

Pengujian Lemari Pengering Kopra Tipe Kabinet Sistem Hybrid (*Solar Dryer Plat Datar – Heater*)

Ferdinan Puay^{1*}, Verdy A. Koehuan², Adi Y. Tobe³

¹⁻³) Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp. (0380)881597

*Corresponding author: ferdinanpuay@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia adalah merupakan salah satu subsektor pertanian yang memiliki kontribusi tinggi dalam sektor pertanian, Seiring dengan perkembangan teknologi proses pengeringan memanfaatkan energi surya sebagai sumber energi yang tidak akan pernah habis ketersediaannya dan energi ini juga dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif yang akan diubah menjadi energi listrik, pengeringan memanfaatkan solar dryer diharapkan mampu menghasilkan kopra dengan kualitas tinggi dan sebagai salah satu bentuk penghematan pemakaian energi listrik. Setelah dilakukan pengujian selama 3 kali dengan menggunakan pemanasan dari sumber energi matahari secara langsung dan 2 variasi elemen pemanas heater dengan daya masing-masing yaitu 110 watt dan 260 watt didapatkan hasil paling efisien yaitu pada pengujian dengan menggunakan elemen heater pemanas berdaya 100 watt pada hari kedua selama 4 jam pengujian nilai kadar air yang keluar dari daging buah kelapa mencapai 22,49% dibandingkan dengan pengujian pada hari pertama dan ketiga. Hal ini disebabkan oleh adanya perubahan temperature lingkungan (TI) dan kelembapan lingkungan (HI) sehingga mempengaruhi kondisi temperatur pada ruang pengering alat. Untuk pengujian menggunakan daya 260 watt hasilnya tidak efisien dikarenakan memiliki daya yang sangat tinggi sehingga energi yang tersimpan pada baterai tidak dapat bekerja selama 4 jam waktu pengeringan.

ABSTRACT

Indonesia is one of the agricultural subsectors that has a high contribution to the agricultural sector. Along with the development of drying process technology, solar energy is used as an energy source whose availability will never run out and this energy can also be used as alternative energy which will be converted into electrical energy, drying It is hoped that using a solar dryer will be able to produce high quality copra and be a form of saving on electrical energy usage. After testing 3 times using direct heating from a solar energy source and 2 variations of heater heating elements with a power of 110 watts and 260 watts respectively, the most efficient results were obtained, namely in testing using a 100 watt heating element on the second day. During the 4 hours of testing, the water content value that came out of the coconut meat reached 22.49% compared to testing on the first and third days. This is caused by changes in environmental temperature (TI) and environmental humidity (HI) which affect the temperature conditions in the equipment drying room. For testing using 260 watts of power, the results were not efficient because it has very high power so that the energy stored in the battery cannot work during the 4 hours of drying time.

Keywords: *Water Content, Drying Rate, Heater, solar dryer, solar energy.*

PENDAHULUAN

Energi pada saat ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Selama ini penyangga utama kebutuhan energi masih mengandalkan minyak bumi. Energi surya merupakan salah satu energi yang sedang giat dikembangkan saat ini oleh pemerintah Indonesia karena sebagai negara tropis, Indonesia mempunyai

potensi energi surya yang cukup besar. Energi surya adalah sangat luar biasa karena tidak bersifat polutif, tidak dapat habis, dapat dipercaya dan tidak membeli. Ada banyak cara untuk memanfaatkan energi dari matahari (Ningsi, 2020).

Berdasarkan data penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di Indonesia, radiasi surya di Indonesia dapat diklasifikasikan berturut-turut sebagai berikut:

untuk kawasan barat dan timur Indonesia dengan distribusi penyinaran di Kawasan Barat Indonesia (KBI) sekitar 4,5 kWh/ m₂ perhari dengan variasi bulanan sekitar 10%; dan di Kawasan Timur Indonesia (KTI) sekitar 5,1 kWh/ m₂ perhari dengan variasi bulanan sekitar 9%. Dengan demikian, potensi penyinaran matahari rata-rata Indonesia sekitar 4,8 kWh/ m₂ perhari dengan variasi bulanan sekitar 9%. Matahari adalah sumber energi utamayang memancarkan energi yang luar biasa besarnya ke permukaan bumi (Arif, 2021).

Sampai saat ini telah dikenal banyak cara untuk memanfaatkan energi surya yang telah dibuktikan memenuhi kelayakan teknologi, namun atas dasar ini saja belum dapat ditarik kesimpulan bahwa pemanfaatan energi surya dapat menggantikan energi konvensional. Penerimaan masyarakat terhadap teknologi ini dari aspek ekonomi dan sosial perlu menjadi perhatian agar pemanfaatan teknologi ini dapat diintegrasikan secara berhasil kepada masyarakat tradisional (Zatwhara, 2020). Pemanfaatan energi surya salah satunya yaitu pengeringan, pengeringan secara langsung (pasif) dengan melakukan penjemuran. Penjemuran langsung merupakan cara yang paling mudah dan murah untuk proses pengeringan, namun jika diteliti lebih seksama penjemuran langsung membutuhkan waktu yang lama dan kualitas hasil pengeringannya kurang bagus. Agar waktu pengeringan relatif lebih pendek dan kualitas hasil pengeringan lebih baik, proses pengeringan dilakukan menggunakan teknologi rekayasa surya sebagai hasil perbaikan dari cara pengeringan alami dan tradisional. Pengereng Surya (Solar Dryer) merupakan cara pengeringan menggunakan kolektor yang memanfaatkan radiasi energi matahari dengan lebih maksimal (Aziz., 2004).

Dalam penulisan penelitian ini dirancang suatu alat yang menggunakan pemanfaatan *solar dryer* sebagai alat untuk melakukan proses pengeringan terhadap kopra dari buah kelapa, dimana kopra sendiri merupakan hasil dari olahan daging buah

kelapa. Kelapa menjadi salah satu hasil pertanian yang paling banyak ada di Nusa Tenggara Timur (NTT). Pengereng energi surya *solar dryer* digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan sinar matahari dalam proses pengeringan, dengan mengkonversi sinar matahari menjadi energi panas yang dilakukan menggunakan suatu alat pengumpul/kolektor panas. Pengereng energi surya ini sangat bermanfaat dalam proses pengeringan hasil-hasil pertanian, tangkapan laut, pengeringan kayu dan untuk berbagai pengeringan lainnya yang dapat menghemat penggunaan energi tak terbaharukan.

Sehingga berdasarkan latar belakang diatas penulis mengambil sebuah judul dalam penulisan tugas akhir ini dengan judul “Pengujian alat pengereng kopra dengan menggunakan metode pemanasan solar dryer.

METODE PENELITIAN

Metode yang diterapkan dalam analisis data ini adalah metode analisis deskriptif. Tujuan utama dari analisis ini adalah untuk memahami dan menggambarkan fenomena laju perpindahan kalor panas dan efisiensi thermal yang terkait dengan penelitian ini..

Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

- Mesin las
- Mesin Gurinda
- Mesin Bor
- Meter
- Tang

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

- Besi hollo 3x3 cm
- Plat Besi (1 lembar)
- Elektroda las
- Pisau Gurinda
- Pisau gurinda 100 Wp
- Fan DC
- Terminal sambung
- Kabel
- Styrafoam
- Kaca

- Thermostat STC-1000
- Solar Kontrol
- Heater DC

Spesifikasi Alat Pengering Kopra



Gambar 1 hasil perancangan alat

Perancangan alat memanfaatkan kaca sebagai penyerap energi panas untuk mengeringkan daging buah kelapa menjadi kopra. Dimensi dan spesifikasi alat sebagai berikut.

- a. Dimensi Alat
 - Lebar rangka depan : 120 cm
 - Lebar rangka samping : 70 cm
 - Tinggi rangka depan : 50 cm
 - Tinggi rangka belakang : 80 cm
- b. Spesifikasi Alat
 - Fan DC : 0,58 Ampere dan 12 volt
 - Thermostat STC-1000
 - Panel surya (200 wp)
 - Heater (100 Watt dan 260 Watt)

Komponen Lemari Pengering

- Bahan untuk rangka yaitu besi holo 3x3 cm dengan panjang 120 cm dan lebar 70 cm dan tinggi 80cm. tinggi rangka 50 cm dan tinggi rangka belakang 80 cm. Besi holo ini dipotong sesuai ukuran yang diinginkan dan di sambungkan dengan menggunakan teknik pengelasan sehingga membentuk rangka alat.
- Kaca dengan panjang 70 cm dan lebar 120 cm dan tebal 3 mm yang dipotong sesuai ukuran, dipasang dengan kemiringan 45° pada rangka yang sudah dibentuk dengan ukuran sesuai dengan ukuran kaca tersebut dan dengan kemiringan 45°.

- Untuk mengukur temperature ruangan diletakan sensor pembaca pada bagian atas dalam ruang pemanas. Teganagan pada thermostat adalah 12 volt.
- Untuk mengukur temperature ruangan diletakan sensor pembaca pada bagian atas dalam ruang pemanas. Teganagan pada thermostat adalah 12 volt.
- Eliteck yang dipakai untuk mengukur temperature alat ini berjumlah 4 dengan masing masing memiliki fungsi dan ditempatkan pada bagian sisi ruangan yaitu T3,T6,T7,dan T8. Untuk T6 sendiri diletakan pada tengah ruang data yang terlihat adalah temperature dan kelembapan sedangkan untuk T3 ,T7 dan T8 membaca temperature ruangan.
- Fan yang digunakan pada alat ini berjumlah 3 dengan masing masing fan memiliki arus 0,16 A, 0,16 A, dan 0,28 A.

Mekanisme Kerja Alat

Pengukuran awal intensitas matahari dilakukan untuk mengetahui besar temperature dan kelembapan lingkungan untuk pengujian alat, jika temperature dan kelembapan lingkungan memenuhi maka panel akan menyerap panas matahari dan diteruskan ke sell surya atau solar cell didalam sell surya energi matahari diubah menjadi energi listrik melalui proses yang disebut efek fotovoltaiik, efek ini terjadi ketika partikel cahaya (foton) mengenai lapisan semikonduktor pada sell surya sehingga elektron didalamnya terlepas dan bergerak kearah konduktor negatif selanjutnya elektron ini diarahkan kedalam sirkuit listrik dan menghasilkan arus listrik.

Arus listrik ini tersimpan pada baterai/acuu, energi yang ada kemudian ditranfer ke elemen pemanas berupa heater dari kawat nikrom dengan jumlah 8 lilitan dengan panjang 40 cm, dengan daya 100 Watt. heater ini mengeluarkan temperature panas pada ruang alat untuk mengeringkan daging buah kelapa menjadi kopra, pengujian alat ini dilakukan selama 4 jam mulai dari pukul 11.00-15.00 wita untuk mencari besar nilai kadar air dan laju pengeringan pada kopra.

Pengujian Kadar Air pengujian I

Pengujian awal memanfaatkan energi matahari kosong tanpa adanya energi listrik untuk menghidupkan heater pemanas, namun hanya memanfaatkan kaca sebagai media pengumpulan energi surya untuk mengeringkan kopra, hasil pengujian diukur setiap sampel dari massa daging buah kelapa, dimana disaat terjadi pengurangan dari massa daging buah kelapa maka akan terjadi pengurangan nilai kadar air setiap jamnya akibat pengaruh dari panas yang dihasilkan, seperti pada Tabel 1 data pengujian menggunakan energi matahari sebagai berikut.

Tabel 1 Kadar air (%) Radiasi matahari

Waktu	Massa total (gram)	Kadar air (%)	Laju pengeringan (gram/menit)
11:00:00 AM	3380	0	
12:00:00 PM	3220	4.73%	2.667
1:00:00 PM	3080	4.35%	5.000
2:00:00 PM	2960	3.90%	7.000
3:00:00 PM	2800	5.41%	9.667
Total Kadar air (%)		18.38%	

Pengujian Kadar Air pengujian II

Pengujian kedua memanfaatkan energi listrik untuk menghidupkan heater pemanas untuk mengeringkan kopra, hasil pengujian diukur setiap sampel dari massa daging buah kelapa, dimana disaat terjadi pengurangan dari massa daging buah kelapa maka akan terjadi pengurangan nilai kadar air setiap jamnya akibat pengaruh dari panas yang dihasilkan, seperti pada Tabel 2 data pengujian menggunakan energi matahari sebagai berikut.

Tabel 2 Kadar air (%) heater 100W

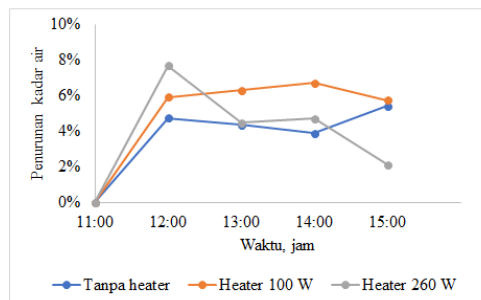
Waktu	massa total, gram	kadar air %	laju pengeringan, gram/menit
11:00:00 AM	3380	0	
12:00:00 PM	3180	5.92%	3.333
1:00:00 PM	2980	6.29%	6.667
2:00:00 PM	2780	6.71%	10.000
3:00:00 PM	2620	5.76%	12.667
Total Kadar Air(%)		24.67%	

Pengujian Kadar Air pengujian III

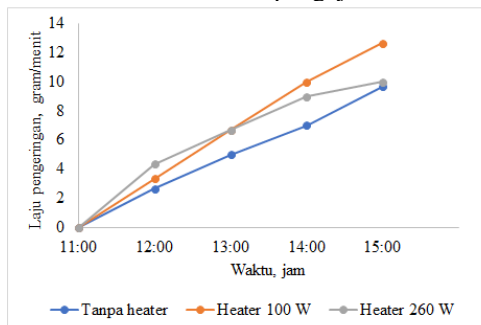
Pengujian ketiga memanfaatkan energi listrik untuk menghidupkan heater pemanas untuk mengeringkan kopra, hasil pengujian diukur setiap sampel dari massa daging buah kelapa, dimana disaat terjadi pengurangan dari massa daging buah kelapa maka akan terjadi pengurangan nilai kadar air setiap jamnya akibat pengaruh dari panas yang dihasilkan, seperti pada Tabel 3 data pengujian menggunakan energi matahari sebagai berikut.

Tabel 3 Kadar air (%) heater 260W

Waktu (Jam)	Massa total (gram)	Kadar air (%)	Laju pengeringan (gram/menit)
1	3380	0	0
2	3120	7.69	4.333
3	2980	4.49	6.667
4	2840	4.70	9.000
5	2780	2.11	10.000
Total Kadar Air (%)		18.99%	



Gambar 2. Kadar air yang keluar pada kopra selama 3 kali pengujian



Gambar 3. Laju pengeringan pada kopra selama 3 kali pengujian

Perbandingan kadar air tanpa menggunakan heater dan menggunakan heater pemanas dapat dilihat pada Gambar 4.2 sebagai berikut.

Pengukuran tegangan dan kuat arus

Pengujian modul panel surya merupakan pengujian yang dilakukan dengan mengukur tegangan dan arus keluaran modul surya sebelum masuk ke solar charger dan beban untuk mengetahui daya yang dihasilkan oleh modul panel surya. Pengujian ini menghasilkan keluaran atau output seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengukuran daya tanpa heater

JAM	Panel			Fan		
	I 1 (A)	V 1 (Volt)	P 1 (W)	I 3 (A)	V 3 (Volt)	P 3 (W)
10.00	11.80	12.66	149.39	0.52	12.13	6.31
10.30	15.00	14.50	217.50	0.54	12.13	6.55
11.00	15.50	13.50	209.25	0.52	12.13	6.31
11.30	15.60	13.50	210.60	0.50	11.99	6.00
12.00	14.70	13.40	196.98	0.51	12.16	6.20
12.30	14.30	13.30	190.19	0.45	12.16	5.47
13.00	13.70	13.10	179.47	0.50	12.16	6.08
13.30	14.20	13.20	187.44	0.53	12.08	6.40
14.00	11.90	14.20	168.98	0.51	11.86	6.05
14.30	10.90	12.50	136.25	0.51	11.90	6.07
15.00	6.68	11.50	76.82	0.49	11.79	5.78

Tabel 5. Pengukuran daya dengan heater 100 W

JAM	Panel			Heater			Fan		
	I 1 (A)	V 1 (Volt)	P 1 (W)	I 2 (A)	V 2 (Volt)	P 2 (W)	I 3 (A)	V 3 (Volt)	P 3 (W)
10.00	8.45	16.20	136.89	14.84	12.03	178.53	0.53	12.52	6.64
10.30	8.67	16.30	141.32	15.02	12.17	182.79	0.51	12.59	6.42
11.00	15.20	12.90	196.08	15.01	12.13	182.07	0.55	12.21	6.72
11.30	15.50	12.90	199.95	15.08	12.11	182.62	0.51	12.16	6.20
12.00	15.30	12.80	195.84	15.02	12.08	181.44	0.49	12.15	5.95
12.30	14.50	12.80	185.60	14.39	12.08	173.83	0.48	12.20	5.86
13.00	14.00	12.60	176.40	14.45	11.88	171.67	0.51	12.13	6.19
13.30	13.20	12.50	165.00	14.45	11.71	169.21	0.54	12.09	6.53
14.00	11.80	12.40	146.32	14.06	11.46	161.13	0.53	12.06	6.39
14.30	9.58	11.80	113.04	13.60	11.05	150.28	0.56	11.97	6.70
15.00	4.64	14.00	64.96	0.00	0.00	0.00	0.49	12.31	6.03

Tabel 6. Pengukuran Daya dengan heater 260 W

JAM	Panel			Heater			Fan		
	I 1 (A)	V 1 (Volt)	P 1 (W)	I 2 (A)	V 2 (Volt)	P 2 (W)	I 3 (A)	V 3 (Volt)	P 3 (W)
10.00	8.09	16.30	131.87	14.77	12.04	177.83	0.53	12.73	6.75
10.30	14.40	12.70	182.88	14.76	12.01	177.27	1.02	12.20	12.44
11.00	14.70	12.80	188.16	14.74	12.04	177.47	1.01	12.18	12.30
11.30	14.90	12.80	190.72	14.79	12.06	178.37	1.03	12.16	12.52
12.00	14.60	12.10	176.66	14.83	11.87	176.03	0.99	12.13	12.01
12.30	14.30	12.60	180.18	14.68	11.92	174.99	1.00	12.13	12.13
13.00	13.50	12.60	170.10	14.54	11.78	171.28	1.01	12.11	12.23
13.30	12.20	12.40	151.28	14.14	11.55	163.32	0.53	12.08	6.40
14.00	10.50	12.20	128.10	13.89	11.18	155.29	0.53	12.04	6.38
14.30	8.73	12.40	108.25	13.69	11.00	150.59	0.59	11.97	7.06
15.00	7.13	11.40	81.28	13.59	10.66	144.87	0.45	11.88	5.35

Pada penelitian ini data yang didapatkan pada Tabel 5 diambil dari multimeter yang terpasang pada rangkaian alat agar mempermudah saat pengambilan data dan

luxmeter sebagai alat untuk mengukur nilai intensitas cahaya. Pengukuran intensitas cahaya menggunakan alat ukur luxmeter dan proses pengambilan data sebanyak satu kali dalam setiap kali pengambilan. Tegangan panel adalah aspek mendasar dari produksi energi surya, yang menentukan kapasitas panel untuk memberi daya pada perangkat atau mengisi daya baterai. Keluaran tegangan dari panel surya menunjukkan seberapa besar gaya yang diberikan pada elektron untuk mendorongnya melalui suatu rangkaian sedangkan tegangan beban mengacu pada tegangan yang diukur pada multimeter beban. Dalam suatu rangkaian listrik beban adalah komponen yang mengkonsumsi daya atau menjalankan fungsi rangkaian yang dimaksudkan. Tegangan bebab adalah tegangan yang diterapkan pada elemen beban.

Perhitungan Kalor dan Efisiensi Thermal

Analisis data untuk mengetahui besar kalor yang masuk pada lemari pengering kopra dihitung besar energi yang masuk melalui kaca dan heater ($Q_{s\ heater}$) dan Fan ($Q_{s\ fan}$). Perhitungan diambil contoh pada pengujian kedua menggunakan radiasi matahari secara langsung pada kaca dan menggunakan heater daya 100 watt. Hasil perhitungan kalor masuk menggunakan kaca dan heater 100 watt dihitung menggunakan persamaan rumus sebagai berikut.

$$Q_s = 3,6 I A (\alpha t)$$

Besar kalor yang masuk dari kaca sebesar 1.776,6605 kJ pada ruang alat. Dengan menggunakan heater 100 watt dan Fan perlu di hitung kalor yang masuk sebagai berikut.

$$Q_t = 3,6 \times P_{heater} P_{fan} \times t$$

Besar kalor yang masuk dari kaca sebesar 1.776,6605 kJ pada ruang alat. Dengan menggunakan heater 100 watt dan Fan adalah 2.698,49 kJ. Maka total energi masuk adalah 6.202,46 pada pengujian kedua.

Panas untuk menguapkan bahan daging buah kelapa menjadi kopra pada pengujian menggunakan heater 100 Watt dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$Q_{uap} = m_{jenis\ uap} \cdot H_{fg}$$

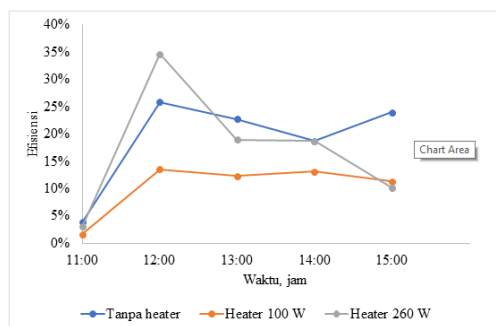
Penggunaan energi merupakan salah satu parameter yang dapat menunjukkan apakah rumah pengering sudah bekerja secara optimal atau belum. Efisiensi penggunaan energi diperoleh dari penjumlahan panas untuk menaikkan suhu bahan dan panas untuk menguapkan air bahan terhadap energi total sistem dan kehilangan panas. Adapun persamaan berikut :

$$\text{Efisiensi} = \frac{Q_{sp} + Q_{uap}}{Q_s + Q_l} \times 100\%$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk mengetahui efisiensi thermal pada setiap pengujian. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 6 sebagai berikut.

Tabel 6 Efisiensi thermal pada lemari pengering

Waktu (jam)	Efisiensi termal (%)		
	Tanpa heater	Heater 100 watt	Heater 100 watt
1	3.84%	1.64%	3.03%
2	25.84%	13.51%	34.66%
3	22.69%	12.30%	18.98%
4	18.74%	13.15%	18.68%
5	23.97%	11.30%	10.19%



Gambatr 4. Efisiensi thermal pada lemari pengering

Pengujian tanpa heater

Pengujian tahap pertama adalah pengujian yang dilakukan tanpa menggunakan energi listrik namun hanya menggunakan sumber energi panas matahari secara langsung sebagai sumber energi panas, memanfaatkan

pantulan dari kaca yang terdapat pada alat energi panas didistribusikan langsung pada kopra. Pengujian ini dilakukan selama 4 jam mulai dari pukul 11.00-15.00, untuk intensitas cahaya yang diukur menggunakan alat ukur luxmeter intensitas cahaya tertinggi pada pukul 14.00 sebesar 1.130 W/m² hasil pengujian menggunakan cahaya matahari selama 4 jam menghasilkan kadar air yang keluar secara total mencapai 18,38% sampai jam terakhir.

Pengujian menggunakan heater 100 Watt

Pengujian tahap kedua adalah pengujian yang dilakukan menggunakan energi listrik yang ditranfer ke heater DC dengan daya 100 Watt, memanfaatkan panas dari heater yang terdapat pada alat energi panas didistribusikan langsung pada kopra. Pengujian ini dilakukan selama 4 jam mulai dari pukul 11.00-15.00, untuk intensitas cahaya yang diukur menggunakan alat ukur luxmeter intensitas cahaya tertinggi pada pukul 15.00 sebesar 1.152 W/m² hasil pengujian menggunakan heater 100 Watt selama 4 jam menghasilkan kadar air yang keluar secara total mencapai 24,67% sampai jam terakhir.

Pengujian menggunakan heater 260 Watt

Pengujian tahap kedua adalah pengujian yang dilakukan menggunakan energi listrik yang ditranfer ke heater DC dengan daya 260 Watt, memanfaatkan panas dari heater yang terdapat pada alat energi panas didistribusikan langsung pada kopra. Pengujian ini dilakukan selama 4 jam mulai dari pukul 11.00-15.00, untuk intensitas cahaya yang diukur menggunakan alat ukur luxmeter intensitas cahaya tertinggi pada pukul 13.00 sebesar 1.444 W/m² hasil pengujian menggunakan heater 260 Watt selama 4 jam menghasilkan kadar air yang keluar secara total mencapai 18,99% sampai jam terakhir

KESIMPULAN

Hasil perancangan alat telah berfungsi dengan baik dan setelah dilakukan pengujian selama 3 kali didapatkan hasil paling efisien

yaitu pada pengujian dengan menggunakan elemen heater pemanas dengan daya 100 Watt yaitu selama 4 jam pengujian nilai kadar air yang keluar dari daging buah kelapa mencapai 22,49% dibandingkan dengan pengujian tanpa menggunakan heater dan menggunakan heater 260 Watt. Untuk pengujian menggunakan heater 260 Watt hasilnya seharusnya lebih efisien tetapi karena energi yang tersimpan pada baterai tidak dapat beroperasi dalam waktu 4 jam sehingga kadar air yang keluar dari daging buah kelapa kurang dibandingkan dengan pengujian menggunakan heater 100 Watt.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ningsih, P. S. (2020). Pengukuran Tegangan, Arus, Daya pada Prototype PLTS Berbasis Mikrokontroler Arduin Uno. *SainETIn: Jurnal Sains, Energi, Teknologi, dan Industri*, 5(1), 8-16.
- [2]. Arief, T., Nasir, S., Nukman, N., & Oktinasari, E. (2021). Pengembangan Dan Modifikasi Kompor Surya Sederhana Berbasis Energi Matahari (Solar Energy) Tipe Bulat dan Parabola untuk Kebutuhan Memasak (Solar Cooker) pada Rumah Tangga dan Sekolah. *Jurnal Pengabdian Community*, 3(1), 20-27.
- [3]. Aprilia, B. C. (2021). Analisis kelayakan usahatani sayur hidroponik metode nutrient film technique di forever green, Jakarta Timur (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- [4]. Widyaningrum, B. (2017). Analisis Kendala Dan Strategi Adopsi Inovasi True Shallot Seed (TSS) Sebagai Sumber Benih Bawang Merah Di Kabupaten Nganjuk.
- [5]. Rakhmawati, R., & St, M. T. (2016). Rancang Bangun Alat Pengereng Buah Kelapa Guna Produksi Kopra Menggunakan Kontrol PI. *Techno Bahari*, 3(1).
- [6]. Lay, A., & Maskromo, I. (2016). Kinerja alat pengeringan kopra sistem oven skala kelompok tani dan karakteristik produk. *Buletin Palma*, 17(2), 175-183.
- [7]. Agustini, V., Burhan, B., & Rahman, A. (2014). Optimasi suhu dan waktu pengeringan kopra putih dengan pemanasan tidak langsung (indirect drying). *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 8(2), 86-96.
- [8]. Wirakusuma, K. W., Kadriadi, K., Alfian, M., Afandy, M., & Mubarak, A. H. (2024). Rancang Bangun Alat Pengereng Kopra Skala Industri Kecil Menengah Dengan Pendekatan Quality Function Deployment. *Sinergi Polmed: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(2), 69-74.
- [9]. Abdillah, M. R. (2019). Optimasi Temperatur Dan Waktudryer Pada Pembuatan Mi Instan Jagung (Doctoral Dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- [10]. Supshiana, F. (2017). Modifikasi Alat Pengereng Kopra Putih Sistem Blower (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Ujung Pandang).
- [11]. Nurdwitami, A. R. (2019). Strategi Pemasaran Usaha Kopra Di Desa Tugondeng Kecamatan Herlang Kabupaten Bulukumba (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Makassar).
- [12]. Helmi, R. L., & Khasanah, Y. (Eds.). (2020). Modified Cassava Flour (Mocaf): Optimalisasi Proses dan Potensi Pengembangan Industri Berbasis UMKM. Penerbit BRIN.
- [13]. Nur, M. I., & Aryanto, M. (2020). Pengembangan Prototipe Robot Pengaduk pada Proses Pengeringan Gabah Menggunakan Tenaga Surya Berbasis Internet of Things (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Ujung Pandang).
- [14]. Nopitasari, U., Purnamasari, I., & Meidinariasty, A. (2022). Perancangan Sistem Pengendalian Temperatur Pada Digester Pembuatan Pulp Tipe Batch. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*, 2(4), 151-156.
- [15]. Yunas, R. P., & Pulungan, A. B. (2020). Sistem Kendali Suhu dan Kelembaban

- pada Proses Fermentasi Tempe. JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional), 6(1), 103-113.
- [16]. Parastiwi, A., Rahmad, C., & Rahmanto, A. N. (2018). Pemrograman Spreadsheet Untuk Pemodelan Kontrol Rangkaian Elektronika (Vol. 1). UPT Percetakan dan Penerbitan Polinema.
- [17]. Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif. Emitor: Jurnal Teknik Elektro, 18(1), 10-14.