



Uji Kinerja alat Pengering Hybrid Tipe Rak pada Pengeringan Jahe Merah (*Zinger Officiniale Roscoe*)

Performance Test of the Rack Type Hybrid Dryer on Drying Red Ginger (*Zinger Officiniale Roscoe*)

Hasan Hafidzul Wahyi¹, Warji^{1*}, Tamrin¹, Sapto Kuncoro¹

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Corresponding Author: warji1978@gmail.com

Abstract. Red ginger plants are abundant and easy for the public to obtain. Red ginger is a plant that has long been consumed by Indonesian people, and since the end of the 20th century it has often been used in food and health drink formulas. In an effort to improve the quality of consumption, it is best to pay attention to the carrying capacity of tools and machines for processing ginger from spices to dry chip s to the process of flouring ginger flour. This research was carried out with three treatments with three repetitions, including drying with a tool using electrical energy, drying with a tool using energy electricity and sun (hybrid), drying using tools using solar energy and drying using a winch (as a control). Based on tests carried out, the length of time for drying with a tool using solar energy takes 14 hours, for drying with a tool using electric and solar energy (hybrid) it takes 8 hours, and for drying with a tool using solar energy it takes 12 hours. The drying rate for drying red ginger with electrical energy was 4.70 kgH₂O/hour, drying with electrical and solar energy (hybrid) was 4.72 kgH₂O/hour, and drying with solar energy and was 4.99 kgH₂O/hour.

Keywords: Drying, Flour, Hybrid, Red Ginger.

1. Pendahuluan

Tanaman jahe merah secara jumlah banyak dan mudah didapatkan oleh masyarakat. Jahe merah merupakan salah satu tanaman yang sudah lama dikonsumsi masyarakat Indonesia, dan sejak akhir abad 20 sering digunakan dalam formula makanan dan minuman kesehatan. Senyawa *biokatif* dalam jahe di antaranya *oleoresin gingerol* dan *shagaol* sudah banyak diteliti sebagai *antibakteri*, *antitusif* dan *antioksidan*, dan senyawa antioksidan telah dibuktikan dapat meningkatkan ketahanan

tubuh manusia (Tejasari et al, 2002). Di lampung jahe merah diusahakan dalam bentuk perkebunan rakyat, namun di samping itu banyak ditanam sebagai tanaman obat keluarga di pekarangan sekitar rumah. Dalam rangka usaha peningkatan pendapatan daerah dari ekspor non migas perlu ditinjau prospek ekspor komoditas tersebut. Sebagian besar produksi jahe Indonesia berorientasi pada ekspor. Usaha ini meningkatkan produksi nasional sebaiknya diperhatikan daya dukung alat dan alat mesin pengolahan jahe dari rempah menjadi *chip* kering dan penepungan yang di hasilkan menjadi tepung jahe (Mucas dan Deslina, 1993).

Salah satu alat pengering yang dapat mengeringkan secara berlanjut baik siang atau malam, hujan atau mendung adalah pengering *hybrid* (Warji, 2021). Penggunaan alat pengering *hybrid* tipe rak sebagai alat pengering yang lebih efektif dan menjamin kontinuitas produksi merupakan salah satu solusi dalam melakukan proses pengeringan bahan pangan. Pengeringan menggunakan sistem *hybrid* memanfaatkan energi panas matahari dengan ditambahkan sumber energi lain, yaitu energi listrik. Alat pengering *hybrid* tipe rak merupakan salah satu alat pengering buatan yang telah dilakukan proses pengujian untuk mengeringkan biji kakao, kulit manggis, ikan teri dan *chip* pisang kepok. Namun, pada pengujian-pengujian yang telah dilakukan pada alat pengering *hybrid* tipe rak masih menggunakan dinding berbahan *polycarbonate*. Alat pengering *hybrid* tipe rak saat ini telah dilakukan modifikasi berupa penggantian dinding alat menggunakan bahan *acrylic* sehingga diharapkan mampu menyerap panas matahari lebih baik dari bahan dinding sebelumnya

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari - Februari 2024 di Laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian (LDAMP) dan Laboratorium Rekayasa Bioproses Pasca Panen (LRBPP) Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pengering *hybrid* tipe rak, termometer, timbangan analitik, cawan, oven Bahan yang digunakan adalah jahe merah basah.

2.1. Metode

Penelitian ini dilakukan menggunakan bahan jahe merah untuk proses pengeringan dan penepungan. Proses pengeringan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan dan 4 perlakuan yaitu sebagai berikut:

- A = Pengeringan dengan alat menggunakan cahaya matahari
- B = Pengeringan dengan alat menggunakan energi listrik dan cahaya matahari (*hybrid*)
- C = Pengeringan dengan alat menggunakan energi listrik
- D = Penjemuran menggunakan tampah.

Jumlah bahan baku yang digunakan untuk setiap pengujian adalah 18 kg, 2 kg setiap pengujian dan setiap pengujian dilakukan 3 kali ulangan, sehingga di perlukan 6 kg setiap parameter. Untuk pengeringan dengan tampah dibutuhkan 200 gram jahe merah. Proses pengeringan dilakukan dengan membersihkan jahe merah selanjutnya di *slice* menggunakan pisau dengan ukuran 3 mm, untuk setiap rak terdistribusikan 200 gram jahe merah yang sudah di *slice*. Rak pengering terdapat 2 bagian yaitu 5 rak kanan (KA) dan 5 rak kiri (KI). Selama pengujian kipas pendorong dan kipas pengisap dinyalakan untuk mengalirkan udara di dalam ruang pengering selama proses pengeringan.

Pengujian alat pengering *hybrid* tipe rak dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap suhu pengeringan kadar air, efisiensi pengeringan. Untuk pengamatan suhu dilakukan setiap jam perubahan suhunya dengan cara diletakkan termometer di setiap rak. Pengambilan sampel untuk uji kadar air di ambil setiap 2 jam.

2.1.1. Pengamatan

1. Suhu Pengeringan

Pengukuran suhu udara pengering dilakukan dengan menggunakan termometer yang diletakkan di dalam alat pada rak dan termometer di luar alat untuk mengetahui suhu lingkungan dan diamati setiap jamnya.

2. Kadar Air

Perhitungan kadar air dihitung berdasarkan persamaan untuk menghitung kadar air (basis basah) adalah

$$KA(\% \text{ bb}) = \frac{W_{\text{awal}} - W_{\text{akhir}}}{W_{\text{awal}}} \times 100\% \quad (1)$$

dimana KA adalah kadar air bahan berdasarkan basis basah (%), W awal adalah bobot sampel bahan sebelum pengeringan (g), dan W akhir adalah bobot sampel kering (gr).

3. Lama Pengeringan

Lama pengeringan adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan jahe merah, dimulai saat alat terkena matahari atau saat aliran listrik dihidupkan hingga kadar air jahe merah yang diinginkan tercapai, yaitu minimal 30 %.

a. Beban uap air

$$W_{\text{uap}} = \frac{(M_1 - M_2) 100}{(100 - M_1)(100 - M_2)} \times W_d \quad (2)$$

dimana W_{uap} adalah beban uap air (kg H_2O), M_1 adalah kadar air awal (% bb), M_3 adalah kadar air akhir (% bb), dan W_d adalah berat padatan total (kg).

b. Laju pengeringan

Pengeringan (M) dihitung berdasarkan persamaan:

$$M = \frac{W_{\text{uap}}}{t} \quad (3)$$

dimana M adalah laju pengeringan (kg H_2O /jam), T adalah waktu pengeringan (jam), dan w_{uap} adalah beban uap air (kg H_2O).

c. Analisis Data

Data dari hasil pengamatan dan perhitungan seperti laju pengeringan, perubahan kadar air, suhu pengeringan akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Suhu Pengeringan

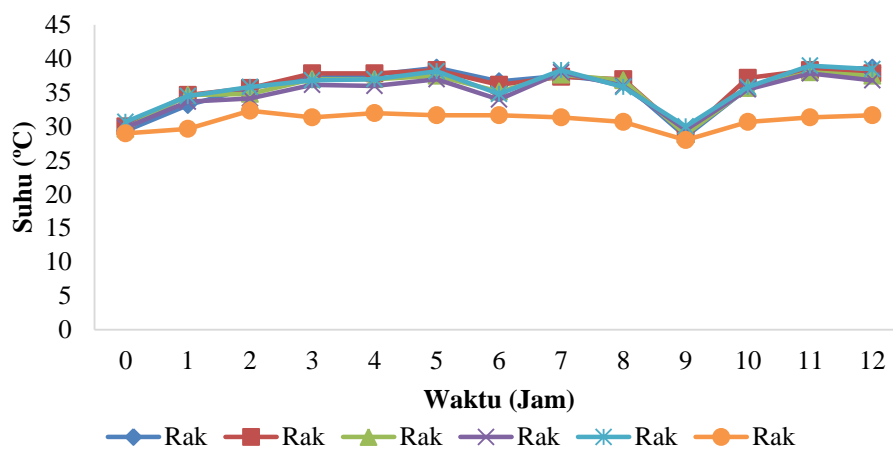
Berdasarkan teori yang dikemukakan oleh Rachmawan (2001) suhu berpengaruh terhadap penurunan kadar air dan terhadap laju pengeringan. Semakin tinggi suhu dan kecepatan aliran udara pengeringan makin cepat pula proses pengeringan berlangsung. Perubahan suhu pada pengujian dengan beban dicatat setiap 1 jam sekali dan pengukuran kadar air setiap 6 jam. Untuk pengukuran suhu di letakkan termometer di setiap rak dan 1 termometer di letakkan di luar untuk suhu lingkungan. Pengukuran kadar air di ambil dengan cawan sebanyak 2 gram sampel setiap raknya.

3.1.1 Suhu Pengeringan Alat Pengering Hybrid dengan Beban Menggunakan Energi Listrik

Pengujian alat dengan beban menggunakan energi matahari dengan 3 kali pengulangan membutuhkan waktu rata-rata efektif selama 14 jam untuk mencapai kadar air yang diinginkan. Selama proses pengujian suhu dalam rak sebesar 27°C - 39°C.

Suhu tertinggi pada pengujian dengan beban menggunakan energi listrik terletak pada rak paling bawah (rak nomor 5), hal ini dikarenakan pada pengujian ini sumber energi panas yang digunakan hanya bersumber dari panas *heater*, sehingga energi panas lebih banyak diserap oleh rak paling bawah (rak nomor 5). Selisih suhu antara rak paling bawah dengan rak lainnya berkisar antara 1°C – 2°C. Selisih suhu yang cukup konstan dikarenakan jumlah energi panas yang dihasilkan oleh *heater* bisa dikatakan stabil sehingga suhu yang tersebar di setiap rak merata.

Berdasarkan pengujian dengan energi listrik suhu tertinggi yang tercatat yaitu sebesar 39°C, sedangkan suhu terendah yang tercatat yaitu 27°C. Suhu rata-rata rak yang paling dekat dengan *heater* (rak nomor 5) yaitu sebesar 36°C, sedangkan suhu rata-rata rak paling jauh dengan *heater* (rak nomor 1) yaitu sebesar 36°C. Untuk suhu rata-rata suhu lingkungan yaitu sebesar 31°C. Data dan grafik perbedaan suhu pada pengujian dengan beban menggunakan energi listrik dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Grafik rata-rata perubahan suhu pada pengujian alat dengan beban menggunakan energi listrik

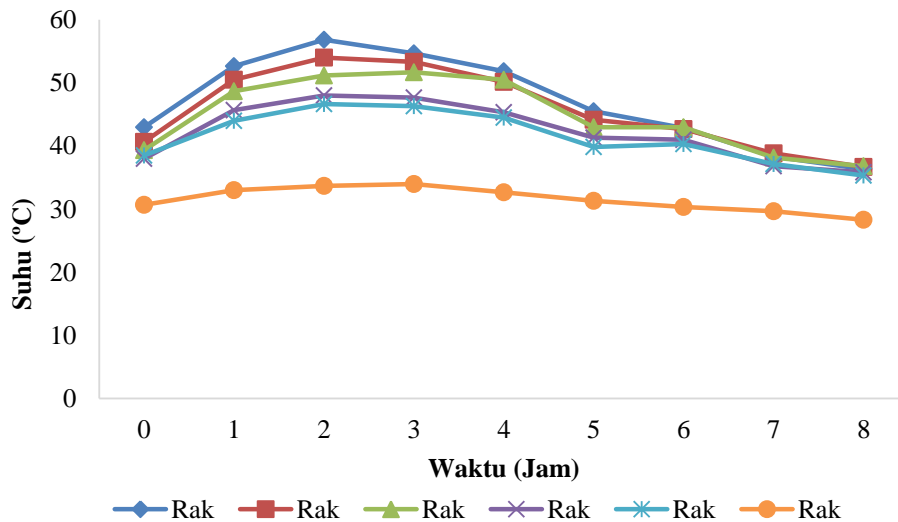
Pengujian dengan bahan menggunakan energi listrik dilakukan di dalam ruangan dan tidak membutuhkan energi sinar matahari untuk melakukan pengeringan jahe merah, sehingga pengujian ini dapat dilakukan dalam keadaan cuaca apa pun karena tidak bergantung oleh sinar matahari. Suhu ruang pengering sangat dipengaruhi oleh suhu lingkungan, ketika suhu lingkungan menurun maka suhu di dalam ruang pengering juga ikut menurun dan begitu pun sebaliknya. Sumber energi panas pada pengujian ini berasal dari kumparan yang dialiri energi listrik (*heater*), terletak pada bagian bawah alat dan dekat dengan rak terbawah (rak nomor 1). Udara yang masuk melalui kipas pendorong akan melewati kumparan pemanas (*heater*), sehingga suhu udara yang masuk akan naik ke dalam ruang pengering.

3.1.2 Suhu Pengeringan Alat Pengering Hybrid dengan Beban Menggunakan Energi Matahari dan Listrik (Hybrid)

Pengujian alat dengan bahan menggunakan energi matahari dan energi listrik (*hybrid*) dengan 3 kali ulangan membutuhkan waktu rata-rata efektif selama 8 jam untuk mencapai kadar air yang diinginkan. Sumber energi panas pada pengeringan jahe merah ini menggunakan dua sumber energi

panas yaitu dari energi panas matahari dan energi panas listrik, sehingga suhu udara di dalam ruang pengering lebih tinggi dan lebih merata dibandingkan hanya menggunakan satu sumber energi matahari atau energi listrik.

Selama proses pengujian suhu yang dihasilkan yaitu kisaran 32°C - 62°C. Berdasarkan pengujian dengan energi matahari ini suhu tertinggi yang tercatat yaitu sebesar 62°C, sedangkan suhu terendah yang tercatat yaitu 32°C. Suhu rata-rata pada rak terjauh dari *heater* (rak nomor 1) yaitu sebesar 47°C, sedangkan suhu rata-rata pada rak terdekat dari *heater* (rak nomor 5) yaitu sebesar 41°C. Untuk suhu rata-rata suhu lingkungan yaitu sebesar 32°C. Data dan grafik perubahan pada pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut.

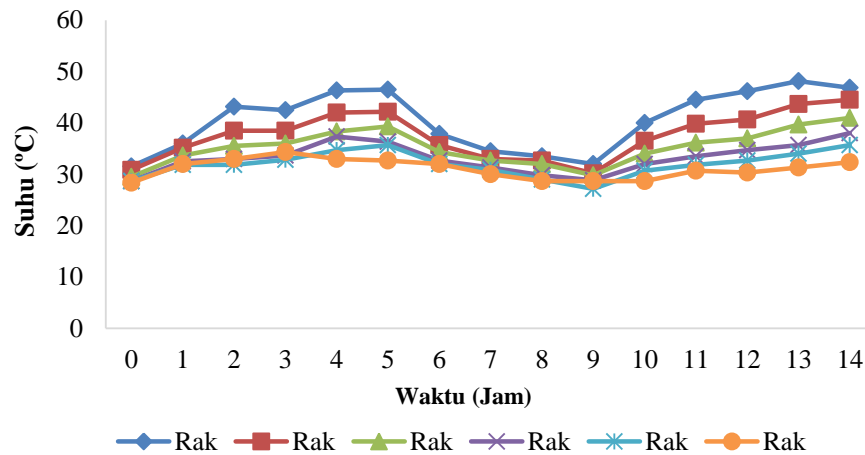


Gambar 2. Grafik rata-rata perubahan suhu pada pengujian alat dengan beban menggunakan energi listrik dan matahari (*hybrid*)

3.1.3 Suhu Pengeringan Alat Pengering Hybrid dengan Beban Menggunakan Energi Matahari

Pengujian alat dengan beban menggunakan energi matahari dengan 3 kali pengulangan membutuhkan waktu rata-rata efektif selama 14 jam untuk mencapai kadar air yang diinginkan. Selama proses pengujian suhu dalam rak sebesar 24°C - 62°C. Suhu tertinggi pada pengujian beban menggunakan energi matahari terletak pada rak paling atas (rak nomor 1), hal ini dikarenakan pada pengujian ini sumber energi panas yang digunakan hanya dari panas matahari, sehingga panas matahari lebih banyak diserap oleh rak paling atas (rak nomor 1). Selisih suhu antara rak paling atas dengan rak lainnya berkisar antara 2°C – 8°C. Selisih suhu yang cukup jauh dikarenakan cahaya matahari yang masuk terhalang oleh rak paling atas sehingga menutupi rak rak yang ada dibawahnya.

Berdasarkan pengujian dengan energi matahari suhu tertinggi yang tercatat yaitu sebesar 62°C, sedangkan suhu terendah yang tercatat yaitu 24°C. Suhu rata-rata rak paling atas (rak nomor 1) yaitu sebesar 41°C, sedangkan suhu rata-rata rak paling bawah (rak nomor 5) yaitu sebesar 32°C. Untuk suhu rata-rata suhu lingkungan yaitu sebesar 31°C. Data dan grafik perbedaan suhu pada pengujian dengan beban menggunakan energi matahari dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut.

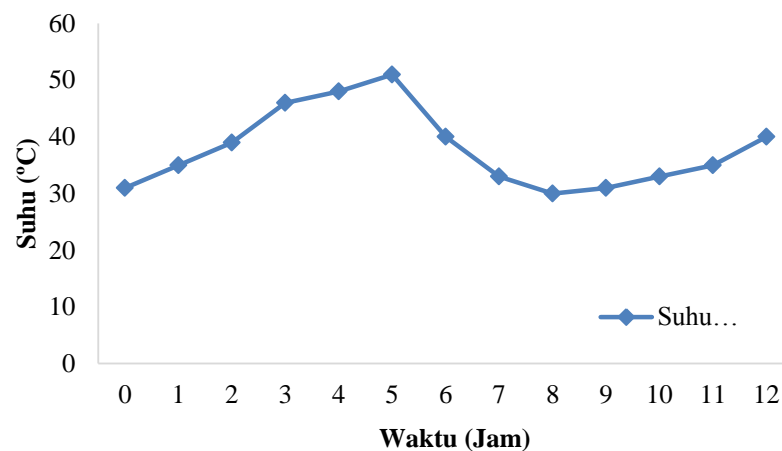


Gambar 3. Grafik rata-rata perubahan suhu pada pengujian alat dengan beban menggunakan energi matahari

3.1.4 Suhu Pengeringan Tampah dengan Beban Menggunakan Energi Matahari (Tradisional)

Pengeringan secara tradisional dilakukan sebagai kontrol terhadap pengujian alat pengering *hybrid* tipe rak. Banyaknya *slice* jahe merah yang digunakan pada pengujian ini yaitu seberat 200 gram. Pengeringan sebagai kontrol dilakukan selama dengan waktu total selama 14 jam, pengeringan dilakukan dengan menjemur *slice* jahe merah yang sudah disusun di dalam tampah secara merata di bawah sinar matahari secara langsung, sehingga pengeringan sangat bergantung pada cuaca.

Data pengukuran suhu pada pengeringan ini diambil berdasarkan suhu lingkungan. Suhu tertinggi yang tercatat sebesar 51°C dan suhu terendah yang tercatat sebesar 30°C. rata-rata suhu yang tercatat pada penjemuran dengan tampah sebesar 37,84°C. Data dan grafik perubahan pada pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik rata-rata perubahan suhu pada pengujian alat tradisional dengan beban menggunakan energi matahari

3.2. Kadar Air

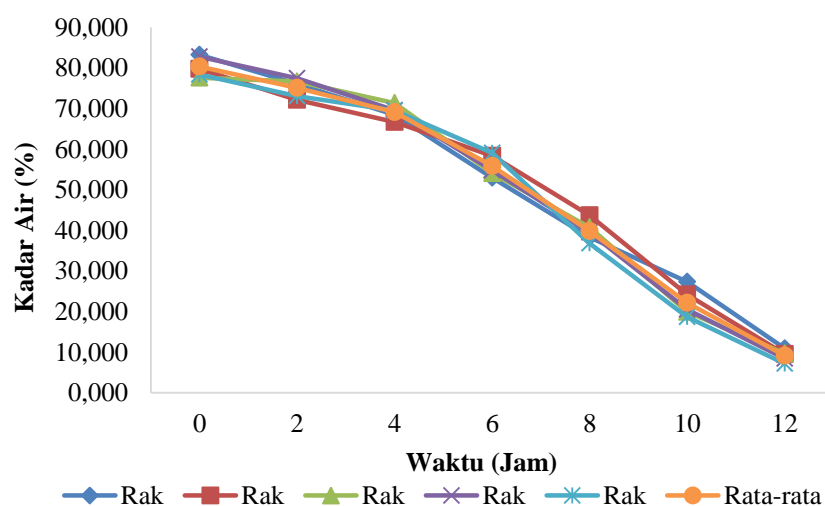
Kadar air pada penelitian ini dihitung dari sebelum jahe merah dikeringkan hingga tercapainya kadar air yang diinginkan. Pengukuran kadar air pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode oven. Kadar air dihitung berdasarkan berat sampel jahe merah sebelum dan setelah di oven. Setiap rak diambil satu sampel yang diletakkan pada cawan. Sampel yang telah

diletakkan pada cawan selanjutnya akan ditimbang menggunakan timbangan analitik untuk mengetahui berat awal, setelah itu sampel di oven selama 2 jam dengan suhu 105 °C. Sebelum sampel ditimbang kembali, sampel akan dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit yang berfungsi untuk menghilangkan kadar air yang masih terdapat di dalam sampel, setelah itu di oven untuk mengetahui berat akhirnya. Setelah data berat awal dan berat akhir diketahui maka tahap selanjutnya yaitu menghitung persentase kadar airnya. Hasil penetapan kadar air yang diperoleh memenuhi syarat monografi jahe merah pada Farmakope Herbal Indonesia (FHI) yaitu kurang dari 11% (Depkes 2008). Kadar air kurang dari 11% dapat menghentikan reaksi enzimatik dan pertumbuhan jamur. Untuk mengukur kadar air sebelumnya di timbang

3.2.1 Penurunan Kadar Air Bahan dengan Alat Pengering Hybrid Menggunakan Energi Listrik

Pengeringan dengan alat menggunakan energi listrik melalui 3 kali ulangan dimulai dengan mengukur kadar air awal jahe merah, didapatkan rata-rata kadar air awal sebesar 83,274%. Pengambilan sampel dilakukan sebelum proses pengeringan, selanjutnya pengambilan sampel dilakukan setiap 2 jam sekali. Rata-rata kadar air akhir yang diperoleh setelah dilakukan pengeringan selama 12 Jam yaitu sebesar 9,149%.

Kadar air terendah terdapat pada rak paling dekat dengan *heater* (rak nomor 5) yaitu sebesar 7,19 dan kadar air tertinggi berada pada rak paling jauh dengan *heater* (rak nomor 1) yaitu sebesar 10,942%. Selisih rata-rata kadar air dari yang terendah hingga tertinggi yaitu sebesar 1,269 % - 3,752%. Penurunan kadar air setelah dilakukannya pengeringan yaitu sebesar 71,224%. Data dan grafik penurunan kadar air pada pengujian alat dengan beban menggunakan energi listrik dapat dilihat pada Gambar 5 sebagai berikut.



Gambar 5. Grafik rata-rata penurunan kadar air pada pengujian alat dengan bahan menggunakan energi listrik

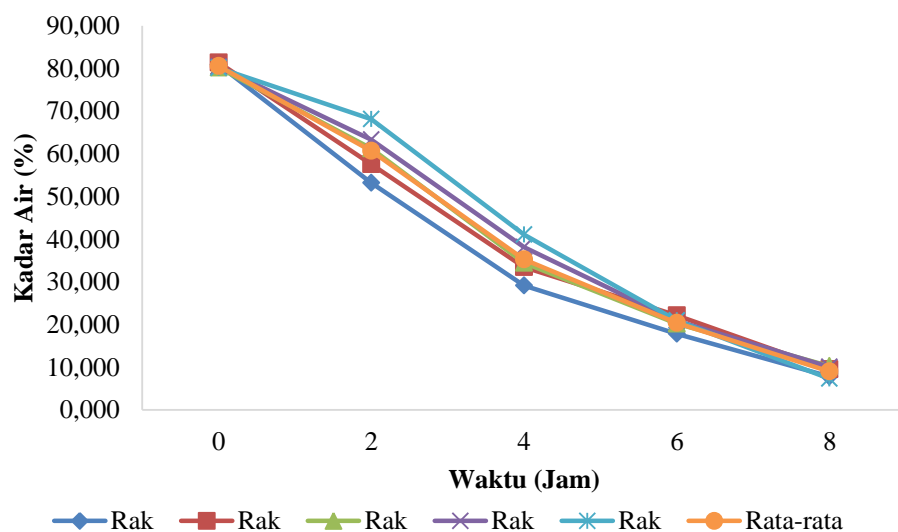
Kadar air terendah terletak pada rak yang paling dekat dengan *heater* (rak nomor 5) dan kadar air tertinggi terletak pada rak yang jauh dengan *heater* (rak nomor 1). Hal ini disebabkan oleh sumber pemanas yang digunakan untuk pengeringan berasal dari arah yang berbeda, pada pengeringan menggunakan energi listrik sumber pemanas terletak di bawah ruang pengering sehingga rak nomor 5 yang paling cepat turun kadar airnya. Pengeringan menggunakan energi listrik memerlukan waktu yang relatif lama dibandingkan dengan pengeringan menggunakan sumber energi *hybrid*.

Salah satu penyebabnya yaitu panas maksimal yang dihasilkan oleh pemanas (*heater*) tidak sebesar energi panas yang dihasilkan oleh sinar matahari, sehingga penurunan kadar airnya juga lambat. Semakin tinggi suhu yang diterima oleh bahan, maka akan semakin tinggi pula penguapan air bahan sehingga kadar airnya pun menurun (Zamharir et al., 2016).

3.2.2 Penurunan Kadar Air Bahan dengan Alat Pengering Hybrid Menggunakan Energi Matahari dan Listrik (Hybrid)

Pengujian secara *hybrid* dilakukan menggunakan dua sumber energi panas yang berasal dari arah yang berbeda. Untuk energi matahari sumber panasnya berasal dari arah atas yang memanaskan rak dari bagian atas dan energi listrik dari arah bawah yang memanaskan rak dari bagian bawah. Adanya dua sumber pemanas tersebut penurunan kadar air pada pengujian ini berbeda dengan pengujian menggunakan energi matahari dan pengujian menggunakan energi listrik. Rak teratas (rak nomor 5) dan rak terbawah (rak nomor 1) merupakan rak yang memiliki kadar air rendah sebesar ,318% dan 7,826%, sedangkan untuk rak tengah (rak 2) merupakan rak yang memiliki kadar air paling tinggi dibandingkan dengan rak yang lain, yaitu sebesar 10,266%. Selisih antara rak yang memiliki kadar air terendah hingga rak dengan kadar air tertinggi yaitu 0,195%-2,949%. Dengan rata-rata penurunan kadar air menggunakan energi listrik dan matahari (*hybrid*) yaitu sebesar 71,606%.

Rata-rata kadar air awal pada pengujian ini yaitu sebesar 80,605% dan rata-rata kadar air akhir sebesar 8,999%. Pengujian secara *hybrid* dilakukan selama 8 jam dengan total 3 kali ulangan pengambilan sampel. Data dan grafik penurunan kadar air pada pengujian menggunakan energi matahari dan energi listrik (*hybrid*) dapat dilihat pada Gambar 6 sebagai berikut.

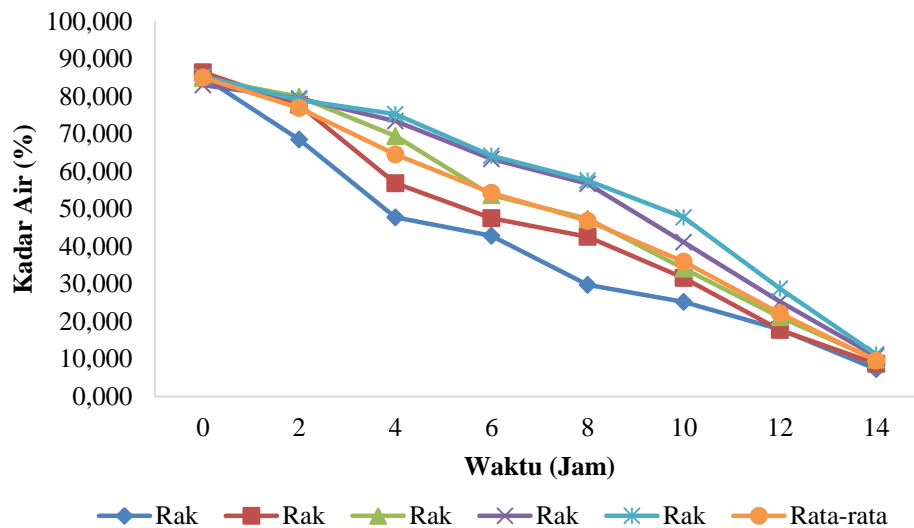


Gambar 6. Grafik rata-rata penurunan kadar air pada pengujian alat dengan bahan menggunakan energi matahari dan listrik (*hybrid*)

3.2.3 Penurunan Kadar Air Bahan dengan alat pengering hybrid menggunakan energi matahari

Rata-rata kadar air awal pada pengujian menggunakan energi matahari yaitu sebesar 84,929 %, sedangkan rata-rata kadar air akhir setelah dilakukan pengeringan selama 2 hari dengan waktu efektif pengeringan selama 8 jam atau dengan total waktu pengeringan selama 14 jam yaitu sebesar 9,564%. Penurunan kadar air setelah dilakukannya pengeringan mendapatkan hasil yang berbeda-beda pada setiap raknya. Rata-rata kadar air terendah yaitu terdapat pada rak teratas (rak 5) sebesar 7,302% dan rata-rata kadar air tertinggi terdapat pada rak terbawah (rak 1) sebesar 11,223%. Selisih antara rak yang memiliki kadar air terendah hingga rak dengan kadar air tertinggi yaitu

0,506%- 3,921%. Penurunan kadar selama dilakukannya pengeringan yaitu sebesar 75,365 %. Untuk pengeringan bahan menggunakan energi matahari didapatkan waktu pengeringan yang lebih lama dibandingkan dengan energi listrik dan *hybrid*, hal ini disebabkan suhu ruang pengering yang dihasilkan oleh energi matahari rendah akibat cuaca yang mendung. Data dan grafik penurunan kadar air pada pengujian alat dengan bahan menggunakan energi sinar matahari dapat dilihat pada Gambar 7.

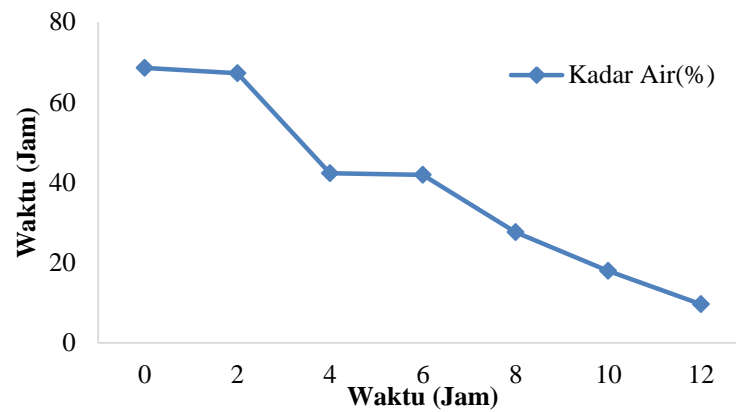


Gambar 7. Grafik rata-rata penurunan kadar air pada pengujian alat dengan bahan menggunakan energi matahari

Penurunan kadar air pada pengujian alat dengan bahan menggunakan energi matahari rak dengan persentase terendah terdapat pada rak paling bawah (rak nomor 5) dikarenakan rak 5 memiliki suhu pengeringan yang rendah. Sedangkan persentase suhu tertinggi pada rak nomor 1, hal ini disebabkan panas matahari secara langsung menuju rak yang paling atas (rak nomor 1) tanpa terhalang dengan rak-rak lainnya.

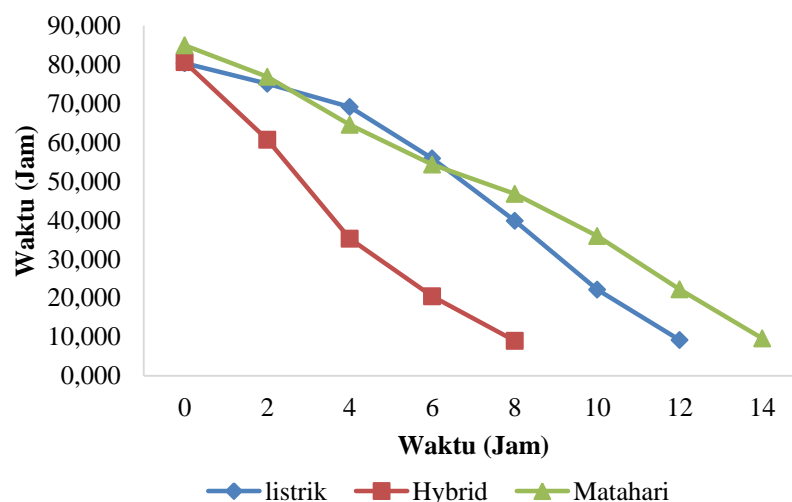
3.2.4 Penurunan Kadar Air Bahan dengan Tampah Menggunakan Energi Matahari (Tradisional)

Pengeringan menggunakan cara tradisional digunakan sampel sebanyak 200 gram jahe merah yang diletakkan pada alat bantu berupa tampah. Pada penjemuran kali ini diperlukan satu buah tampah yang berisikan 200 gram jahe merah dengan ketebalan 3 mm pengeringan tipis jahe merah. Pengeringan ini dilakukan hanya sebagai pembandingan dengan pengeringan menggunakan alat pengering. Pengeringan secara tradisional membutuhkan waktu selama 2 hari dengan waktu efektif pengeringan selama 8 jam atau membutuhkan waktu pengeringan selama 12 jam untuk mencapai kadar air 9,667%. Kadar air awal pada pengeringan secara tradisional yaitu sebesar 68,592% dan diperoleh kadar air akhir setelah dilakukannya pengeringan sebesar 9,667 %. Penurunan kadar air selama dilakukannya pengeringan yaitu sebesar 58,924 %. Apabila dilihat berdasarkan waktu pengambilan sampel, penurunan kadar air tertinggi yaitu 4 jam setelah dilakukan pengeringan yaitu sebesar 42,316%. Dengan rata-rata penurunan kadar air yaitu sebesar 9,667%. Data dan grafik penurunan kadar air pada pengeringan menggunakan alat tradisional (tampah) dapat dilihat Gambar 8.



Gambar 8. Grafik rata-rata penurunan kadar air pada penjemuran dengan tampah (tradisional) menggunakan energi matahari

Berdasarkan hasil yang diperoleh bahwa suhu pada ruang pengering dan lama pengeringan itu berbanding lurus terhadap penurunan kadar air bahan selama proses pengeringan berlangsung. Menurut Fadilah et.al. (2010), hubungan antara lama pengeringan dengan kadar air berbanding lurus yaitu semakin lama waktu pengeringan, kadar air dalam bahan semakin berkurang, namun dengan kecepatan penurunan kadar air akan semakin sedikit dan semakin tinggi suhu pengeringan, maka waktu yang diperlukan bahan untuk mengering semakin cepat. Suhu tertinggi pada pengujian dengan bahan menggunakan energi listrik terdapat pada rak terbawah (rak nomor 5), sehingga kadar air bahan pada rak tersebut mengalami penurunan paling cepat dan sekaligus menjadi kadar air terendah setelah dilakukannya pengujian. Begitu juga dengan pengujian dengan beban menggunakan energi listrik dan matahari (*hybrid*), panas tertinggi terletak pada rak teratas (rak nomor 1) dan rak terbawah (rak nomor 5), sehingga kedua rak tersebut lebih cepat proses pengeringannya di bandingkan rak tengah (rak nomor 3) hal ini disebabkan energi yang digunakan dari dua sumber yaitu matahari dan listrik, sedangkan untuk pengujian dengan beban menggunakan energi matahari merupakan proses yang paling lama, dikarenakan cuaca hujan, panas bersumber dari energi matahari sehingga rak dengan panas tertinggi terletak pada rak teratas (rak nomor 1). Pada pengeringan dengan bantu tampah (tradisional) hanya mengandalkan energi matahari dan angin untuk proses pengeringan bahannya.



Gambar 9. Grafik rata-rata penurunan kadar air seluruh perlakuan

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan pada Gambar 12, dapat dilihat bahwa pada pengujian alat penurunan kadar air tercepat terdapat pada pengujian menggunakan energi matahari dan energi listrik (*hybrid*) yang membutuhkan waktu 8 jam atau 1 hari, selanjutnya diikuti dengan pengujian menggunakan energi listrik yang membutuhkan waktu 12 jam atau 2 hari. Hal ini disebabkan untuk pengeringan *hybrid* dan listrik alat pengering *hybrid* tipe rak dihidupkan selama 24 jam, sehingga proses pengeringan dapat dilakukan secara berkelanjutan atau terus-menerus yang menyebabkan proses pengeringan jahe merah dapat berjalan lebih cepat di bandingkan pengeringan menggunakan panas matahari dan penjemuran konvensional. Sedangkan untuk pengeringan menggunakan energi panas matahari dan penjemuran konvensional membutuhkan waktu yang lama. Hal ini disebabkan panas efektif untuk mengeringkan jahe merah hanya 8 jam. Kendala lain yang menyebabkan pengeringan jahe merah menggunakan energi matahari dan penjemuran konvensional berlangsung lama, hal ini disebabkan karena proses pengeringan jahe merah sangat bergantung pada cuaca saat proses pengeringan.

3.3. Lama Pengeringan

Lama pengeringan merupakan lama waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan jahe merah hingga kadar air sesuai dengan yang diinginkan. Pengeringan pengujian dengan beban menggunakan energi listrik memerlukan waktu selama 2 hari dengan 8 jam efektif sehingga total pengeringan selama 12 jam. Pengujian dengan beban menggunakan energi listrik dan matahari (*hybrid*) selama 1 hari dengan 8 jam kerja efektif, sehingga total pengeringan selama 8 jam, pengujian dengan *hybrid* adalah pengujian paling singkat. Pengujian dengan menggunakan energi matahari selama 2 hari dengan 8 jam kerja efektif sehingga total waktu yang dibutuhkan selama 14 jam, pengujian dengan menggunakan energi matahari merupakan pengujian terlama, hal ini disebabkan akibat cuaca hujan pada bulan Januari dan februari. Lama pengeringan pada pengeringan jahe merah dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Lama pengeringan

Perlakuan	Lama Pengeringan
Energi listrik	12 Jam
Energi matahari dan Listrik (<i>hybrid</i>)	8 Jam
Energi matahari	14 Jam

Suhu pengeringan merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap lama proses pengeringan. Pada pengujian dengan beban menggunakan energi listrik suhu tertinggi berada di rak yang berada paling dekat dengan *heater* (rak 1) sedangkan suhu pengeringan paling rendah berada pada rak yang terjauh dari *heater* (rak 5). Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait alat pengering *hybrid* tipe rak dengan memodifikasi penempatan *heater* yaitu penambahan *heater* di bagian rak terjauh dari *heater* pertama (rak 5). Pengujian listrik dan matahari (*hybrid*) rak yang memiliki suhu tertinggi pada rak paling atas (rak nomor 1) dan rak paling bawah (rak nomor 5) hal ini disebabkan pada pengeringan *hybrid* sumber panas berasal dari panasnya matahari yang terkena langsung dengan rak paling atas (rak nomor 1) dan sumber panas dari *heater* yang berada di dekat dengan sumber panas. Pengujian dengan energi matahari suhu tertinggi terdapat di rak paling atas (rak nomor 1). Hal ini dikarenakan sumber panas hanya bersumber dari panasnya matahari yang langsung terkena rak paling atas (rak nomor 1).

3.3. Laju Pengeringan

Laju pengeringan adalah banyaknya jumlah air pada bahan yang menguap per satuan waktu. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa jumlah air yang diuapkan selama proses pengeringan

dengan menggunakan energi listrik yaitu sebesar 4,70 kgH₂O, sehingga didapatkan laju pengeringan jahe merah pada pengeringan menggunakan energi listrik sebesar 0,39 kgH₂O/jam. Untuk pengeringan bahan menggunakan energi listrik dan matahari (*hybrid*) didapatkan beban uap air yang diuapkan sebesar 4,72 kgH₂O, sehingga laju pengeringannya sebesar 0,59 kgH₂O/jam. Untuk pengujian dengan bahan menggunakan energi matahari beban uap air yang diuapkan sebesar 4,99 kgH₂O, dengan laju pengeringannya yaitu sebesar 0,35 kgH₂O/jam. Laju pengeringan jahe merah dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Laju Pengeringan

Perlakuan	Beban Uap Air (kgH ₂ O)	Laju Pengeringan (kgH ₂ O/jam)
Listrik	4,70	0,39
<i>Hybrid</i>	4,72	0,59
Matahari	4,99	0,35

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan dan semakin banyak energi yang disalurkan, maka semakin cepat pula laju pengeringannya. Menurut Winarno (1995), semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin cepat terjadi penguapan, sehingga kandungan air di dalam bahan semakin rendah.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

- 1 Lama waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan 6 kg jahe merah sampai kadar air 6-10% yaitu untuk pengeringan dengan alat menggunakan energi listrik memerlukan waktu selama 12 jam, untuk pengeringan dengan alat menggunakan energi listrik dan matahari (*hybrid*) memerlukan waktu selama 8 jam, dan untuk pengeringan dengan alat menggunakan energi matahari memerlukan waktu selama 14 jam, serta untuk penjemuran dengan tampah (sebagai kontrol) memerlukan waktu selama 12 jam.
- 2 Laju pengeringan dipengaruhi oleh suhu, semakin tinggi suhu selama proses pengeringan maka semakin cepat laju pengeringan jahe merah. Laju pengeringan pada pengeringan jahe merah dengan energi listrik sebesar 4,70 kgH₂O/jam, pengeringan dengan energi listrik dan matahari (*hybrid*) sebesar 4,72 kgH₂O/jam, dan pengeringan dengan energi matahari dan sebesar 4,99 kgH₂O/jam.

4.2. Saran

Setelah dilakukan penelitian rancang bangun alat pengasap tipe paralel didapatkan saran perlunya dimodifikasi penambahan sumber panas (*heater*) di atas alat pengering agar apa mempercepat proses pengeringan ketika pengujian dengan sumber energi listrik.

Daftar Pustaka

- Depkes RI. 2008. *Farmakope Herbal Indonesia*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Fadilah, Distantina, S., Pratiwi, D., Muliapakarti, R., Danarto, Y., Wiratni, dan Fahrurrozi, M. 2010. Pengaruh Metode Pengeringan Terhadap Kecepatan Pengeringan Dan Kualitas Karagenan Dari Rumput Laut *Eucheuma Cottonii*. *Prosiding Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Mucas dan Deslina. 1993. Potensi dan Prospek Ekspor Jahe di Provinsi Lampung. Sub Balai

Penelitian tanaman rempah dan obat. *Natar.Bttl. Littre*. 7(2)

- Tejasari., Zakaria, F.R., dan Sajuthi, D. 2002. Aktivitas Stimulasi Komponen Bioaktif Rimpang Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) Pada Sel Limfosit B Manusia Secara InVitro. *Jurnal Teknol dan Industri Pangan*, 8(1): 47-53.
- Warji and Tamrin. 2021. *Hybrid Dryer of Cassava Chip s. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 757 012027.
- Zamharir, Sukmawaty, Priyati, A. 2016. Analisis Pemanfaatan Energi Panas pada Pengeringan Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) dengan Menggunakan Alat Pengering Efek Rumah Kaca (ERK). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. 4(2):264- 274.