



KARAKTERISTIK PENGERING SURYA DENGAN RAK BERTINGKAT, KOLEKTOR SEKUNDER DAN EXHAUST FAN

ROMBE ALLO, ENOS TAMBING DAN ALLO SARIRA PONGSAPAN

Dosen Fakultas Teknik Universitas Cenderawasih Jayapura

E-mail: allorombe@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to determine the characteristics of a terraced cabin solar dryer with a secondary collector and exhaust fan. In the previous study, the dryer analyzed was a solar dryer with a terraced rack (three levels). The disadvantages of this dryer are that the drying rate is not optimal and the temperature in the dryer cabin is still high (sometimes exceeding 70°C) which is feared to damage the product (grain) being dried. In addition, there was a phenomenon where the water vapor coming out of the sample/grain on the drying rack 1 (bottom) had to pass through the drying racks 2 (middle) and 3 (top), where some of the water vapor was trapped in the samples in the two drying racks. This causes the drying process on the middle and top drying racks to be slow. To overcome these shortcomings, in this study modifications were made by adding a secondary collector and exhaust fan on the drying chimney.

This research was conducted at the Mechanical Engineering Laboratory, Faculty of Engineering, Cenderawasih University because it already has adequate supporting equipment. The focus of this research is the drying of grain (paddy) because around Cenderawasih University there are rice farming centers, such as Koya (Jayapura City), Keerom Regency, and Jayapura Regency. The method used is experimental, namely making a multilevel solar dryer with a secondary collector and exhaust fan. The collector used is made of zinc plate in opaque black paint (doff) with 3 mm thick absorbent glass. In this study, the sample used was freshly harvested grain with an initial moisture content of $\pm 24.8\%$ with a grain pile thickness of 5 cm.

The results showed that the addition of a secondary collector and exhaust fan on a multilevel solar dryer chimney could overcome the problems in previous studies. This is evidenced by the increasing drying rate on drying racks 2 (middle) and 3 (top). In the unmodified solar dryer, the time to dry the grain from an initial moisture content of 24.8% to a final moisture content of 14% is 5.5 hours (rack 1); 6.5 hours (rack 2); and 7 hours (rack 3). While the solar dryer with modifications obtained 5 hours (rack 1); 6 hours (rack 2); and 6 hours (rack 3). Although the use of an exhaust fan requires additional electrical energy as a driving force, the drying efficiency has slightly increased. The maximum average efficiency obtained is 22.48% on the solar dryer without modification and 24.83% on the modified solar dryer. In addition, the air temperature in the dryer cabin is also maintained (not exceeding 70°C) to ensure the quality of the dried grain.

Keywords: *grain, moisture content, efficiency, drying rate, secondary collector, multilevel rack, exhaust fan.*

PENDAHULUAN

Alat pengering untuk hasil-hasil pertanian, perkebunan, dan perikanan yang sederhana dan murah sangat dibutuhkan oleh para petani dan nelayan di pedesaan. Komoditas hasil produksi petani dan nelayan tersebut berupa biji-bijian (gabah, jagung, kedele, biji kakao, dan lain-lain), umbi-umbian (singkong, keladi, ubi jalar, bawang, dan lain-lain), kopra serta hasil laut (ikan, udang, dan rumput laut). Produk-produk tersebut memiliki kandungan air tertentu sehingga dalam rangka pengawetan maka perlu dikeringkan lebih dahulu sebelum dilakukan penyimpanan.

Pengeringan bertujuan untuk mengeluarkan sebagian air yang dikandung oleh bahan untuk menghindari tumbuhnya kecambah dan mencegah pertumbuhan bakteri. Proses pengeringan juga dapat membunuh larva dan mencegah pertumbuhan telur insekta. Disamping itu pula proses pengeringan membuat komoditas hasil pertanian, perkebunan dan perikanan tersebut menjadi lebih keras sehingga sukar untuk dirusak oleh insekta.

Pada umumnya, cara yang banyak digunakan dalam pengeringan adalah menghamparkan produk-produk yang masih basah tersebut diatas tanah yang diberi alas dan dikeringkan dibawah sinar matahari. Meskipun cara ini sangat sederhana dan murah namun gangguan cuaca dan burung-burung sukar dihindari sehingga kurang

efektif. Cara lain yang lebih maju ialah pengeringan yang menggunakan sistem pemanasan dengan bahan bakar (Syukri Himran, 2012) namun cara ini memerlukan ruang pengering dengan konstruksi tertentu, alat kontrol temperatur serta tambahan cerobong untuk pengeluaran gas hasil pembakaran disamping cerobong untuk pengeluaran udara pengering, sehingga lebih kompleks/rumit.

Alat pengering yang sederhana dan mudah dioperasikan oleh para petani adalah alat pengering tenaga surya yang terdiri dari kolektor, ruang pengering dan cerobong. Udara dipanaskan di dalam kolektor sebelum masuk ke dalam ruang pengering, kemudian keluar ke atmosfer melalui cerobong. Prinsip dasar dari alat pengering tenaga surya adalah membiarkan sampel yang masih basah di dalam ruang pengering bersinggungan dengan aliran udara dengan kelembaban relatif rendah (udara yang telah mengalami pemanasan di kolektor). Aliran udara panas tersebut akan menguapkan air dari sampel yang masih basah serta membawa uap air tersebut keluar dari alat pengering, sehingga terjadi pengurangan kadar air. Kajian-kajian terhadap pengeringan dengan tenaga surya sudah banyak dilakukan, namun perlu ada penyempurnaan untuk memberi hasil yang optimum.

Pada penelitian terdahulu (R. Allo, E. Tambing, A. S. Pongsapan, 2020), pengering surya rak bertingkat yang dibuat masih

memiliki kekurangan yakni belum optimalnya laju aliran massa udara keluar pengering sehingga laju pengeringan (drying rate) alat masih rendah. Hal ini disebabkan karena penggunaan rak bertingkat mengakibatkan uap air yang keluar dari bahan pada rak bagian bawah akan terperangkap pada bahan di rak bagian atasnya. Untuk mengatasi kekurangan tersebut, maka pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi dengan penggunaan kolektor sekunder dan exhaust fan. Jika sebelumnya pengering yang dibuat menggunakan rangka dari besi, maka pada penelitian ini pengering surya yang direncanakan akan menggunakan rangka dari kayu, sehingga mudah diaplikasikan oleh para petani yang membutuhkan. Pada kajian ini akan ditentukan hubungan antara laju pengering, temperatur udara pengering, kecepatan udara pengering dan efisiensi termal.

Urgensi (keutamaan) dari penelitian ini adalah output penelitian ini berupa alat pengering surya akan sangat bermanfaat bagi para petani yang membutuhkan pengeringan pasca panen. Penelitian ini akan fokus pada pengeringan gabah (padi) mengingat di sekitar Universitas Cenderawasih terdapat sentra-sentra pertanian padi seperti Koya (Kota Jayapura), Kabupaten Keerom dan Kabupaten Jayapura. Rencana ke depan alat pengering yang dibuat pada penelitian ini akan diperkenalkan kepada masyarakat pada lokasi-lokasi tersebut sehingga terjadi

peningkatan produktivitas dan kualitas gabah yang akan berdampak pada peningkatan kesejahteraan para petani. Selain untuk pengeringan gabah alat pengering yang dibuat juga dapat diterapkan pada komoditas lainnya seperti jagung, bawang, pisang, kakao, ubi, ikan dan lain-lain.

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Cenderawasih, Jayapura.

B. Peralatan dan Bahan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Pyranometer, untuk mengukur intensitas radiasi global dari sinar matahari. Tipe alat yang digunakan adalah LI-18, dengan nilai skala terkecil (NST) 1 W/m^2
- Termokopel, untuk mengukur panas alat pengering dengan recorder Digital Multimeter W/Holster model KW06-271 merk Krisbow.
- Termometer air raksa, untuk mengukur temperatur lingkungan.
- Stopwatch, untuk mengukur waktu pengeringan.
- Timbangan digital, untuk mengukur berat sampel.

- Exhaust fan dengan daya listrik 10 watt.

Bahan yang di gunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Sampel berupa gabah baru panen
- Plat seng tebal 0,3 mm sebagai absorber dan dinding ruang pengering.
- Jaring kawat/ayunan sebagai rak tempat sampel
- Balok kayu (5 x 10) cm dan (2 x 3) cm untuk rangka.
- Kaca acrylic tebal 3 mm sebagai penutup kolektor.
- Lem kaca/lem silikon untuk menutup celah kaca agar tidak ada kebocoran.
- Pipa PVC Φ 4 inch untuk cerobong.
- Gabus (styrofoam) tebal 1,5 cm untuk insulator.

C. Metode Penelitian dan Tahapan Pengambilan Data

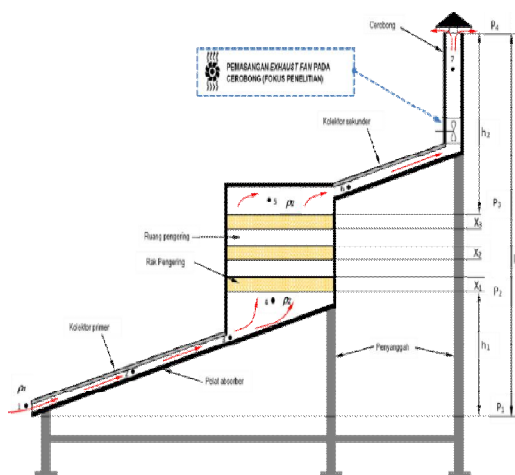
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu membuat sebuah solar dryer rak bertingkat dengan kolektor sekunder dan exhaust fan kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui karakteristiknya. Langkah-langkah dalam pengambilan data yang dilakukan secara eksperimental adalah:

1. Memasang dan meletakkan alat pengering di bawah sinar matahari.

2. Memasang alat ukur berupa termokopel, pyranometer dan menyiapkan timbangan digital.
3. Menyiapkan sampel sebanyak 20 kg gabah baru panen.
4. Memasukkan sampel ke tiap-tiap rak pengering masing-masing seberat 5 kg dengan ketebalan tumpukan gabah 5 cm.
5. Sisa sampel seberat 5 kg dikeringkan langsung di bawah sinar matahari.
6. Alat pengering dibiarkan beroperasi selama 0,5 jam kemudian dilakukan pengukuran-pengukuran untuk memperoleh data-data yang diperlukan
7. Menimbang ulang sampel (gabah) yang telah mengalami proses pengeringan dengan menggunakan timbangan digital.
8. Mengukur besarnya Intensitas radiasi global matahari dengan menggunakan pyranometer.
9. Mengukur temperatur lingkungan (T_0), udara pada mulut kolektor (T_1), temperatur bagian tengah pelat absorb (T_2), temperatur sebelum rak pengering (T_3), temperatur setelah/ rak pengering (T_4), temperatur pada bagian tengah pelat absorb kolektor sekunder (T_5), serta temperatur udara pada mulut cerobong (T_6) seperti terlihat pada gambar 1 dengan menggunakan termokopel.

- Pengukuran pada point 5 s/d 7 di atas dilakukan setiap 0,5 jam hingga kadar air gabah mencapai 14 % (standar kadar air GKG).
- Data-data hasil pengukuran ditulis dalam tabel data pengamatan kemudian dihitung dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

D. Gambar Alat Pengering



Gambar 1. Pengering surya (solar dryer) rak bertingkat dengan kolektor sekunder dan exhaust fan

E. Persamaan-persamaan yang digunakan

- Penentuan kadar air sampel
Kandungan air suatu bahan dapat dinyatakan dalam wet basis (basis basah) atau dry basis (basis kering). Kandungan kelembaban dalam basis basah menyatakan perbandingan massa air dalam bahan dengan massa total bahan.
Persentase kadar air M dari bahan (sampel) berdasarkan basis basah sesuai dengan persamaan:

$$M = \left(\frac{w-d}{w} \right) 100\% \quad (1)$$

Dimana w adalah massa sampel basah (kg) dan d adalah massa sampel kering (kg).

- Jumlah uap air yang dikeluarkan dari sampel

$$m_w = W_i \frac{(M_i - M_f)}{(100 - M_f)} \quad (2)$$

- Jumlah udara yang dibutuhkan untuk pengeringan.

Dari persamaan:

$$m_w L = m_a C_p (T_i - T_f)$$

Diperoleh:

$$m_a = \frac{m_w \times L}{C_{pa} \times (T_i - T_f)} \quad (3)$$

- Kalor untuk penguapan air (P_p)

$$P_p = \dot{m}_w \times h_{fg} \quad (4)$$

- Kalor total untuk pengeringan (Q_c)

$$Q_c = A_c I_g \quad (5)$$

- Efisiensi alat pengering (η_{th})

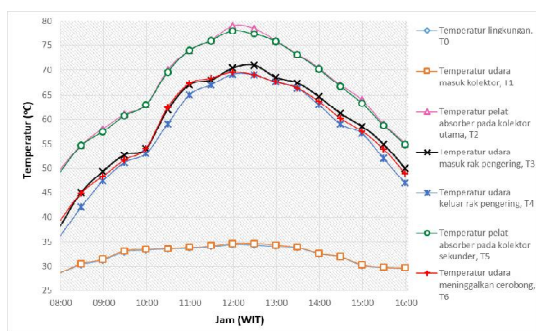
$$\eta_{th} = \frac{P_p}{Q_c} \times 100\% \quad (6)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

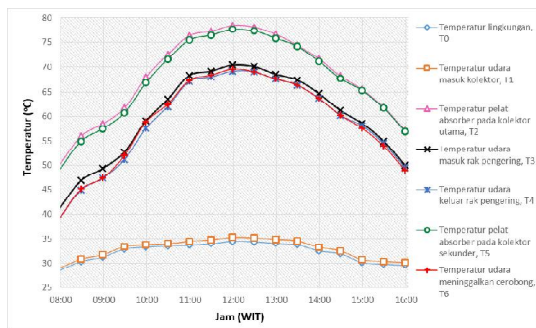
A. Distribusi Temperatur Pada Pengering

Gambar 2 memperlihatkan distribusi temperatur pada alat pengering tenaga surya dengan rak bertingkat, kolektor sekunder dan exhaust fan. Grafik memperlihatkan distribusi

temperatur udara pengering sejalan dengan temperatur udara lingkungan yang bergantung pada besar kecilnya intensitas penyinaran yang diterima oleh kolektor. Temperatur udara meninggalkan kolektor primer yang selanjutnya masuk ke rak pengering cukup tinggi (mencapai 70°C) dan temperatur ini cocok untuk jalannya proses pengeringan gabah.



(a) Tanpa exhaust fan



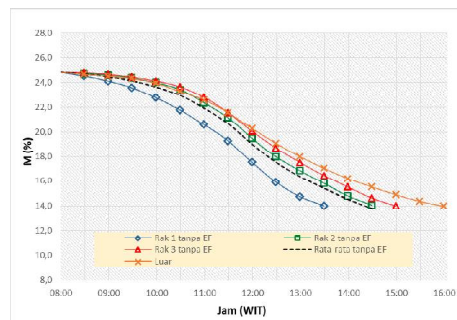
(b) Dengan exhaust fan

Gambar 2. Distribusi temperatur selama proses pengeringan pada solar dryer rak bertingkat dengan kolektor sekunder (Sumber: Data diolah, 2021)

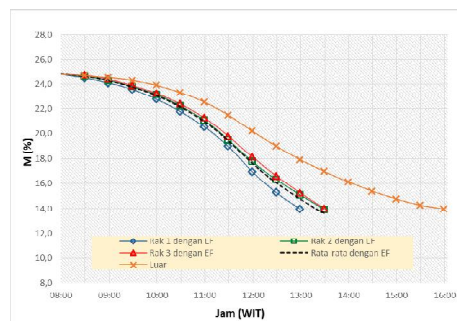
B. Kadar Air Gabah

Berdasarkan SNI 01-3481-1995, kadar air untuk kategori gabah kering giling (GKG) adalah maksimal 14%. Pada gambar 3 terlihat bahwa kadar air gabah akan menurun seiring bertambahnya waktu pengeringan.

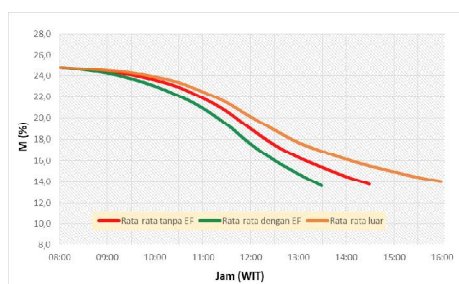
Pada solar dryer rak bertingkat dengan kolektor sekunder dan exhaust fan, waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan sampel (gabah) dari kadar air panen sekitar $\pm 24,8\%$ menjadi kadar air kering standar GKG (14%) lebih singkat. Penggunaan kolektor sekunder pada solar dryer berpengaruh pada terjadinya peningkatan laju aliran massa udara keluar dari pengering yang dipicu oleh bertambahnya perbedaan massa jenis udara antara mulut kolektor dan mulut cerobong.



(a) Tanpa exhaust fan



(b) Dengan exhaust fan



(c) Rata-rata

Gambar 3.
Perubahan kadar air gabah (M) selama proses pengeringan pada solar dryer rak bertingkat dengan kolektor sekunder
(Sumber: Data diolah, 2021)

Tabel 1.
Waktu pengeringan gabah pada solar dryer rak bertingkat dengan kolektor sekunder

Posisi sampel	Waktu Pengeringan Gabah (Kadar air awal 24,80% menjadi kadar air akhir 14%)	
	Tanpa Exhaust Fan (jam)	Dengan Exhaust Fan (jam)
Rak pengering 1 (bawah)	5,5	5,0
Rak pengering 2 (tengah)	6,5	6,0
Rak pengering 3 (atas)	7,0	6,0
Rata-rata	6,5	5,5
Luar (langsung di bawah matahari)	8,0	8,0

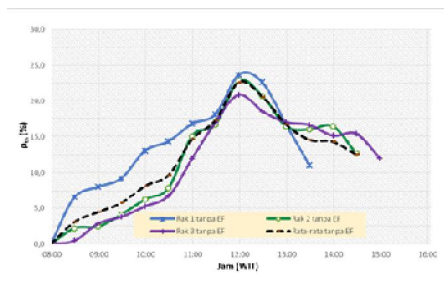
Sumber: Data diolah 2021

Perbedaan massa jenis yang semakin besar tersebut disebabkan karena temperatur udara pengering yang sebelumnya turun setelah melewati rak pengering (tumpukan gabah) meningkat kembali karena terjadi pemanasan ulang (reheating) pada kolektor sekunder.

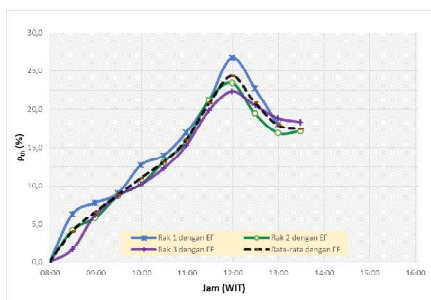
Pada tabel 1 terlihat dengan jelas bahwa penggunaan exhaust fan pada solar dryer dapat mempersingkat waktu pengeringan. Exhaust fan mampu mengurangi fenomena terjebakya sebagian uap air yang keluar dari tumpukan sampel pada rak bagian bawah pada tumpukan sampel pada rak bagian tengah dan atas. Di sini, exhaust fan berfungsi untuk mengeluarkan uap air yang terjebak tersebut dari ruang pengering secara konveksi paksa.

Dengan penggunaan exhaust fan maka laju aliran massa udara keluar dari pengering cenderung konstan pada berbagai keadaan cuaca sehingga proses pengeringan sampel tetap berlangsung meskipun cuaca kurang mendukung. Karena dalam pengoperasian exhaust fan dibutuhkan tambahan energi listrik maka perangkat ini sebaiknya hanya digunakan pada saat intensitas panas matahari masih rendah atau pada keadaan cuaca yang kurang mendukung (hujan, berawan atau mendung).

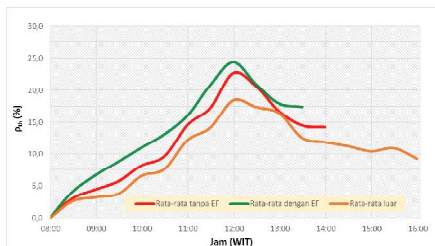
C. Efisiensi Alat Pengering



(a) Tanpa exhaust fan



(b) Dengan exhaust fan



(c) Rata-rata

Gambar 4.
Efisiensi pengeringan pada *solar dryer* rak bertingkat dengan kolektor sekunder
(Sumber: Data diolah, 2021)

Dari gambar 4 terlihat bahwa efisiensi pengeringan akan naik seiring dengan bertambahnya waktu pengeringan hingga mencapai pukul 12.00 wit siang, setelah itu akan menurun seiring bertambahnya waktu hingga pukul 16.00 wit. Hal ini disebabkan oleh peningkatan dan/atau penurunan temperatur udara di dalam ruang pengering yang bergantung pada besar kecilnya radiasi

panas matahari yang diterima oleh kolektor. Gradien temperatur antara mulut kolektor, ruang pengering dan cerobong akan memicu terjadinya aliran udara secara alamiah akibat beda tekanan yang timbul akibat perbedaan massa jenis udara. Semakin besar gradien temperatur, maka semakin besar pula laju aliran udara, demikian pula sebaliknya.

Tabel 2.
Efisiensi pengeringan maksimum selama proses pengeringan pada *solar dryer* rak bertingkat dengan kolektor sekunder

Posisi sampel	Efisiensi pengeringan maksimum	
	Tanpa Exhaust Fan (%)	Dengan Exhaust Fan (%)
Rak pengering 1 (bawah)	23,70	26,72
Rak pengering 2 (tengah)	22,83	23,45
Rak pengering 3 (atas)	20,91	22,37
Rata-rata	22,48	24,83
Luar (langsung di bawah matahari)	17,88	18,43

Sumber: Data diolah 2021

Efisiensi pengeringan maksimum terjadi pada jam 12.00 WIT dikarenakan pada saat tersebut intensitas penyinaran yang terjadi paling kuat dan jumlah uap air yang dikeluarkan dari sampel paling tinggi. Pada pengeringan dengan *solar dryer* rak bertingkat dengan kolektor sekunder dan exhaust fan diperoleh efisiensi pengeringan yang beragam dimana yang tertinggi terjadi pada rak bagian bawah, disusul rak bagian tengah dan yang terkecil adalah rak bagian atas. Hal ini terjadi karena uap air yang keluar dari sampel pada

rak sebelah bawah harus melintasi rak bagian atasnya dimana sebagian uap air tersebut terperangkap pada sampel yang berada pada rak-rak pengering tersebut.

Sebagaimana yang ditunjukkan pada tabel 2, efisiensi pengeringan pada solar dryer dengan exhaust fan (alat yang dimodifikasi) cenderung lebih tinggi jika dibandingkan dengan solar dryer tanpa exhaust fan. Ditinjau dari segi efisiensi pengeringan, pengaruh penggunaan exhaust fan tidak signifikan karena terdapat tambahan penggunaan energi listrik. Oleh karena itu pada penelitian selanjutnya akan digunakan exhaust fan tanpa listrik yang dikenal sebagai turbin ventilator.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan kolektor sekunder dan exhaust fan pada solar dryer rak bertingkat dapat meningkatkan laju pengeringan (drying rate) dan menjaga temperatur dalam kabin pengering tidak terlampaui tinggi (tidak melebihi 70°C). Waktu pengeringan gabah dari kadar air awal 24,8% menjadi kadar air akhir 14% pada solar dryer tanpa modifikasi adalah 5,5 jam (rak 1); 6,5 jam (rak 2) dan 7 jam (rak 3) sedangkan pada solar dryer dengan modifikasi diperoleh 5 jam (rak 1); 6 jam (rak 2) dan 6 jam (rak 3).

2. Penambahan kolektor sekunder dan exhaust fan pada solar dryer rak bertingkat juga berpengaruh pada peningkatan efisiensi pengeringan. Efisiensi rata-rata maksimum yang diperoleh adalah sebesar 22,48% pada solar dryer rak bertingkat dengan kolektor sekunder (tanpa exhaust fan) dan 24,83% untuk solar dryer rak bertingkat dengan kolektor sekunder dan exhaust fan.

DAFTAR PUSTAKA

- Allo R., 2014, Rancang Bangun Pengering Gabah Berbasis Tenaga Surya, Jurnal RETAK, Vol.2, No. 3, Juli 2014, Jurusan Teknik Mesin Uncen, Jayapura
- Allo R., Pongsapan A.S., 2018, Optimasi Alat Pengering Berbasis Tenaga Matahari Dengan Penambahan Kolektor Sekunder, Jurnal CARTENZ, Vol.10, No. 3, Desember 2018, FT. Uncen, Jayapura
- Allo R., Pongsapan A.S., 2019, Karakteristik Pengering Energi Surya (Solar Dryer) dengan Pelat Absorber Kasar dan Bersirip, Jurnal CARTENZ, Vol.10, No. 3, Desember 2019, FT. Uncen, Jayapura
- Allo R., Tambing E., Pongsapan A.S., 2020, Karakteristik Pengering Surya (Solar Dryer) dengan Kolektor Sekunder dan Rak Bertingkat, Jurnal CARTENZ, Vol. 12, No. 5, Desember 2020, FT. Uncen, Jayapura

- Chinenye N. M., 2009, Effect of Drying Temperature and Drying Air Velocity on the Drying Rate and Drying Constant of Cocoa Bean, the CIGR Ejournal, Manuscript 1091. Vol. XI., Abia State, Nigeria
- Suanggana D., Himran S., Jalaluddin, 2014, Waktu Pengeringan Antara 2 Alat Pengering Gabah Dengan Dan Tanpa Menggunakan Kolektor Sekunder, Tesis S2, Jurusan Teknik Mesin UNHAS, Makassar-Sulawesi Selatan
- Himran S., 2012, Study on Paddy Drying Using Husk Stove as a Heater Drying, KE-025, SNTTM & Themofluid, No. 01/Vol.01/2012, UGM, Yogyakarta
- Rantepulung S., Himran S, 2012, Analisis Efisiensi Pengering Gabah dengan Tenaga Surya, Tesis S2, Teknik Mesin Unhas, Makassar
- Rusman A. R., 2000, Kaji Eksperimental dan Teoritik Penentuan Karakteristik Pengeringan Produk Pertanian, Tesis S2, Jurusan Teknik Mesin ITB, Bandung