 5 buah, yang berfungsi sebagai tempat masuknya udara kering dari luar dan dipanaskan saat melewati kolektor surya. Pada bagian bawah ruang pengering diberi lubang sebanyak 5 buah, yang berfungsi sebagai tempat pembuangan udara lembab. Pergerakan masuknya udara kering dan keluarnya udara lembab adalah berlangsung secara alamiah yang disebabkan oleh perbedaan densitas. Pembuatan dua buah pengering surya bertujuan agar dapat dilakukan pengujian secara bersamaan, sehingga hasilnya dapat dibandingkan dengan tepat. Data hasil pengujian dianalisa untuk mengetahui kinerja dari pengering surya tipe rak tersebut.



Gambar 1. Pengering surya tipe rak

Perbedaan dari kedua pengering surya tersebut adalah pada ruang kolektor surya, dimana pada kolektor surya dipasangkan heat absorber berupa pelat yang berbentuk gelombang besar (GB) dan gelombang kecil (GK). Adapun bentuk dan ukuran dari pelat gelombang tersebut dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Heat absorber pelat gelombang besar (GB) dan gelombang kecil (GK)



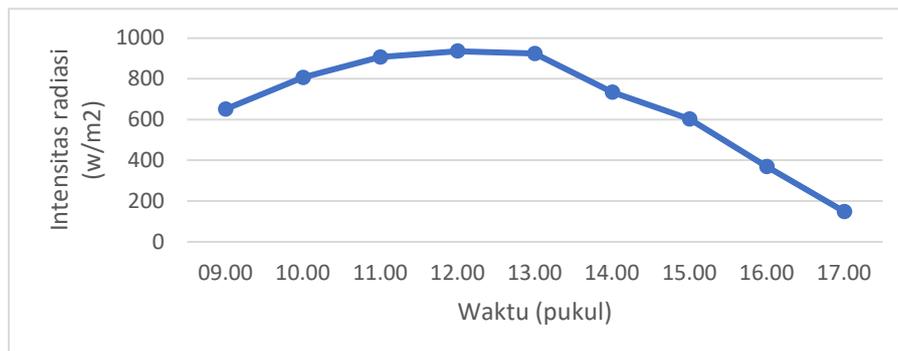
Gambar 3. Tiga buah rak pada ruang pengering

Pengering surya tipe rak dalam penelitian ini memiliki tiga buah rak pengering, dapat dilihat pada gambar 3. Adapun susunan raknya adalah rak 1 berada pada bagian bawah, rak 2 berada pada bagian tengah dan rak 3 berada pada bagian atas. Adapun bahan yang dikeringkan adalah singkong yang telah dikupas dan dipotong-potong, seperti terlihat pada gambar 3.

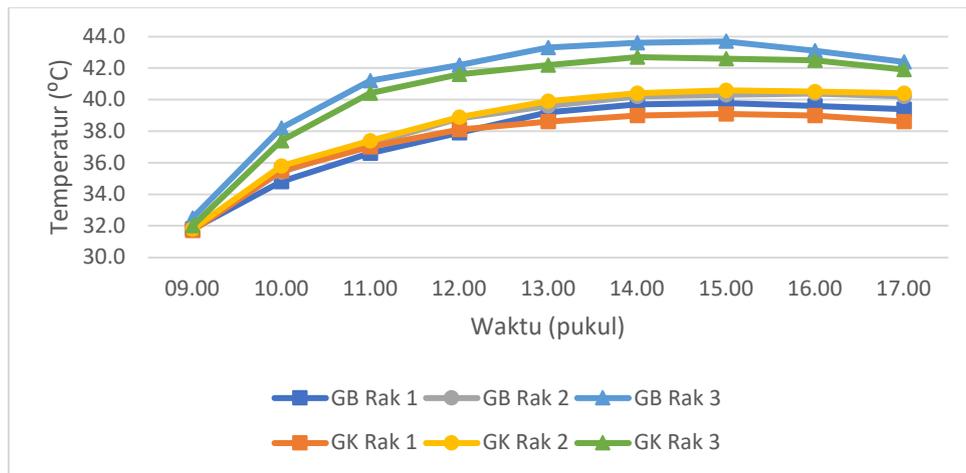
Pengujian dilaksanakan dari pukul 09.00 – 17.00 wita, pengambilan data dilakukan setiap jam, adapun data yang diukur adalah intensitas radiasi matahari, temperatur bahan yang dikeringkan pada setiap rak, temperatur kolektor surya, temperatur ruang pengering, temperatur udara sekeliling, massa bahan yang dikeringkan. Efisiensi diperoleh dengan menghitung energi output berupa besarnya penguapan air yang terkandung dalam singkong dan dibagi dengan besarnya energi matahari yang mengenai kolektor surya secara tegak lurus.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 4 memperlihatkan besarnya intensitas radiasi matahari setiap jam dari pukul 08.00 – 17.00 wita. Grafik intensitas radiasi matahari berbentuk parabolik dimana awalnya terjadi peningkatan hingga pukul 12.00 wita, setelah itu mengalami penurunan. Kecilnya intensitas pada sore hari disebabkan karena kondisi cuaca saat pengujian adalah mendung disore hari. Intensitas radiasi matahari terbesar 936 w/m^2 terjadi pada pukul 12.00 wita dan intensitas radiasi matahari terkecil 149 w/m^2 terjadi pada pukul 17.00 wita, Adapun intensitas radiasi matahari rata-rata 675 w/m^2 .



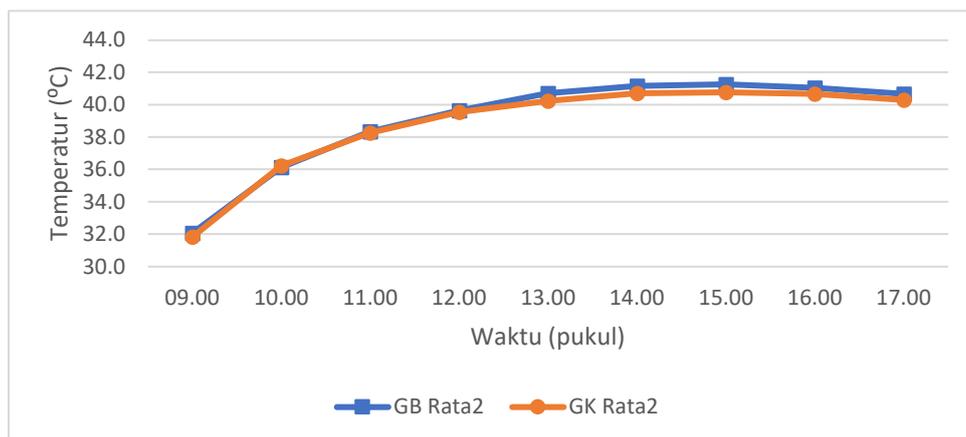
Gambar 4. Intensitas radiasi matahari saat pengujian



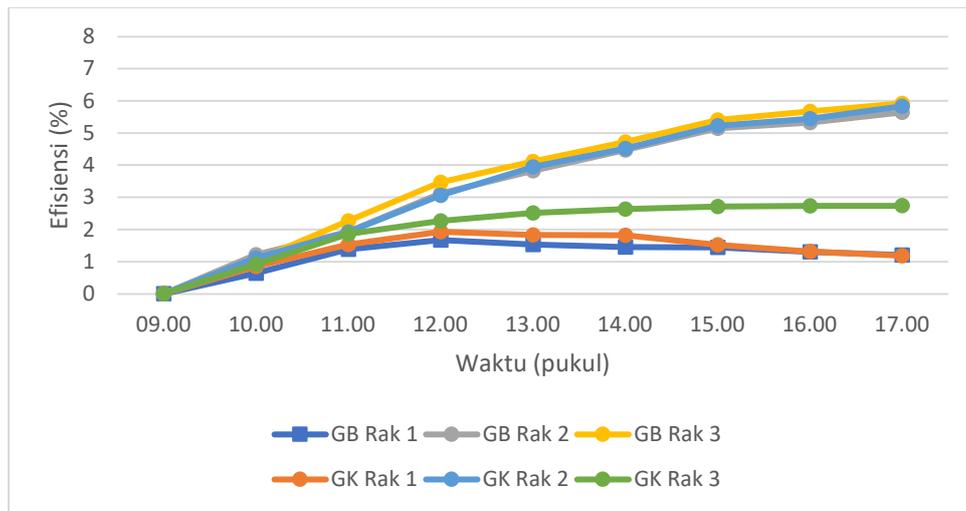
Gambar 5. Temperatur bahan yang dikeringkan pada setiap rak

Temperatur bahan yang dikeringkan pada setiap rak dapat dilihat pada gambar 5, baik pada pengering surya dengan gelombang besar maupun pada gelombang kecil. Pada gambar 5 terlihat bahwa pada pengujian dari pukul 09.00 – 17.00 wita terjadi kenaikan temperatur bahan secara parabolik setiap kenaikan waktu, dengan temperatur maksimum terjadi pada pukul 14.00 wita yang terjadi pada rak 3 GK sebesar 42,7 °C dan pada pukul 15.00 wita yang terjadi pada rak 1 GB sebesar 39,8 °C, pada rak 3 GB sebesar 43,7 °C, pada rak 1 GK sebesar 39,1 °C dan pada rak 2 GK sebesar 40,6 °C serta pada pukul 16.00 wita yang terjadi pada rak 2 GB sebesar 40,4 °C. Temperatur bahan rata-rata pada rak 1 GB sebesar 37,6 °C, rak 2 GB sebesar 38,2 °C, rak 3 GB sebesar 41,1 °C, rak 1 GB sebesar 37,4 °C, rak 1 GB sebesar 38,4 °C dan rak 1 GB sebesar 40,4 °C,

Pada gambar 6 memperlihatkan temperatur rata-rata seluruh rak pada setiap waktu pengukuran. Terlihat bahwa grafik yang diperoleh berbentuk parabolik, dimana temperatur maksimum terjadi pada pukul 15.00 wita yaitu pada pengering GB sebesar 41,3 °C dan pada pengering GK sebesar 40,8 °C. Adapun temperatur rata-rata pada keseluruhan waktu pengujian untuk setiap pengering diperoleh pada pengering GB sebesar 39,0 °C dan pada pengering GK sebesar 38,7 °C.

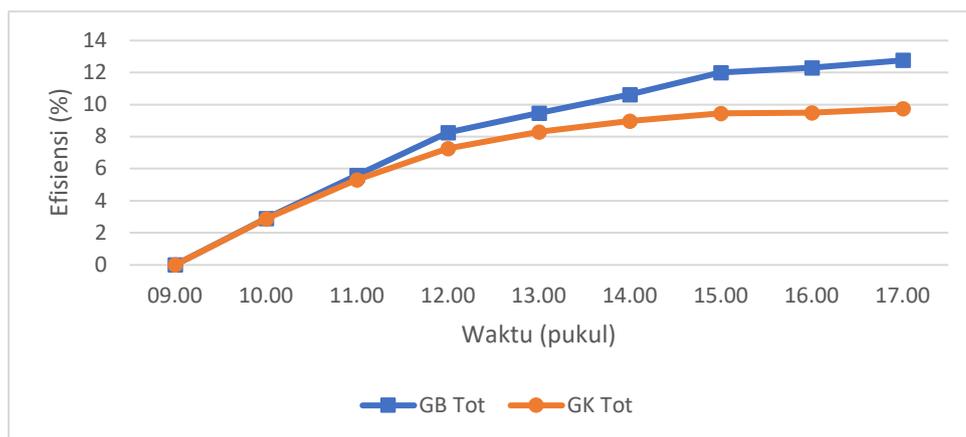


Gambar 6. Temperatur rata-rata bahan yang dikeringkan



Gambar 7. Efisiensi pengering surya pada tiap rak

Gambar 7 memperlihatkan efisiensi bahan yang dikeringkan pada setiap rak, baik pada pengering surya dengan gelombang besar maupun pada gelombang kecil. Pada gambar 7 terlihat bahwa pada pengujian dari pukul 09.00 – 17.00 wita terjadi kenaikan efisiensi bahan secara parabolik. Pada rak 1 diperoleh untuk pengering GB efisiensi maksimum sebesar 1.68 % pada pukul 12.00 wita dengan efisiensi rata-rata sebesar 1.33 % sedangkan untuk pengering GK efisiensi maksimum sebesar 1.93 % pada pukul 12.00 wita dengan efisiensi rata-rata sebesar 1.50 %. Pada rak 2 diperoleh untuk pengering GB efisiensi maksimum sebesar 5.65 % pada pukul 17.00 wita dengan efisiensi rata-rata sebesar 3.83 % sedangkan untuk pengering GK efisiensi maksimum sebesar 5.83 % pada pukul 17.00 wita dengan efisiensi rata-rata sebesar 3.88 %. Pada rak 3 diperoleh untuk pengering GB efisiensi maksimum sebesar 5.93 % pada pukul 17.00 wita dengan efisiensi rata-rata sebesar 4.08 % sedangkan untuk pengering GK efisiensi maksimum sebesar 2.74 % pada pukul 17.00 wita dengan efisiensi rata-rata sebesar 2.30 %. Pada gambar 7 terlihat bahwa selisih kinerja antara pengering GB dan GK pada rak 1 (1,33 % pada GB dengan 1,50 % pada GK) dan rak 2 (3,83 % pada GB dengan 3,88 % pada GK) tidak signifikan. Selisih yang signifikan terlihat pada rak 3 dimana pengering GB memiliki efisiensi rata-rata 5,93 % sedangkan pengering GK memiliki efisiensi rata-rata 2,30 %.



Gambar 8. Efisiensi total pengering surya tipe rak

Efisiensi rata-rata seluruh rak pada setiap waktu pengukuran dapat dilihat pada gambar 8, dimana terlihat bahwa grafik yang diperoleh berbentuk parabolik. Pada gambar 8 terlihat bahwa efisiensi

maksimum terjadi pada pukul 17.00 wita dimana pada pengering GB sebesar 12,78 % dan pada pengering GK sebesar 9,76 %. Adapun efisiensi rata-rata pada keseluruhan waktu pengujian untuk setiap pengering diperoleh pada pengering GB sebesar 9,24 % dan pada pengering GK sebesar 7,68 %.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data serta hasil dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengering surya gelombang besar dengan efisiensi rata-rata 9,24 % memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan pengering surya gelombang kecil dengan efisiensi rata-rata 7,68 %.
2. Kinerja pengering surya pada rak 1 sebanding antara gelombang besar dengan efisiensi rata-rata 1,33 % dan gelombang kecil dengan efisiensi rata-rata 1,50 %.
3. Kinerja pengering surya pada rak 2 sebanding antara gelombang besar dengan efisiensi rata-rata 3,83 % dan gelombang kecil dengan efisiensi rata-rata 3,88 %.
4. Pada rak 3 pengering surya gelombang besar dengan efisiensi rata-rata 5,93 % memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan gelombang kecil dengan efisiensi rata-rata 2,30 %.
5. Pengering surya gelombang besar kinerja terbaik pada rak 3 dengan efisiensi rata-rata 5,93 %, kemudian rak 2 dengan efisiensi rata-rata 3,83 % dan kinerja terendah pada rak 1 dengan efisiensi rata-rata 1,33 %.
6. Pengering surya kecil besar kinerja terbaik pada rak 2 dengan efisiensi rata-rata 3,88 %, kemudian rak 3 dengan efisiensi rata-rata 2,30 % dan kinerja terendah pada rak 1 dengan efisiensi rata-rata 1,50 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ismail, T., & Anton, K. "Rancang Bangun Alat Pengering Ubi Kayu Tipe Rak Dengan Memanfaatkan Energi Surya". In Prosiding Seminar Nasional AvoER ke-3, October 2011, pp. 26-27.
- [2] Sri, S., Sukma, A., AM Shiddiq, Y., & Jamal, J. "Impacts of Fin Variation on the Performance of Shelf Type Solar Dryer". *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 13(1), 2015, 17-21.
- [3] Pratoto, A., Yani, E., Fajri, N., & Saputra M, D. A. "Unjuk kerja Pengering Surya Tipe Rak Pada Pengeringan Kerupuk Kulit Mentah". *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV)*, 2015.
- [4] Jamal, J. "Control of Natural Convection Flow for Optimize the Performance Solar Dryers". *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 818, 2016, pp 272-275.
- [5] Hanafi, R., Siregar, K., & Nurba, D. "Modifikasi dan uji kinerja alat pengering energi surya-hybrid tipe rak untuk pengeringan ikan teri". *Rona Teknik Pertanian*, 10(1), 2017, 10-20.
- [6] Jamal, J., Suwasti, S., Abadi, S., Sampetoding, R., & Lomba, C. "Analisis Pengaruh Aliran Natural Terhadap Kinerja Pengering Surya Tipe Rak Untuk Proses Pengering Jagung". *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 14(1), 2019, 78-85.
- [7] Masela, M. R., Jamaludin, S. L., & Mulyono, T. "Uji alat pengering pisang tipe rak energi surya dan biomassa". *Musamus AE Featur J*, 1(2), 2019, 54-57.
- [8] Jamal, J., Suwasti, S., & Abadi, S. Performance analysis of rack type solar dryers with mass variations of dried material and types of fins. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 619, No. 1, October 2019, p. 012029. IOP Publishing.
- [9] Harianda, I., & Zaenuri, M. A. "Rancang Bangun Pengering Jagung Energi Surya Dengan Turbin Ventilator". *Jurnal Integrasi*, 12(2), 2020, 105-111.
- [10] Suhandi, J., Misran, M., Adawyah, R., & Candra, C. "Efektivitas Alat Pengering Model MSN Type Rak Pada Kualitas Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Kering". *Fish Scientiae*, 10(1), 2020, 11-22.

- [11] Usman, U., Muchtar, A., Muhammad, U., & Lestari, N. “Purwarupa dan kinerja pengering gabah hybrid solar heating dan photovoltaic heater dengan sistem monitoring suhu”. *Jurnal Teknik Elektro*, 12(1), 2020, 24-32.
- [12] Ivanto, M., Wiranto, W., Eka, E., Syahrullah, M., Herman, H., & Yudha, N. K. “Rancang Bangun Alat Pengering Akar Kayu Bajakah Dengan Memanfaatkan Tenaga Surya (Solar Dryer) dan Kompor Biomassa”. *Agroindustrial Technology Journal*, 5(2), 2021, 27-37.