

## PEMBUATAN ALAT PENDINGER CABAI DENGAN SISTEM EFEK RUMAH KACA BERBASIS PANEL SURYA

Pande Putu Agus Santoso<sup>1,a</sup>, Iklas Sanubary<sup>1</sup> dan Diah Mahmuda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin Pertanian Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sambas

Korespondensi:

<sup>a</sup>Program Studi Teknik Mesin Pertanian, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sambas  
email: pande.santoso@gmail.com

### ABSTRAK

Metode pengeringan cabai dapat diklasifikasikan menjadi dua, yakni secara alami dan buatan. Masing-masing metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan. Dibutuhkan sebuah alat yang mampu memadukan kelebihan dan mengurangi kekurangan dari masing-masing metode tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat pengering cabai dengan sistem efek rumah kaca berbasis panel surya. Metode penelitian terdiri atas pembuatan alat dan uji fungsional. Pembuatan alat terdiri atas studi literatur, desain, persiapan alat dan bahan, serta manufacturing. Proses uji fungsional terdiri atas uji fungsional komponen elektronika dan uji fungsional ruang pengering. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat pengering cabai dengan sistem efek rumah kaca berbasis panel surya ini memiliki ukuran panjang = 30 cm, lebar = 30 cm, dan tinggi = 120 cm. Alat ini memiliki dinding yang transparan sehingga panas matahari dapat masuk dan terperangkap di dalamnya. Disamping itu alat ini juga dilengkapi dengan kolektor panas yang terbuat dari aluminium, batu hitam dan bagian atas ditutup dengan kaca, sehingga panas matahari dapat masuk, dioptimalkan dan disalurkan kedalam ruang pengering dengan menggunakan kipas input. Kipas input (mengalirkan udara panas dari kolektor panas ke ruang pengering) dan kipas output (menggerakkan uap air dari dalam ruang pengering ke luar) dihidupkan dengan menggunakan listrik yang bersumber dari panel surya. Hasil uji fungsional menunjukkan bahwa alat ini mampu meningkatkan suhu dan menurunkan kelembaban. Suhu rata-rata di dalam ruang pengering adalah 46,66°C atau 6,91°C lebih tinggi dibandingkan suhu rata-rata di luar alat. Kelembaban rata-rata di dalam ruang pengering adalah 15,64% atau 37,63% lebih rendah dibandingkan kelembaban rata-rata di luar alat.

**Kata kunci:** alat pengering, efek rumah kaca, panel surya, pembuatan, uji fungsional.

### ABSTRACT

*The method of chili drying can be classified into two, namely naturally and mechanically. Each of these methods has its advantages and disadvantages. It takes a tool that was able to combine the advantages and reduce the disadvantages of each of these methods. This research aims to make a chili dryer with greenhouse effect system based on solar panel. This research consists of manufacturing and functional tests. Manufacturing process consists of literature study, design and production process. The functional test consists of the functional test of electronic components and functional test of the drying chamber. The results showed that the chili dryer with greenhouse effect system based on solar panel has 30 cm of a length, 30 cm of width, and 120 cm of height. This tool has a transparent wall so that the sun's heat can enter and trapped inside it. In addition, this tool was also equipped with a heat collector made of aluminum, black stone and its*

*surface was covered with glass, so that solar heat can enter, optimize and flowed into the drying room using an input fan. The input fan (flowing hot air from heat collector to drying chamber) and the output fan (moving water vapor from inside the drying chamber to the outside) were turned on using electricity sourced from solar panels. The results of functional tests showed that this tool was able to increase the temperature and decrease the humidity. The average temperature inside the drying chamber was 46.66°C or 6.91°C higher than the average temperature outside it. The average humidity inside the drying chamber was 15.64% or 37.63% lower than the average humidity outside it.*

**Keywords:** *drying device, functional test, greenhouse effect, manufacture, solar panel.*

## 1. PENDAHULUAN

Cabai merah (*Capsium annum L.*) merupakan bahan kuliner yang umum digunakan. Bubuk cabai merah digunakan untuk mewarnai makanan dan memberikan rasa pedas. Cabai sangat bermanfaat karena mengandung antioksidan, vitamin A, vitamin C, dan senyawa lainnya.. Buah cabai memiliki kadar air yang tinggi yakni 90%. Hal ini menyebabkan buah cabai sulit dipertahankan tingkat kesegarannya karena mudah rusak dan busuk, apalagi jika dalam kondisi lembab. Pengawetan cabai melalui proses pengeringan mutlak diperlukan untuk mempertahankannya agar dapat bertahan dalam jangka waktu lebih lama. Pengeringan adalah metoda pengawetan alami dengan cara mengurangi kadar air suatu objek melalui fenomena fisis penguapan. Dengan berkurangnya uap air maka bahan organik tersebut menjadi tidak mudah ditumbuhi oleh jamur dan mikroorganisma lainnya, sehingga dapat mencegah terjadinya proses pembusukan pada cabai [1].

Proses pengeringan cabai dapat diklasifikasikan menjadi dua, yakni secara konvensional dan modern [2]. Proses pengeringan secara konvensional dilaksanakan dengan menghamparkan objek yang akan dikeringkan di bawah terik sinar matahari. Kelebihan dari metode konvensional adalah mudah untuk dilakukan, dapat memproduksi kalor dalam jumlah yang tak terbatas dan tidak memerlukan biaya yang tinggi. Kekurangan dari metode konvensional adalah proses pengeringan yang dilakukan pada area yang terbuka membuat objek mudah terkena kotoran dari debu, proses pengeringan sangat bergantung pada kondisi alam (kuat lemahnya pancaran sinar matahari), membutuhkan medan pengeringan yang luas, dan periode pengeringan yang relatif lama [3]. Metode pengeringan secara modern dilaksanakan dengan mengalirkan udara panas ke bahan [4]. Kelebihan dari metode ini adalah kapasitas objek yang hendak dikeringkan dapat diatur, dengan menggunakan metode rak bertingkat pengeringan secara modern relatif lebih hemat tempat dan tingkat kadar air akhir dari bahan yang dikeringkan dapat diatur. Kekurangan dari metode ini adalah boros energi dan tidak ramah lingkungan. Boros energi karena pada alat pengering modern menggunakan sumber panas dari listrik PLN. Hal ini tentu akan membebani petani secara ekonomi karena alat menyala dalam jangka waktu lama. Tidak ramah lingkungan, karena alat pengering buatan selain menggunakan sumber panas dari listrik PLN, ada pula dari kayu bakar, oli, BBM, dan bahan bakar lainnya yang tentunya menghasilkan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) [5]. Disamping itu, aliran udara panas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan karbon tentu tidak sepenuhnya bersih dapat mengkontaminasi cabai itu sendiri secara kimiawi.

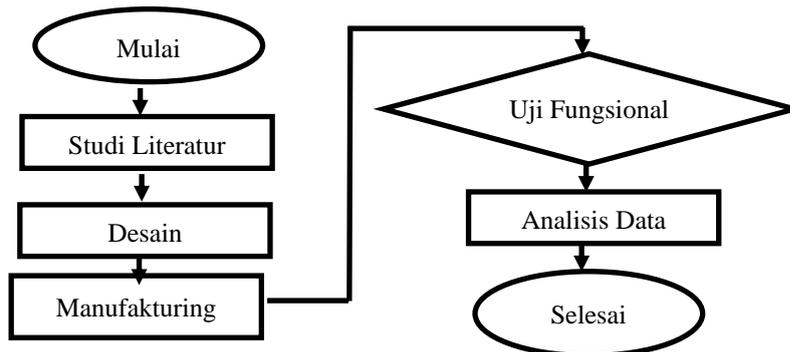
Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa perlunya pengembangan alat pengering cabai yang dapat mengkolaborasi keunggulan dari metode konvensional dan modern, dan mengeliminir kekurangan dari setiap metode tersebut. Kelebihan metode konvensional yakni dapat memproduksi kalor dalam jumlah yang tidak berhingga, jadi peneliti seyogyanya dapat mengembangkan alat yang ber dinding tansparan, sehingga energi panas alam tetap dapat masuk ke dalam alat. Hal ini tentu akan membuat proses pengeringan berlangsung lebih efisien. Kekurangan metode konvensional yakni tidak higienis karena terhampar pada tempat terbuka, jadi peneliti seyogyanya dapat mengembangkan alat yang tertutup, sehingga bahan yang sedang dikeringkan tidak terkontaminasi debu. Kekurangan metode modern yakni membutuhkan banyak listrik dalam pengoperasiannya dan tidak ramah lingkungan, jadi peneliti seyogyanya mengembangkan alat yang dapat mengkonversi tenaga surya menjadi energi listrik. Alat pengering cabai dengan sistem efek rumah kaca berbasis panel surya adalah sebuah sistem pengering yang dibuat dengan dinding transparan, sehingga panas matahari dapat masuk ke dalam ruang pengering dan terkungkung di dalamnya. Alat ini juga dilengkapi dengan kolektor panas (alat untuk mengumpulkan panas sinar matahari yang dilengkapi dengan material aluminium hitam dan batu). Hawa panas yang telah terkumpul pada kolektor selanjutnya dialirkan ke dalam ruang pengering menggunakan kipas input. Selain kipas input, pada alat juga terdapat kipas output yang berfungsi untuk menggerakkan uap air yang terbentuk selama proses pengeringan, dari dalam ke luar ruang pengering. Kipas ini dihidupkan dengan menggunakan listrik dari panel surya. Dengan menggunakan alat ini maka panas dari sinar matahari

tidak saja dimanfaatkan sebagai sumber panas pada proses pengeringan, tetapi juga merupakan sumber listrik untuk menghidupkan kipas. Dioptimalkannya panas sinar matahari dengan sistem efek rumah kaca dan adanya aliran udara pada alat, diyakini mampu untuk meningkatkan suhu dan menurunkan kelembapan pada ruang pengering. Apabila suhu meningkat dan kelembapan udara rendah, maka proses pengeringan dapat berlangsung lebih optimal.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat alat pengering cabai dengan sistem efek rumah kaca berbasis panel surya. Lahirnya gagasan penelitian ini tidak terlepas dari penelitian-penelitian terdahulu terkait pemanfaatan panel surya pada alat pengering. Mukkun dan Dana (2016) telah berhasil membuat alat pengering ikan asin ramah lingkungan menggunakan integrasi panel surya dan energi matahari [6]. Sutrisno dkk (2021) telah berhasil membuat alat pengering ikan otomatis berbasis panel surya untuk pedagang ikan di Desa Prigi Kabupaten Trenggalek [7]. Santoso dkk (2022) telah berhasil membuat alat pengering *cocopeat* dengan sistem hybrid yang memadukan panas cahaya matahari dan bola lampu yang dihidupkan dengan panel surya [8]. Perbedaan penelitian ini dengan penelitain sebelumnya adalah dari segi disaen alat, pemanfaatan panel surya sebagai sumberb listrik untuk menghidupkan kipas guna menurunkan kelembapan, ruang pengering yang transparan sehingga memungkinkan terjadinya efek rumah kaca, dan ditambahkan kolektor panas sebagai sumber kalor tambahan untuk meningkatkan suhu pada ruang pengering. Jadi pada alat ini, sinar matahari dioptimalkan sebagai sumber panas untuk efek rumah kaca, kolektor panas dan listrik yang menghidupkan kipas.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian dapat diklasifikasikan menjadi metode pembuatan alat dan uji fungsional [9]. Secara grafis metode penelitian ditunjukkan oleh gambar 1.



**Gambar 1. Diagram alir penelitian**

### 2.1 Studi Literatur

Studi literatur bertujuan agar kita dapat memilih komponen-komponen elektronika yang sesuai dengan kebutan alat. Pemilihan komponen yang benar mampu membuat alat berfungsi dengan baik dan efektif secara finansial. Uraian di bawah menjelaskan tahapan dalam merumuskan kapasitas komponen kelistrikan yang dibutuhkan dalam proses pembuatan alat pengering cabai dengan sistem efek rumah kaca berbasis panel surya [10].

#### 2.1.1 Menentukan Kebutuhan Daya Listrik

Kebutuhan daya adalah total beban listrik yang digunakan oleh alat selama proses penggunaannya. Dalam menentukan kebutuhan daya listrik perlu diketahui jenis alat elektronika, jumlah itemnya, daya yang dibutuhkan serta durasi waktu pemakaiannya. Secara matematis, metoda untuk menghitung kebutuhan daya tersaji pada persamaan 1 berikut [11].

$$\text{Kapasitas Daya} = \sum(\text{Jenis alat elektronika} \times \text{jumlah item} \times \text{daya} \times \text{waktu pemakaian}) \quad (1)$$

### 2.1.2 Menentukan Kapasitas Panel Surya (PV)

Menentukan kapasitas panel surya dapat dilakukan dengan membagi nilai kebutuhan daya dengan rata-rata waktu operasi maksimum panel surya di Indonesia. Sebagai negara yang dilalui oleh garis katulistiwa, matahari bersinar sepanjang hari di Indonesia, namun penyinaran optimum terjadi selama lima jam, mulai pukul 10.00 WIB sampai dengan 15.00 WIB (Harahap dkk., 2019). Berdasarkan hal tersebut maka guna menentukan kapasitas panel surya dapat dirumuskan dengan persamaan 2 berikut [10].

$$\text{Kapasitas Panel Surya (Wp)} = \text{Kebutuhan Daya} : 5 \quad (2)$$

### 2.1.3 Menentukan Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai adalah ukuran daya tampung suatu baterai saat digunakan untuk menampung daya listrik sebelum digunakan untuk menghidupkan peralatan elektronik. Dalam menghitung nilai kapasitas baterai seyogyanya mempertimbangkan faktor efisiensi. Ketika digunakan sebainya baterai tidak habis sampai 100%. Ukuran ideal dari kapasitas baterai yakni 1,5 kali dari total beban. Perhitungan kapasitas baterai tersaji pada persamaan 3 [11].

$$\text{Kapasitas Baterai (Ah)} = 1,5 \times \text{Kebutuhan Daya} \quad (3)$$

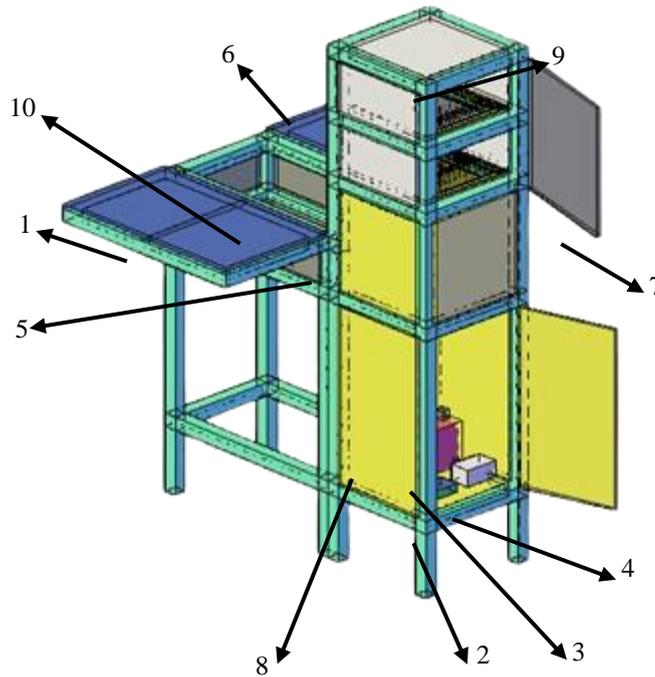
### 2.1.4 Menentukan Karakteristik SCC

*Sollar Charge Controler* (SCC) adalah alat yang digunakan untuk mengontrol proses pengisian muatan listrik dari panel surya (PV) ke dalam baterai (aki), dan juga proses output muatan menuju alat-alat listrik. Karakteristik SCC adalah nilai Ampere yang tertera pada alat ini. Nilai Ampere pada SCC mengindikasikan kapasitas arus dari PV yang dapat diterima oleh SCC dan diolah untuk selanjutnya digunakan dalam proses pengisian baterai. Dasar menentukan karakteristik SCC adalah spesifikasi dan bentuk rangkaian panel surya. Spesifikasi yang dimaksud adalah nilai  $I_{sc}$  yang tertera dibagian belakang modul surya. Bentuk rangkaian yang dimaksud adalah seri atau paralel. Rumus untuk menentukan karakteristik SCC tersaji pada persamaan 4 berikut [13].

$$I_{sc} \geq I_{sc \text{ panel}} \times \text{jumlah panel} \quad (5)$$

## 2.2 Desain

Pasca dilaksanakannya proses studi literatur, maka tahap selanjutnya adalah melakukan disaen alat. Desaien alat pada penelitian ini ditunjukkan oleh gambar 2.



**Gambar 2.** *Desain alat pengering cabai dengan sistem efek rumah kaca berbasis panel surya*

Penjelasan dari disaen alat:

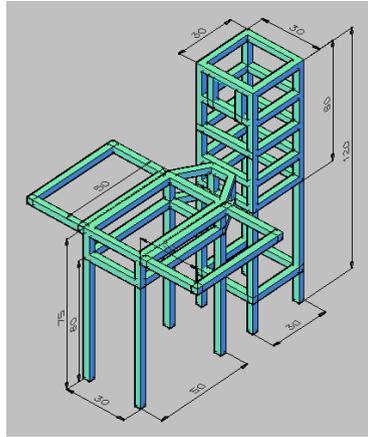
- 1 : Panel surya
- 2 : Solar Charge Controller (SCC)
- 3 : Aki
- 4 : Inverter (mengubah listrik DC menjadi AC)
- 5 : Kipas input
- 6 : Kipas output
- 7 : Pintu
- 8 : Dinding terbuat dari triplek, dilapisi styrofoam dan aluminium foil
- 9 : Kaca bening
- 10 : Kolektor surya

Disaen alat pada gambar 2 juga mampu menjelaskan hipotesis cara kerja alat. Ketika foton dari cahaya mengenai solar sel (yang terbuat dari bahan semikonduktor jenis N dan P), maka akan terjadi kelebihan jumlah elektron pada sisi semikonduktor jenis N. Saat solar sel telah dirangkai, maka elektron akan mengalir dari bagian solar sel sisi N ke bagian sisi P melalui *Solar Charge Controller* (SCC). Aliran elektron ini menyebabkan terjadinya arus listrik. SCC berfungsi untuk mengatur proses *charging* aki. Jadi, ketika melewati SCC (sebelum sampai ke sisi sel surya bagian P) arus akan dialirkan menuju aki, untuk disimpan. Saat akan digunakan, arus akan dikeluarkan dari aki, juga melalui SCC. Jadi fungsi SCC tidak hanya mengatur proses pengisian, namun juga proses pengosongan aki. Karena alat listrik yang akan dihidupkan adalah kipas angin AC, maka arus DC dari aki dirubah menjadi AC oleh inverter.

Dinding alat terbuat dari material bening sehingga cahaya dapat berdifusi kedalam ruang pengering. Disamping menggunakan kalor yang dihasilkan oleh cahaya matahari, alat pengering cabai ini juga mendapatkan panas dari kolektor surya, yang dialirkan melalui kipas *input*. Perpaduan panas dari sinar matahari dan kolektor surya, membuat proses penguapan air dari cabai menjadi lebih cepat. Uap air digerakkan keluar ruang pengering oleh kipas *output*.

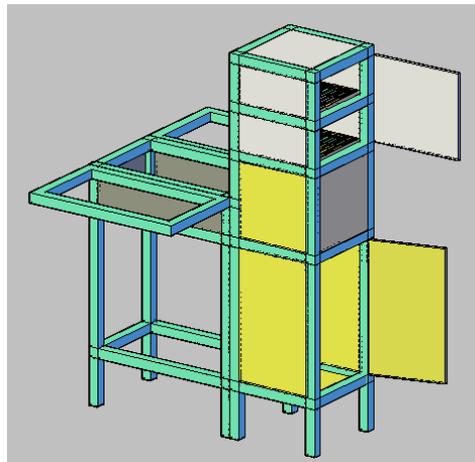
### 2.3 Manufaktur

Tahapan pembuatan alat diawali dengan pembentukan kerangka. Kerangka dibentuk dari material besi holo berukuran (3x3) mm. Besi holo ini selanjutnya diukur, digrinda dan dilas, berdasarkan bentuk dan ukuran *job sheet* pada gambar 3.



**Gambar 3. Disaen kerangka alat**

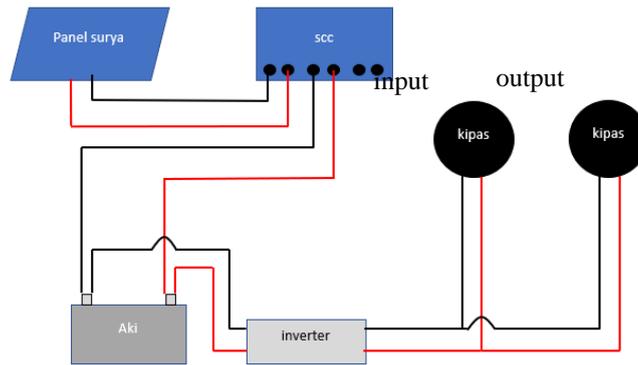
Setelah kerangka alat terbentuk, maka selanjutnya adalah pelapisan kerangka dengan bahan yang sudah ditentukan, seperti pada gambar 4.



**Gambar 4. Disaen pelapisan kerangka alat**

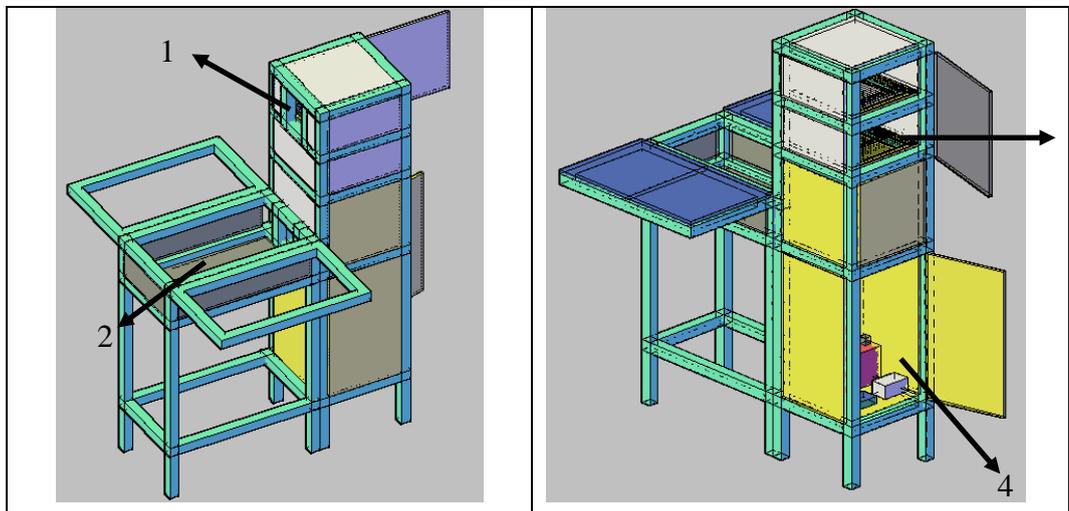
Dari gambar 4 dapat dijelaskan bahwa bagian yang berwarna kuning adalah dinding kayu lapis yang dilapisi *sterofoam*, bagian yang berwarna putih adalah dinding yang dilapisi kaca, dan warna hitam adalah dinding triplek yang dicat hitam.

Pasca kerangka alat selesai dilapisi (diberi kesing), tahap selanjutnya adalah melakukan perangkaian komponen elektronika seperti yang tersaji pada gambar 5 berikut.



**Gambar 5. Rangkaian komponen elektronika**

Adapun posisi peletakan panel surya, SCC, aki, inverter, kolektor panas, ruang pengering, dan kipas output, tersaji pada gambar 6.



**Gambar 6. Disain posisi kompon-komponen penyusun alat pengering**

Berdasarkan gambar 6, adapun keterangan gambarnya adalah 1 = kipas output, 2 = kolektor surya, 3 = ruang pengering bahan, dan 4 = ruang sumber kelistrikan.

#### 2.4 Analisis Data

Analisis data dilakukan melalui kegiatan uji fungsional alat. Uji fungsional terdiri atas uji komponen-komponen elektronika alat dan ruang pengering. Uji komponen elektronika alat terdiri atas pengukuran nilai tegangan yang dihasilkan oleh panel surya dengan menggunakan multimeter, pengamatan kinerja SCC, pengukuran tegangan pada aki dengan menggunakan multimeter, pengukuran tegangan input dan output pada inverter dengan menggunakan multimeter, serta pengamatan terhadap kinerja kipas input dan output.

Uji fungsional ruang pengering dilakukan dengan menjemur alat selama lima jam (pukul 10.00 WIB sampai 15.00 WIB). Adapun yang diukur selama proses penjemuran adalah suhu dan kelembapan di dalam dan dilur ruang pengering [14]. Proses pengukuran suhu dan kelembapan dilakukan setiap 30 menit sekali, sehingga selama satu hari proses penjemuran dikumpulkan 11 data. Data suhu dan kelembapan yang dikumpulkan dari ruang pengering di dalam alat selanjutnya disebut dengan kelompok eksperimen. Data suhu dan kelembapan yang dikumpulkan diluar alat selanjutnya disebut dengan kelompok kontrol.

Terdapat 11 data suhu di dalam ruang pengering (kelompok eksperimen), 11 data suhu di luar alat pengering (kelompok kontrol), 11 data kelembapan di dalam ruang pengering (kelompok eksperimen), dan 11 data kelembapan di luar alat pengering (kelompok kontrol). Untuk menghitung rata-rata nilai suhu dan kelembapan pada masing-masing kelompok, digunakan persamaan 6 berikut [15].

$$\bar{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^{11} \mu_i}{11} \quad (6)$$

Untuk memastikan bahwa perbedaan nilai rata-rata suhu dan kelembapan yang terjadi di dalam dan luar alat pengering signifikan, maka perlu dilakukan uji statistik lanjut dengan menggunakan uji t (*independent sample t-test*). Uji *independent sample t-test* dipilih karena pada proses uji fungsional ruang pengering ini bertujuan untuk melihat perbedaan rata-rata suhu dan kelembapan antara dua kelompok (kontrol dan eksperimen). Adapun bentuk rumus uji-t tersaji pada persamaan 7 [15].

$$t_o = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (7)$$

dimana  $\bar{y}_1$  dan  $\bar{y}_2$  adalah nilai rerata (*mean*) suhu atau kelembapan dari masing-masing kelompok (eksperimen dan kontrol).  $n$  adalah jumlah data, yakni 10.  $S_p$  adalah nilai dari varian umum yang dirumuskan seperti persamaan 8 [15].

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (8)$$

Adapun bentuk hipotesis statisti proses pengujian ini adalah sebagai berikut.  $H_0: \mu_1 = \mu_2$  (tidak terdapat perbedaan rerata suhu dan kelembapan, di dalam dan di luar alat pengering).  $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$  (terdapat perbedaan rerata suhu dan kelembapan, di dalam dan di luar alat pengering). Adapun kriteria penolakan hipotesisnya adalah: tolak  $H_0$  apabila  $|t_o| > t_{\alpha, v}$ . Nilai  $t_{\alpha, v}$  diperoleh dari tabel statistik dimana  $\alpha$  yang digunakan pada penelitian ini adalah 0,05 dan  $v = n_1 + n_2 - 2$  [15].

Hasil analisis ini mampu menunjukkan bahwa sejauh mana ruang pengering pada alat ini dapat berfungsi dengan baik. Ruang pengering dikatakan mampu berfungsi dengan baik apabila ia mampu menghasilkan suhu rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan suhu lingkungan dan nilai kelembapan rata-rata yang lebih rendah dibandingkan dengan kelembapan lingkungan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian terdiri atas hasil perhitungan kebutuhan komponen panel surya, hasil pembuatan alat pengering cabai dengan sistem efek rumah kaca berbasis panel surya dan hasil uji fungsional. Uraian lebih rinci mengenai hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

#### 3.1 Hasil Perhitungan Kebutuhan Komponen PLTS

Alat ini menggunakan kipas input (220V 20 W) yang berfungsi untuk mengalirkan udara kering dari kolektor panas menuju ruang pengering dan sebuah kipas output (220V 20W) yang berfungsi untuk mengalirkan udara lembab dari dalam ruang pengering keluar. Kedua kipas ini beroperasi selama 5 jam per hari. Berdasarkan persamaan (1), total daya pada alat ini adalah  $2 \times 20 \text{ W} \times 5 \text{ h} = 200 \text{ Wh}$  per hari.

Berdasarkan persamaan (2), daya panel surya yang diperlukan untuk mengoperasikan alat ini adalah total daya dibagi 5 jam (rata-rata waktu penyinaran panel surya yang optimal di Indonesia). Jadi kebutuhan daya panel surya adalah  $200 \text{ Wh} : 5 \text{ h} = 40 \text{ W}$ . Karena alasan keindahan atau estetis alat, maka dipilih panel 10 Wp sebanyak empat buah. Hal ini agar dua pasang PV itu, dapat direntangkan disisi kolektor panas, sehingga terkesan lebih seimbang dan efisien tempat.

Berdasarkan persamaan (3), kebutuhan baterai pada alat pengering cabai tenaga surya ini adalah  $1,5 \times$  total daya. Sehingga  $1,5 \times 200 \text{ W} = 300 \text{ W}$ . Karena baterai memiliki nilai tegangan 12V, sehingga nilai Ampere nya adalah,  $300 \text{ W} : 12 \text{ V} = 25 \text{ A}$ . Jadi pada penelitian ini digunakan satu buah aki dengan daya 12V 25Ah.

Berdasarkan persamaan (4), karena pada penelitian ini menggunakan empat buah panel 10 Wp dengan nilai  $I_{sc} = 5,56\text{A}$ , maka karakteristik SCC yang dibutuhkan adalah  $4 \times 5,56\text{A} = 22,24\text{A}$ . Jadi harus digunakan SCC yang memiliki nilai arus di atas 22,24A. Pada penelitian ini digunakan SCC dengan nilai kuat arus 30A.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan komponen PLTS ini dapat disimpulkan bahwa untuk mengoperasikan dua buah kipas pada alat pengering cabai dengan sistem efek rumah kaca berbasis panel surya ini dibutuhkan empat buah PV 10 Wp, satu buah baterai (aki *deep cycle*) 12V 25Ah dan satu buah SCC 30A, seperti yang tersaji pada gambar 7.



**Gambar 7. Kipas 20W, PV 10 Wp, Baterai 12V 25Ah, dan SCC 30 A.**

### 3.2 Hasil Pembuatan Alat Pengering Cabai dengan sistem ERK berbasis PV

Berdasarkan desaien alat yang tersaji pada gambar 1, proses pembuatan alat pengering cabai dengan sistem efek rumah kaca berbasis panel surya, tersaji pada Tabel 1.

**Tabel 1. Proses pembuatan alat**

<b>Gambar</b>	<b>Penjelasan</b>
	<p><b>Pembuatan kerangka:</b> Proses pembuatan kerangka dilakukan dengan memotong besi holo (3x3) sesuai dengan ukuran pada desain alat. Dinama: <math>p = 15 \text{ cm}</math> (10 buah), <math>p = 30 \text{ cm}</math> (30 buah), <math>p = 50 \text{ cm}</math> (8 buah), <math>p = 75 \text{ cm}</math> (4 buah), dan <math>p = 120 \text{ cm}</math> (4 buah). Selanjutnya potongan besi tersebut disatukan (sesuai dengan desain alat) dengan menggunakan mesin las.</p> <p><b>Pengecatan:</b> Pengecatan dilakukan pada bagian luar dinding dan kerangka alat guna mempercantik dan melapisi kerangka agar tidak mudah karat.</p> <p><b>Pemasangan casing alat:</b> Kolektor panas dilapisi dengan triplek yang dicat warna hitam. Bagain dalam kolektor dilengkapi dengan aluminium hitam yang dilipat-lipat berbentuk huruf W. Hal ini agar luas permukaan penyerapan panas semakin optimal. Batu koral hitam, juga disebarkan diantara lipatan aluminium. Permukaan atas kolektor panas, ditutup dengan kaca.</p> <p>Ruang kontrol panel (yang berada di bawah ruang pengering), dilapisi dengan triplek dan gabus. Hal ini bertujuan agar ruang ini tetap sejuk, sehingga komponen elektronika dapat bekerja dengan baik.</p>



Ruang pengering, dilapisi degan kaca, sehingga panas matahari dapat masuk dan terperangkap di dalamnya (efek rumah kaca).

#### **Pemasangan komponen eletronika:**

Komponen elektronika pada alat ini terdiri atas: dua buah kipas 20 watt, kabel, piting, inverter, SCC, aki, dan solar panel. Proses pemasangan komponen elektronika adalah sebagai berikut.

- Menghubungkan aki (12V 20Ah) dengan SCC (30A).
- Menghubungkan 4 solar panel 10 Wp (dirangkai paralel) dengan SCC (30A).
- Menghubungkan aki (12V 20Ah) dengan bagian input inverter (3000 W).
- Menghubungkan bagian output inverter (3000 W) dengan terminal.
- Menghubungkan 2 buah kipas 20 W dengan terminal.

Berdasarkan tabel 1, Adapun hasil akhir pembuatan alat pengering cabai dengan sistem efek rumah kaca berbasis panel surya, tersaji pada gambar 8.



**Gambar 8.** Alat pengering cabai dengan sistem efek rumah kaca berbasis panel surya.

Berdasarkan gambar 8, adapun penjelasan tentang spesifikasi alat tersaji pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Spesifikasi Alat

No.	Komponen	Spesifikasi
1	Ruang pengering	Spesifikasi: $p = 30 \text{ cm}$ , $l = 30 \text{ cm}$ , dan $t = 60 \text{ cm}$ .
2	Panel Surya	Spesifikasi: $P = 4 \times 10 \text{ Wp}$ ; $V_{oc} = 17,5 \text{ V}$ ; dan $I_{sc} = 5,56 \text{ A}$ .
3	SCC	Spesifikasi alat ini adalah memiliki $V = 12 \text{ V}$ dan $I = 30 \text{ A}$ .
4	Aki	Spesifikasi aki: $12 \text{ V } 20 \text{ Ah}$ , artinya aki memiliki $P = 240 \text{ W}$ .
5	Inverter	Spesifikasi inverter adalah: $V_{in} = 12 \text{ V}$ , $V_{out} = 220 \text{ V}$ , $f = 50 \text{ Hz}$ .
6	Kipas	Spesifikasi kipas adalah: $V = 220 \text{ VAC}$ , $P = 25 \text{ W}$ .
7	Termohidro meter	Spesifikasi termohidrometer adalah mampu mengukur suhu dengan NST $0,1^\circ \text{C}$ dan kelembaban dengan NST $1\%$ .
8	Kolektor panas	Spesifikasi: $p = 50 \text{ cm}$ , $l = 30 \text{ cm}$ , dan $t = 15 \text{ cm}$ . Material kolektor panas = batu koral dan plat aluminium hitam.

Alat ini memiliki dinding yang transparan sehingga panas matahari dapat masuk dan terperangkap didalamnya. Disamping itu alat ini juga dilengkapi dengan kolektor panas yang terbuat dari aluminium, batu hitam dan bagian atas ditutup dengan kaca, sehingga panas matahari dapat masuk, dioptimalkan dan disalurkan kedalam ruang pengering dengan menggunakan kipas input. Kipas input (mengalirkan udara panas dari kolektor panas ke ruang pengering) dan kipas output (menggerakkan uap air dari dalam ruang pengering ke luar) dihidupkan dengan menggunakan listrik yang bersumber dari panel surya.

### 3.3 Hasil Uji Fungsional

Proses uji fungsional dilakukan setelah alat selesai dibuat. Uji fungsional terdiri atas uji fungsional komponen kelistrikan dan uji fungsional ruang pengering. Uji fungsional komponen kelistrikan dilaksanakan dengan memerikasa semua komponen kelistrikan alat. Proses pemeriksaan ini meliputi kinerja panel surya dalam mentransformasikan cahaya menjadi listrik, kemampuan aki dalam menyimpan listrik, kinerja inverter untuk arus DC menjadi AC, dan nyala kipas. Rincian hasil uji fungsional tersaji pada Tabel 3.

**Tabel 3. Hasil uji fungsional komponen kelistrikan alat**

No	Gambar	Penjelasan
1		Alat pengering ini menggunakan empat buah panel surya dengan ukuran masing-masing (30 x 25 cm). Panel surya ini mempunyai daya 10 Wp, dan saat tahap penjemuran, tegangan rata-rata yang dihasilkan adalah 17,5 V dan arus 5,56A. Ketika mengisi aki, voltase dari panel surya diturunkan menjadi 13,1V oleh SCC. Hal ini menyesuaikan dengan tegan aki yakni 12V.
2		Aki yang pakai dalam penelitian ini mempunyai nilai tegangan 12V dan arus 25 Ah. Karena $V = 12V$ dan $I = 25A$ , maka daya aki ( $P$ ) adalah 300 Wh. Dalam Penelitian ini digunakan 4 buah panel surya 10 Wp. Jadi waktu pengisian adalah $300 \text{ Wh} : 40W = 7,5h$ . Diketahui adalah rata-rata waktu pengisian per hari adalah 5h, maka aki akan penuh dalam 2 hari.
3		Inverter adalah alat yang berfungsi untuk merubah arus DC yang dihasilkan oleh aki, menjadi AC untuk menyalakan kipas angin. Inverter ini memiliki tegangan input rata-rata 12 V DC dan tegangan output rata-rata 215V AC.
4		Alat ini dilengkapi dengan dua kipas (kipas input dan output). Kipas input berfungsi untuk menggerakkan udara panas dari kolektor panas ke ruang pengering. Kipas output berfungsi untuk menggerakkan uap air, dari dalam ruang pengering ke luar alat. Ketika kabel dari kipas dihubungkan dengan inverter, ternyata kedua kipas tersebut dapat berfungsi baik.

Pasca uji fungsioanl komponen elektronika alat selesai dilakukan maka dilanjutkan dengan tahap uji fungsional ruang pengering alat. Uji fungsional ruang pengering dilakukan melalui sebuah penelitian eksperimen dengan membandingkan rata-rata nilai suhu dan kelembaban di dalam alat (eksperimen) dan di luar alat atau lingkungan (kontrol). Proses pengambilan data dilakukan dengan menjemur alat pada area

terbuka dari pukul 10.00 WIB sampai 15.00 WIB (5 jam). Setiap 30 menit, dilakukan proses pencatatan nilai suhu dan kelembaban di dalam serta di luar alat. Data hasil uji fungsional ruang pengering tersaji pada Tabel 4.

**Tabel 4. Data hasil uji fungsional ruang pengering**

No	Waktu	T (dalam) °C	T (luar) °C	H (dalam) %	H (luar) %
1	10.00	45,7	45,7	16	16
2	10.30	46,9	43,9	15	52
3	11.00	45,1	38,5	16	67
4	11.30	47,3	41,4	15	47
5	12.00	47,0	43,9	15	49
6	12.30	49,0	39,3	16	55
7	13.00	48,0	44,1	17	49
8	13.30	47,1	37,0	15	57
9	14.00	45,5	34,7	16	70
10	14.30	46,0	34,1	15	72
11	15.00	45,7	34,7	16	52
	Rata-rata	<b>46,66</b>	<b>39,75</b>	<b>15,64</b>	<b>53,27</b>
	Standar deviasi	<b>1,19</b>	<b>4,29</b>	<b>0,67</b>	<b>15,18</b>

Berdasarkan tabel 4 terlihat bahwa nilai rata-rata suhu di dalam alat pengering adalah 46,66°C dengan nilai standar devisi 1,19. Rata-rata suhu di luar alat pengering adalah 39,75°C dengan nilai standar devisi 4,29. Rata-rata kelembaban di dalam alat pengering adalah 15,64% dengan nilai standar devisi 0,67. Rata-rata kelembaban di luar alat pengering adalah 53,27% dengan nilai standar devisi 15,18. Dengan menggunakan persamaan (7) uji *independent sample t-test*, kita ungkap ada atau tidaknya perbedaan rerata suhu antara di dalam dan di luar alat serta ada atau tidaknya perbedaan rerata kelembaban, di dalam dan di luar alat. Hasil uji statistik tersaji pada Tabel 5.

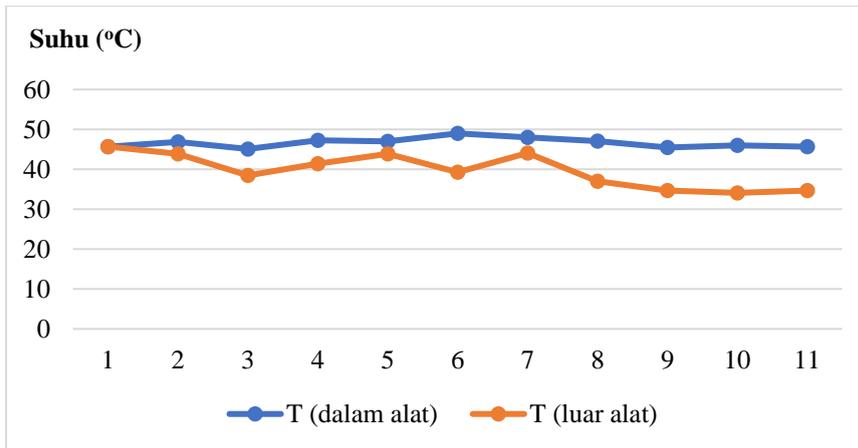
**Tabel 5. Hasil uji statistik**

No	Besaran	$y_1$	$y_2$	$S_p$	$n_1$	$n_2$	$t_o$	$t_\alpha$	Kesimpulan
1	Suhu	46,66	39,75	3,15	11	11	5,14	1,25	<b>Tolak Ho</b>
2	Kelembaban	53,27	16,24	10,74	11	11	8,09	1,25	<b>Tolak Ho</b>

Berdasarkan Tabel 5 nilai  $|t_o| > t_\alpha$ , sehingga kita tolak Ho. Jadi dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rerata suhu, antara di dalam dan di luar alat pengering. Selain itu, juga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rerata kelembaban, antara di dalam dan di luar alat pengering.

### 3.4 Pembahasan

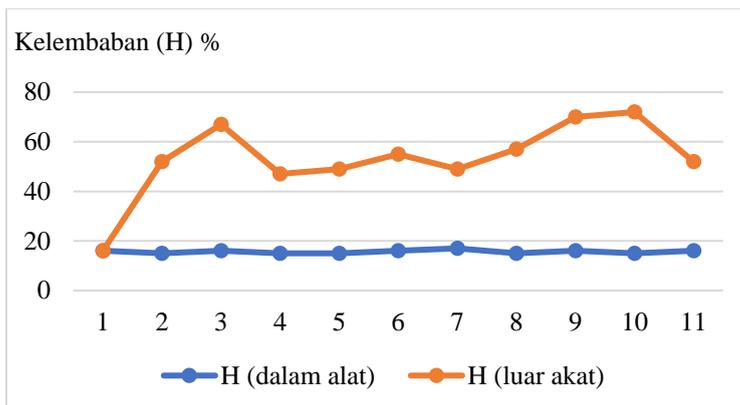
Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara suhu di dalam dan diluar alat pengering. Rata-rata suhu di dalam alat pengering adalah 46,66°C dan rata-rata suhu di luar alat pengering adalah 39,75°C. Secara kualitatif, perbedaan suhu ini diilustrasikan oleh gambar 9.



**Gambar 9. Grafik profil perubahan suhu, di dalam dan di luar alat pengering**

Berdasarkan gambar 9 secara visual terlihat bahwa suhu di dalam alat pengering relatif lebih tinggi daripada diluar alat pengering. Pada awal uji coba (pukul 10.00 WIB) suhu di dalam dan diluar alat adalah sama. Namun, seiring berjalannya waktu, dimana kolektor panas mulai menghasilkan kalor yang dialirkan ke dalam ruang pengering oleh kipas input, perbedaan suhu antara di dalam dan diluar alat pengering mulai terlihat. Selain itu, seiring berjalannya waktu, efek rumah kaca di dalam ruang pengering juga mulai terjadi. Panas dari sinar matahari masuk ke dalam ruang pengering melewati medium dinding yang transparan. Setelah melewati medium dinding transparan, panjang gelombang sinar matahari berubah dan tidak dapat keluar (terjebak di dalam ruang pengering). Hal ini disebut efek rumah kaca, yang mampu meningkatkan suhu di dalam ruang pengering [16]. Alat pengering tipe efek rumah kaca berbasis panel surya ini, mampu meningkatkan suhu rata-rata hingga  $6,91^{\circ}\text{C}$ . Alat pengering dengan tipe efek rumah kaca terbukti mampu menghasilkan suhu udara yang relatif lebih tinggi [17]. Selain itu adanya sumber panas tambahan pada alat pengering, seperti hembusan udara panas dari kolektor panas juga mampu membuat suhu didalam alat pengering menjadi lebih stabil, pada saat sore hari, mendung, atau hujan [18].

Disamping itu juga terungkap fakta bahwa terdapat perbedanaan yang signifikan kelembaban di dalam dan di luar alat pengering. Rata-rata kelembaban di dalam alat pengering adalah 15,64% dan rata-rata kelembaban di luar alat pengering adalah 53,27%. Secara kualitatif, adanya perbedaan kelembaban ini diilustrasikan oleh gambar 10.



**Gambar 10. Grafik profil perubahan kelembaban, di dalam dan di luar alat pengering**

Berdasarkan gambar 10, terlihat bahwa nilai kelembaban di dalam alat pengering relatif lebih rendah daripada di luar alat pengering. Pada pukul 10.00 WIB (awal proses uji coba) ketika alat baru mulai dihidupkan, tampak bahwa, nilai kelembaban relatif sama. Namun seiring berjalannya waktu, terlihat perbedaan yang signifikan, antara kelembaban di dalam dan luar alat. Bentuk grafik di dalam alat juga relatif stabil. Hal ini karena alat dilengkapi dua kipas, yang menyebabkan adanya aliran udara sehingga nilai kelembapan di dalam alat selalu relative lebih rendah. Bentuk grafik

kelembapan diluar alat fluktuatif (naik-turun), karena dipengaruhi oleh kondisi cuaca terjadi (cerah, mendung atau berawan). Kondisi cerah menyebabkan bentuk grafik menurun, kondisi berawan atau mendung menyebabkan bentuk grafik naik. Alat ini mampu menurunkan kelembapan hingga 37,63%. Kelembapan udara dipengaruhi oleh kecepatan aliran udara. Semakin besar volume udara yang mengalir, maka semakin besar kemampuan dalam membawa dan menampung air dari permukaan bahan, sehingga proses pengeringan dapat berlangsung lebih efektif [19]. Guna meningkatkan kecepatan aliran udara, pada alat pengering dipasang kipas. Penambahan kipas pada alat pengering mampu meningkatkan kecepatan aliran udara dan mensekarkan sebaran suhu didalam alat pengering [20].

Alat pengering tipe efek rumah kaca berbasis panel surya ini, telah mampu bekerja dengan meningkatkan suhu (dengan mengoptimalkan panas matahari dengan sistem efek rumah kaca dan hembusan udara panas dari kolektor panas) serta menurunkan kelembapan udara (dengan penambahan dua buah kipas, yakni kipas input dan output). Hal ini dapat membuat proses pengeringan menjadi lebih efektif, sehingga mampu menghasilkan massa akhir pengeringan cabai yang lebih rendah dibandingkan dengan cara konvensional [21].

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut. (1) Telah dibuat mesin pengering cabai dengan sistem efek rumah kaca berbasis panel surya dengan ukuran panjang = 30 cm, lebar = 30 cm, dan tinggi = 120 cm. Alat ini memiliki dinding yang transparan sehingga panas matahari dapat masuk dan terperangkap didalamnya. Disamping itu alat ini juga dilengkapi dengan kolektor panas yang terbuat dari aluminium, batu hitam dan bagian atas ditutup dengan kaca, sehingga panas matahari dapat masuk, dioptimalkan dan disalurkan kedalam ruang pengering dengan menggunakan kipas input. Kipas input (mengalirkan udara panas dari kolektor panas ke ruang pengering) dan kipas output (menggerakkan uap air dari dalam ruang pengering ke luar) dihidupkan dengan menggunakan listrik yang bersumber dari panel surya. (2) Hasil uji fungsional menunjukkan bahwa alat ini mampu meningkatkan suhu dan menurunkan kelembapan. Suhu rata-rata di dalam ruang pengering adalah 46,66°C atau 6,91°C lebih tinggi dibandingkan suhu rata-rata di luar alat. Kelembapan rata-rata di dalam ruang pengering adalah 15,64% atau 37,63% lebih rendah dibandingkan kelembapan rata-rata di luar alat.

Saran yang dapat disampaikan melalui penelitian ini adalah (1) perlu dilakukan penelitian lanjut untuk melakukan uji kinerja alat, dengan menggunakan cabai sebagai objek penelitian, guna membuktikan pengaruh suhu dan kelembapan terhadap perubahan massa cabai. (2) Perlu dilakukan pengembangan alat agar proses akuisisi data (suhu, kelembapan dan massa cabai) dapat terukur dan terekam secara otomatis setiap 5 menit, sehingga dengan jumlah data yang lebih banyak, kita dapat melakukan analisis data yang lebih presisi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Sambas yang telah mendanai penelitian ini. Terimakasih juga penulis sampaikan kepada Saudara Amanda Agustiardani, A.Md.T., yang telah membantu dalam proses pembuatan alat secara mekanis. Terimakasih penulis ucapkan kepada Ibu Irma Fahrizal Butsi Ningsih, S.T., M.T., yang telah memberikan masukan mengenai metoda pengujian alat. Terimakasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Daud Perdana, S.T., M.T., yang telah memberikan masukan mengenai desain kolektor panas.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pratama, D., Apriyanti, V. dan Gonerousdi. 2021. "Pengaruh Temperatur Pengeringan pada Alat Pengering Sistem Rotary Terhadap Kualitas Cabai Merah". *Jurnal Inovator*. 4. 2, 45-48.
- [2] Mulyanto, T. dan Supriyono. 2019. "Proses Manufaktur Mesin Rotary Tipe Hibrida untuk Pengering Cabai". *Jurnal ASIMETRIK: Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi*. 1. 2, 125-132.
- [3] Santoso, P.P.A., Sanubary, I. dan Mahmuda, D. 2022. "Pembuatan Alat Pengering *Cocopeat* dengan Sistem Hybrid berbasis Panel Surya". *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*. 6. 2, 31-41.
- [4] Ramdani, H., Wicaksono, R. dan Fachruddin, M.A. 2018. "Penambahan Natrium Metabisulfid ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) terhadap Vitamin C dan Warna pada Proses Pengeringan Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) dengan *Tunnel Dehydrator*". *Jurnal Agronida*. 4. 2, 88-97.

- [5] Ivanto, M., Taufik, M., Pertiwi, T., dan Hendrawan, A. 2022. "Rancang Bangun Alat Pengering Buah Pinang Menggunakan Metode Pembakaran Biomassa". *Agroindustrial Technology Journal*. 6. 2, 92-105.
- [6] Mukkun, Y. dan Dana, S. 2016. "Pembuatan alat pengering ikan ramah lingkungan dengan menggunakan integrasi panel surya dan sinar matahari langsung". *Jurnal Ilmiah Flash*. 2. 1, 19-25.
- [7] Sutrisno, Arvian, F., Syah, A.F., Kusumawardhany, Y.P., Putri, R.A., dan Wahyudi, M.A. 2021. "Alat pengering ikan otomatis berbasis panel surya untuk pedagang ikan di Desa Prigi kabupaten Trenggalek". *Jurnal Graha Pengabdian*. 3. 1, 29-37.
- [8] Santoso, P.P.A., Sanubary, I. dan Mahmuda, D. 2022. "Pembuatan alat pengering cocopeat dengan sistem hybrid berbasis panel surya". *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*. 6. 2, 31 – 41.
- [9] Febriana, W., et al. (2022). *Metodologi Penelitian di Bidang Teknik*. Yogyakarta: Deepublish.
- [10] Gunoto, P. dan Sofyan, S. 2020. "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 Wp untuk Penerangan Lampu di Ruang Selasar Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan". *Sigma Teknika*. 3. 2, 96-106.
- [11] Artiyasa, M. (2022). *PLTS di Indonesia*. Bandung: Jejak Publisher.
- [12] Ramadhani, B. (2018). *Intsalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Jakarta: Dos & Don'ts.
- [13] Santos, A.C., Asensio, E.R., dan Diez, D.B. (2019). *Solar Power Technology Developments and Applications*. New York: Nova Science Publishers.
- [14] Biksono, D. (2021). *Teknik Pengeringan Dasar*. Yogyakarta: Deepublish.
- [15] Montgomery, D. C. (2013). *Design and analysis of experiments eighth edition*. John Wiley & Sons, Inc: Arizona.
- [16] Hadi, S. 2015. "Laju Pengeringan Kapulaga Menggunakan Alat Pengering Efek Rumah Kaca dengan Bantuan Tungku Biomassa". *Jurnal Teknik Mesin*. 5. 1, 49-58.
- [17] Suhendra dan Nopriandy, F. 2017. "Rancang Bangun dan Uji Kinerja Pengering Tipe Efek Rumah Kaca dengan Saluran Pengarah Udara Panas". *Rona Teknik Pertanian*. 10. 2, 45-55.
- [18] Suhendra dan Nopriandy, F. 2018. "Analisis penggunaan batu serpih sebagai media penyimpan panas pada kolektor surya". *Turbo*. 7. 2, 125-132.
- [19] Elfiana, E., Usman, U., dan Sami, M. 2021. "Desiminasi Oven Drying Vacuum (ODV) untuk Pengeringan Rempah Bandrek Siap Saji di Desa Kumbang, Kecamatan Syamtalira Aron Kabupaten Aceh Utara". *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*. 5. 1, 2598-3954.
- [20] Khatir, R., Hardiyanti, U., dan Hartuti, S. 2022. Uji Performansi Alat Pengering Tipe Perowongan Hohenhiem Aceh dengan Aplikasi Proportional Integral Derivative Controller untuk Kipas Outlet. *Rekayasa: Journal of Science and Technology*. 15. 3, 308-3015.
- [21] Rahayuningtyas, A. dan Kuala, S.I. 2016. Pengaruh Suhu dan Kelembaban Udara pada Proses Pengeringan Singkong (Studi Kasus: Pengering Tipe Rak). *Ethos (Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat)*. 4. 1, 99-104.