

## Pengaruh Ketebalan Hampan Pati Sagu Pada Pengeringan Menggunakan *Solar Tunnel Dryer* Terhadap Mutu Tepung Sagu

*Effect of Sago Starch Layer Thickness in Solar Tunnel Dryer on the Quality Characteristics of Sago Flour*

Yus Witdarko<sup>1</sup>, Wiyan Afriyanto Pamungkas<sup>1\*</sup>, Ayu Lestari Laatu<sup>1</sup>, Nur Jalal<sup>2</sup>

### AFILIASI

<sup>1</sup>Fakultas Pertanian,  
Universitas Musamus,  
Merauke

<sup>2</sup>Fakultas Ilmu Sosial dan  
Ilmu Politik, Universitas  
Musamus, Merauke

\*Korespondensi:

[wiyan\\_pamungkas@unmus.ac.id](mailto:wiyan_pamungkas@unmus.ac.id)

**Diterima:** 01-04-2026

**Disetujui:** 05-06-2026

**COPYRIGHT @ 2026 by**  
**Agricola: Jurnal**  
**Pertanian.** This work is  
licensed under a Creative  
Commons Attributions 4.0  
International License

### ABSTRACT

Drying of sago starch is an important step in the production of sago flour as it affects the moisture content and physical quality of the final product. The thickness of the material layer during drying can influence heat and mass transfer processes, thereby affecting drying characteristics and final product quality. This study aimed to analyze the effect of sago starch layer thickness on the drying characteristics and physical quality of sago flour using a solar tunnel dryer. The experiment was conducted with three-layer thicknesses of 2 cm, 2.5 cm, and 3 cm. The observed parameters included drying temperature, moisture content, drying rate, color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), whiteness index, and the percentage passing a 100-mesh sieve. The results showed that layer thickness affected the drying process and the quality of the produced sago flour. The 2 cm layer thickness resulted in the fastest moisture reduction with a final moisture content of  $8.28 \pm 1.23\%$  and the highest fineness level ( $83.92 \pm 7.23\%$  passing the 100-mesh sieve). Meanwhile, the 3 cm layer thickness produced the highest whiteness index ( $67.18 \pm 2.52$ ), indicating a brighter sago starch color. Overall, thinner layers improved drying efficiency, while thicker layers tended to produce better color quality. A layer thickness of 2 cm is recommended as the optimal choice for drying sago starch using a solar tunnel dryer to produce sago flour that meets the SNI 01-3729-2008 quality standard.

**KEYWORDS:** Sago starch, Solar tunnel dryer, Layer thickness, Drying characteristics, Flour quality

### ABSTRAK

Pengeringan pati sagu merupakan tahapan penting dalam proses produksi tepung sagu karena memengaruhi kadar air dan mutu fisik produk yang dihasilkan. Ketebalan hampan bahan selama pengeringan dapat memengaruhi proses perpindahan panas dan massa sehingga berdampak pada karakteristik pengeringan dan kualitas produk akhir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi ketebalan hampan pati sagu terhadap karakteristik pengeringan dan mutu fisik tepung sagu yang dihasilkan melalui proses pengeringan menggunakan *solar tunnel dryer*. Penelitian dilakukan dengan variasi ketebalan hampan sebesar 2 cm, 2,5 cm, dan 3 cm. Parameter yang diamati meliputi suhu pengeringan, kadar air, laju pengeringan, warna ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), derajat putih, serta persentase lolos ayakan 100 mesh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketebalan hampan berdampak pada proses pengeringan dan mutu tepung sagu yang dihasilkan. Ketebalan 2 cm menghasilkan penurunan kadar air yang lebih cepat dengan kadar air akhir sebesar  $8,28 \pm 1,23\%$  serta tingkat kehalusan tertinggi dengan persentase lolos ayakan 100 mesh sebesar  $83,92 \pm 7,23\%$ . Sementara itu, ketebalan 3 cm menghasilkan nilai derajat putih tertinggi sebesar  $67,18 \pm 2,52$  yang menunjukkan kecerahan warna pati sagu yang lebih baik. Secara umum, ketebalan hampan yang lebih tipis meningkatkan efisiensi proses pengeringan, sedangkan ketebalan yang lebih besar menghasilkan kualitas warna yang lebih baik. Ketebalan 2 cm direkomendasikan sebagai pilihan optimal untuk pengeringan pati sagu menggunakan *solar tunnel dryer* dalam menghasilkan tepung sagu yang memenuhi standar SNI 01-3729-2008.

**KATA KUNCI:** Pati sagu, *Solar tunnel dryer*, Ketebalan hampan, Pengeringan, Mutu tepung

## 1. PENDAHULUAN

Sagu (*Metroxylon* sp.) merupakan salah satu komoditas pangan lokal penting di wilayah Indonesia bagian timur, termasuk Kabupaten Merauke. Sagu umumnya diolah menjadi tepung melalui proses pengeringan pati sagu basah. Proses pengeringan memegang peranan penting karena sangat menentukan kadar air yang berdampak pada mutu fisik tepung sagu. Hingga saat ini, metode yang masih banyak digunakan adalah penjemuran tradisional dengan memanfaatkan sinar matahari langsung. Metode ini relatif mudah dan murah, namun efektivitas pengeringan sulit dikendalikan dan mutu produk yang dihasilkan sering tidak seragam (Jamaludin et al., 2024; Metaragakusuma et al., 2016).

Umumnya, pengeringan sagu secara konvensional dilakukan dengan menghamparkan pati sagu pada wadah tertentu di bawah sinar matahari langsung hingga kadar air maksimal 13% sesuai dengan SNI 01-3729-2008. Proses pengeringan dapat berlangsung sekitar 3-4 hari bergantung pada kondisi cuaca (Fachrizal et al., 2022; Witdarko et al., 2022). Wadah pengeringan secara konvensional dapat berupa terpal maupun rak pengering berbahan logam. Namun, wadah terpal memiliki umur pakai yang relatif singkat dan rak pengering berbahan logam mudah mengalami korosi sehingga memengaruhi mutu akhir produk.

Pengeringan surya (*solar drying*) menggunakan alat pengering tipe kabinet atau *tray* merupakan alternatif yang lebih terkontrol karena mampu memanfaatkan energi matahari secara lebih efisien serta melindungi bahan dari kontaminasi lingkungan. Beberapa penelitian melaporkan bahwa penggunaan *solar dryer* dapat meningkatkan efisiensi pengeringan dan aspek higienitas produk dibandingkan dengan penjemuran terbuka (Henriques et al., 2025; Mohammed et al., 2025). Namun demikian, keberhasilan proses pengeringan surya tidak hanya ditentukan oleh jenis alat pengering, tetapi juga oleh karakteristik bahan yang dikeringkan, khususnya ketebalan hamparan bahan (Gasa et al., 2022).

Beberapa penelitian telah mengkaji pengaruh ketebalan hamparan terhadap karakteristik pengeringan berbagai komoditas pertanian menggunakan *solar dryer*, seperti pada kopi dan ubi jalar (Abdissa et al., 2023; Gasa et al., 2022). Sementara itu, kajian mengenai pengeringan pati sagu dengan variasi ketebalan hamparan telah dilaporkan oleh Ratina et al. (2017) dan Amuru et al. (2022), namun menggunakan jenis alat pengering yang berbeda. Kajian spesifik mengenai pengaruh ketebalan hamparan pati sagu pada proses pengeringan menggunakan *solar tunnel dryer* masih sangat terbatas dalam literatur yang tersedia.

Ketebalan hamparan berpengaruh terhadap laju perpindahan panas dan massa selama proses pengeringan. Hamparan yang terlalu tebal dapat meningkatkan resistensi difusi uap air dari bagian dalam bahan sehingga memperlambat proses pengeringan dan menyebabkan kadar air akhir tetap tinggi. Sebaliknya, hamparan yang lebih tipis memungkinkan pengeringan berlangsung lebih cepat, namun dapat menurunkan efisiensi kapasitas pengeringan (Abdissa et al., 2023; Ratina et al., 2017; Sudirman et al., 2018). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi ketebalan hamparan pati sagu terhadap karakteristik pengeringan dan mutu fisik tepung sagu yang dihasilkan melalui penggunaan *solar tunnel dryer*.

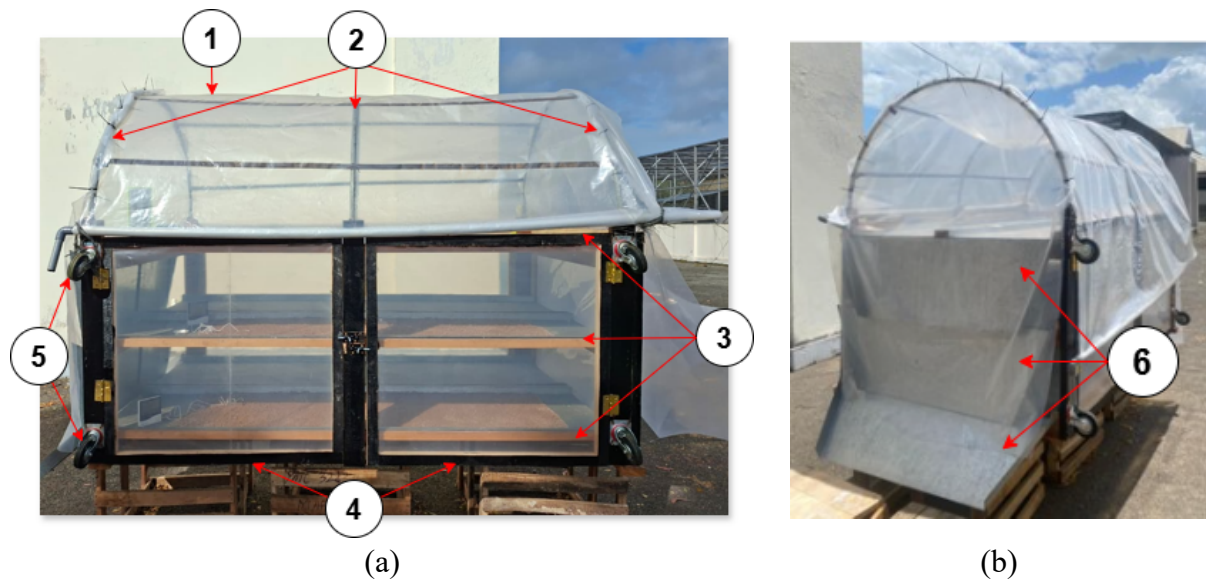
## 2. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Proses dan Pascapanen (TPP), Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Musamus. Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober hingga Desember 2025. Berdasarkan data observasi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), suhu rata-rata di wilayah Merauke pada bulan Oktober – Desember 2025 berkisar antara 27,5 – 28,2 °C (BMKG, 2025c, 2025b, 2025a). Wilayah Merauke memiliki potensi energi surya yang tinggi dengan intensitas radiasi matahari global horizontal (GHI) rata-rata sebesar 4,81 kWh/m<sup>2</sup>/hari (Global Solar Atlas, 2026), sehingga mendukung penerapan teknologi pengeringan berbasis matahari.

### 2.2. Bahan dan Alat

Alat pengering surya tipe terowongan (*solar tunnel dryer*) berbasis rak yang digunakan dalam penelitian ini dirancang dan dibangun oleh tim peneliti. Alat ini memiliki dimensi total panjang 202 cm, lebar 122 cm, dan tinggi ±187 cm dengan kapasitas masing-masing rak sebesar 40 kg pati sagu basah sehingga total kapasitas alat mencapai 120 kg pati sagu basah untuk tiga rak secara bersamaan. Alat pengering surya tipe terowongan (*solar tunnel dryer*) berbasis rak ditampilkan pada Gambar 1.



**Gambar 2.** Alat Pengering Surya Tipe Terowongan (*solar tunnel dryer*) Berbasis Rak (a) Tampak Depan dan (b) Tampak Samping

**Tabel 1.** Spesifikasi Teknis Alat Pengering Surya Tipe Terowongan (*Solar Tunnel Dryer*) Berbasis Rak

No.	Nama Komponen	Fungsi	Ukuran/Spesifikasi
1	Penutup plastik UV	Menangkap dan meneruskan radiasi matahari ke dalam ruang pengering	Ketebalan 200 $\mu\text{m}$
2	Rangka besi	Penyangga struktur kubah unit pengering	3 rangka; $\text{Ø } \frac{1}{2}$ inch; panjang 190 cm; tinggi lengkungan 73 cm
3	Rak pengeringan	Tempat meletakkan hamparan pati sagu selama proses pengeringan	3 rak; jarak antar rak 35 cm; bahan pelat galvanis ketebalan 1,2 mm; panjang rak 202 cm; lebar 122 cm; tinggi/kedalaman 3 cm
4	Pintu transparan	Akses pemasukan dan pengeluaran bahan	<i>Double door</i> ; tinggi 94 x lebar 89 cm per daun; sisi depan dan belakang
5	Roda	Memudahkan mobilisasi alat	4 buah
6	Corong pengeluaran	Saluran pengeluaran pati sagu setelah proses pengeringan selesai	3 corong; lebar atas 110 cm $\times$ lebar bawah 82 cm $\times$ panjang 78 cm (bentuk trapesium)

Alat pengering surya tipe terowongan berbasis rak yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan sistem kolektor surya terintegrasi tipe langsung (*direct integrated solar collector*). Sistem kolektor terdiri dari dua komponen yang bekerja secara sinergis. Pertama, penutup plastik UV dengan transmisivitas  $\sim 92\%$  terhadap radiasi gelombang pendek berfungsi sebagai kolektor utama yang meneruskan radiasi matahari langsung ke dalam ruang pengering sekaligus memerangkap radiasi gelombang panjang sehingga terjadi efek rumah kaca yang meningkatkan suhu di dalam ruang pengering (Sangamithra et al., 2014). Kedua, rangka eksterior yang dicat hitam berfungsi sebagai kolektor pendukung yang menyerap radiasi matahari secara maksimal dan merambatkan panas secara konduksi ke dalam ruang pengering (Seveda, 2012).

Selain itu, alat pengering ini dilengkapi dengan sistem ventilasi udara yang terletak pada sisi corong pengeluaran, di mana lapisan plastik UV yang menutupi bagian corong dapat dibuka untuk mengatur sirkulasi udara panas di dalam ruang pengering. Ventilasi ini berfungsi untuk mengeluarkan udara lembap hasil penguapan kadar air pati sagu selama proses pengeringan berlangsung sehingga kelembapan di dalam ruang pengering dapat dikendalikan.

Peralatan lainnya yang digunakan dalam penelitian ini antara lain timbangan analitik Pioneer PA214C (OHAUS, Amerika), timbangan digital (Newtech, Indonesia), termometer, *portable colormeter* dengan sistem ruang warna CIE L\* a\* b\* (Kingwell, China), oven listrik UN55 (Memmert, Jerman), cawan timbang, *tray*, desikator, *blender*, *sieve shaker*, ayakan 8 mesh dan 100 mesh, karung, terpal, wadah perendaman, serta alat pengempa (*press*) tipe ulir horizontal hasil rancang bangun Yusuf et al. (2021).

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini berupa pati sagu basah (*Metroxylon* sp.) yang diperoleh dari Kampung Tambat, Distrik Tanah Miring, Kabupaten Merauke. Jumlah pati sagu basah yang ditetapkan untuk setiap perlakuan adalah 6 kg (ketebalan 2 cm), 8 kg (ketebalan 2,5 cm), dan 10 kg (ketebalan 3 cm). Bahan pendukung berupa air bersih digunakan dalam proses perendaman pati sagu sebelum pengeringan.

### 2.3. Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan metode eksperimental untuk menganalisis pengaruh variasi ketebalan hamparan pati sagu, yakni 2 cm, 2,5 cm, dan 3 cm terhadap karakteristik pengeringan dan mutu fisik tepung sagu yang dihasilkan dari proses pengeringan menggunakan *solar tunnel dryer*. Beberapa tahapan penelitian yang dilakukan meliputi perendaman; penirisan (*draining*); pengempaan (*pressing*); pengayakan awal; pengeringan; penghalusan (*milling*); pengayakan akhir; dan pengujian parameter fisik tepung sagu.

#### a. Perendaman

Perendaman pati sagu basah dilakukan selama 24 jam menggunakan air bersih untuk menyeragamkan kadar air awal sebelum penjemuran. Proses perendaman dilakukan karena dapat menyeragamkan mutu pati terutama dalam hal aroma dan derajat putih. Selain itu, perendaman selama 24 jam dipilih karena menunjukkan nilai derajat putih yang lebih tinggi dibandingkan perendaman 12 jam (Witdarko et al., 2022).

#### b. Penirisan (*draining*)

Tahap penirisan (*draining*) dilakukan dengan meletakkan pati sagu hasil perendaman ke dalam karung yang selanjutnya digantung selama 24 jam. Durasi penirisan ditetapkan berdasarkan kondisi lapangan, hingga air bebas tidak lagi menetes dari karung sebagai indikator kesiapan pati sagu untuk proses selanjutnya.

#### c. Pengempaan (*pressing*)

Pengempaan (*pressing*) dilakukan menggunakan alat *press* tipe ulir horizontal hasil rancang bangun Yusuf et al. (2021) dengan kapasitas alat 20 kg per proses pengempaan selama 20 menit.

#### d. Pengayakan awal

Pati sagu yang telah dikempa kemudian diletakkan di atas terpal dan selanjutnya diayak menggunakan ayakan 8 mesh. Proses pengayakan awal bertujuan untuk memecah dan memisahkan gumpalan pati sagu hasil pengempaan serta menyeragamkan ukuran partikel sebelum proses pengeringan. Pati sagu selanjutnya diremas secara manual untuk meminimalkan gumpalan yang tersisa.

#### e. Pengeringan

Pati sagu hasil pengayakan awal selanjutnya dihamparkan secara merata pada satu sayap setiap rak alat pengering surya tipe terowongan (*solar tunnel dryer*) sesuai dengan variasi ketebalan yang direncanakan (2 cm, 2,5 cm, dan 3 cm). Setiap perlakuan ketebalan dilakukan secara bergantian menggunakan ketiga rak pengeringan sebagai ulangan pengamatan, dimulai dari ketebalan 2 cm; kemudian 2,5 cm, dan terakhir 3 cm. Proses pengeringan dilakukan mulai pukul 08.00 – 16.00 waktu setempat selama 3 hari berturut-turut untuk setiap perlakuan ketebalan.

#### f. Penghalusan

Penghalusan ditujukan untuk pengecilan ukuran pati sagu agar memiliki ukuran partikel yang lebih seragam sebelum proses pengayakan akhir. Proses penghalusan dilakukan menggunakan *blender* selama 5 menit pada kecepatan 3.

#### g. Pengayakan akhir

Tepung sagu yang telah dihaluskan selanjutnya diayak dengan ayakan 100 mesh dengan alat *sieve shaker* selama 5 menit. Proses pengayakan akhir bertujuan untuk memperoleh tepung sagu dengan ukuran partikel yang seragam dan memenuhi standar kehalusan yang ditetapkan. Tepung sagu yang lolos ayakan 100 mesh selanjutnya digunakan sebagai sampel untuk pengujian parameter mutu fisik.

### 2.4. Analisis Data

Parameter yang diamati pada penelitian ini meliputi perubahan suhu dalam *dryer*, kadar air, laju pengeringan, warna (L\*, a\*, b\*), derajat putih, dan persentase lolos ayakan 100 mesh.

## a. Perubahan Suhu

Suhu di dalam *dryer* dan suhu lingkungan diamati pada proses pengeringan pati sagu. Suhu dalam ruang pengering diukur menggunakan termometer yang ditempatkan pada setiap rak pengering, sedangkan suhu lingkungan diukur menggunakan termometer yang ditempatkan di luar ruang pengering. Pengukuran dilakukan setiap 30 menit selama proses pengeringan berlangsung.

## b. Kadar air

Kadar air pati sagu selama proses pengeringan ditentukan menggunakan metode gravimetri dengan cara mengeringkan sampel dalam oven pada suhu 105 °C selama 24 jam (Pamungkas & Jamaludin, 2024). Pengambilan sampel dilakukan sebanyak tiga ulangan dari tiga titik berbeda pada setiap rak pengeringan dengan interval waktu 30 menit selama proses pengeringan berlangsung. Pengambilan dari tiga titik berbeda bertujuan untuk memperoleh nilai kadar air yang representatif dari keseluruhan hamparan. Kadar air basis basah (*wet basis*) dihitung dengan Persamaan 1.

$$KA = \frac{A-B}{A} \times 100 \quad (1)$$

Dimana:

KA = kadar air (%),

A = massa awal (g), dan

B = massa akhir setelah pengeringan (g).

## c. Laju Pengeringan (g/menit)

Laju pengeringan bahan merupakan nilai kehilangan massa air dari sampel pati sagu per satuan waktu. Pengukuran dilakukan menggunakan sampel representatif sebesar  $\pm 5$  gram yang diambil dari hamparan pengeringan setiap 30 menit. Sampel ditimbang sebelum dan sesudah pengeringan dalam oven pada suhu 105 °C selama 24 jam untuk menentukan massa air yang hilang. Nilai laju pengeringan dapat dihitung dengan Persamaan 2.

$$LP = \frac{W_t - W_k}{t} \quad (2)$$

Dimana:

LP = laju pengeringan (g/menit),

$w_t$  = berat sampel sebelum dikeringkan dalam oven (g),

$w_k$  = berat sampel setelah dikeringkan dalam oven (g),

$t$  = waktu pengambilan sampel (menit).

## d. Warna

Warna tepung sagu diukur menggunakan *portable colorimeter* (Kingwell, China) sesuai dengan ruang warna CIE Lab\*. Pengukuran dilakukan sebanyak enam kali pada setiap sampel untuk meminimalkan kesalahan pembacaan akibat variabilitas permukaan sampel tepung sagu. Parameter *lightness* ( $L^*$ ) menunjukkan tingkat kecerahan dengan rentang nilai 0 hingga 100. Nilai *redness* ( $a^*$ ) dan *yellowness* ( $b^*$ ) menunjukkan warna merah-hijau dan biru-kuning. Nilai  $a^*$  dan  $b^*$  bernilai positif maka masing-masing mendefinisikan warna merah dan kuning (Wrolstad & Smith, 2017). Sebaliknya, nilai negatif mendefinisikan warna hijau dan biru (Jaramillo-Sánchez et al., 2017).

Nilai  $L^*$ ,  $a^*$ , dan  $b^*$  selanjutnya digunakan untuk mengukur derajat putih yang menggambarkan kemampuan suatu bahan dalam memantulkan cahaya yang mengenai permukaannya. Nilai derajat putih yang semakin tinggi menunjukkan warna tepung yang semakin cerah atau putih (Mawarni & Widjanarko, 2015). Nilai derajat putih dihitung menggunakan Persamaan 3.

$$W = 100 - \{(100 - L)^2 + a^2 + b^2\}^{0.5} \quad (3)$$

Dimana:

$W$  = derajat putih,

$L$  = *lightness*,

$A$  = *redness*,

$b$  = *yellowness*.

### e. Kehalusan Pati Sagu

Tingkat kehalusan pati sagu ditentukan berdasarkan persentase partikel yang lolos ayakan 100 mesh. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali ulangan pada setiap sampel untuk meningkatkan ketelitian data yang diperoleh. Nilai kehalusan dihitung sebagai selisih antara 100% dan persentase fraksi yang tertahan pada ayakan, yang diperoleh dari perbandingan antara berat fraksi yang tertahan dengan berat total sampel. Metode ini mengacu pada prosedur analisis ayakan yang digunakan oleh Pamungkas dan Jamaludin (2024). Persentase lolos ayakan 100 mesh dihitung menggunakan Persamaan (4).

$$\% \text{ lolos ayakan} = 100 - \left( \frac{W_{\text{tertahan}}}{W_{\text{total}}} \times 100 \right) \quad (4)$$

Dimana:

$W_{\text{tertahan}}$  = berat sampel tertahan pada ayakan,

$W_{\text{total}}$  = berat total sampel

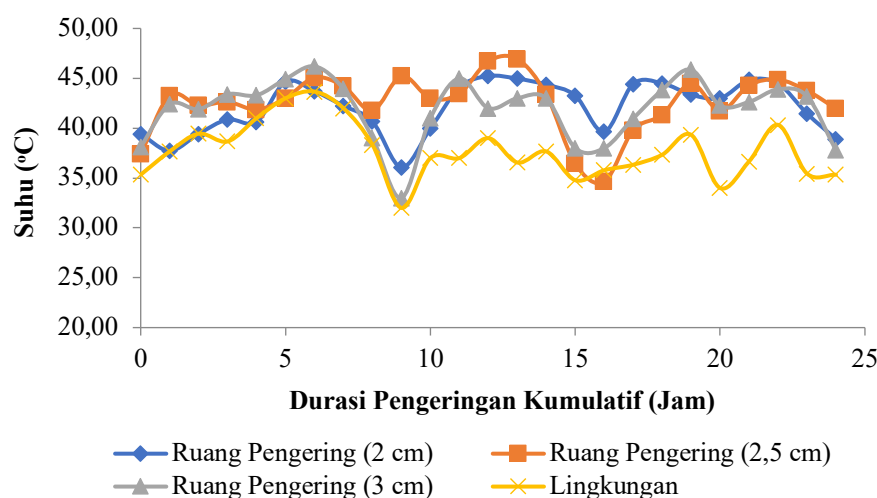
## 2.5. Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif untuk mengevaluasi pengaruh ketebalan hampan terhadap karakteristik pengeringan dan mutu fisik pati sagu. Parameter yang dianalisis meliputi perubahan suhu, kadar air, laju pengeringan, warna ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), derajat putih, serta persentase lolos ayakan 100 mesh. Analisis statistik inferensial tidak dilakukan karena perbedaan posisi rak dalam ruang pengering berpotensi memengaruhi distribusi panas secara sistematis, sehingga data disajikan secara deskriptif dengan mempertimbangkan variasi antarposisi rak sebagai sumber keragaman. Seluruh data hasil pengamatan disajikan dalam bentuk grafik dan tabel.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Perubahan Suhu

Suhu merupakan faktor penting dalam proses pengeringan. Pola sebaran suhu di dalam ruang pengering surya dan suhu lingkungan ditampilkan pada Gambar 2. Berdasarkan grafik perubahan suhu selama proses pengeringan pati sagu, dapat terlihat bahwa suhu pada ruang pengering untuk ketebalan bahan 2 cm, 2,5 cm, dan 3 cm cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan suhu lingkungan. Suhu pada ruang pengering berada pada kisaran 33,00-46,93 °C, sedangkan suhu lingkungan berkisar antara 32,00-43,67 °C. Peningkatan suhu dalam ruang pengering dibandingkan suhu lingkungan disebabkan oleh efek rumah kaca yang terjadi akibat plastik UV yang meneruskan radiasi gelombang pendek ke dalam ruang pengering namun menahan radiasi gelombang panjang sehingga panas terperangkap di dalam ruang pengering (Sangamithra et al., 2014). Kondisi ini menunjukkan bahwa ruang pengering mampu meningkatkan temperatur udara di sekitar bahan sehingga dapat mempercepat proses penguapan air selama pengeringan (Jamaldi et al., 2024; Zamharir et al., 2016).



**Gambar 2.** Perubahan Suhu Ruang Pengering dan Suhu Lingkungan Selama Proses Pengeringan Pada Berbagai Ketebalan Bahan

Secara umum, pola perubahan suhu pada seluruh perlakuan menunjukkan fluktuasi selama periode pengeringan. Fluktuasi suhu tersebut merupakan fenomena yang umum terjadi pada proses pengeringan berbasis energi matahari karena sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti tutupan awan atau berkurangnya intensitas radiasi matahari.

Proses pengeringan pada *solar tunnel dryer* berbasis rak melibatkan mekanisme perpindahan panas dan massa yang berlangsung secara simultan. Perpindahan panas terjadi melalui tiga mekanisme utama. Pertama, radiasi matahari diteruskan melalui penutup plastik UV ke dalam ruang pengering. Kedua, panas merambat secara konduksi dari rangka eksterior yang menyerap radiasi matahari langsung. Ketiga, udara panas di dalam ruang pengering berpindah secara konveksi alami menuju permukaan hamparan pati sagu.

Perpindahan massa berlangsung secara bertahap melalui tiga mekanisme yang bekerja berurutan. Pertama, molekul air bergerak dari bagian dalam pati sagu menuju permukaan bahan melalui mekanisme difusi yang didorong oleh gradien konsentrasi uap air antara bagian dalam bahan dan permukaannya. Kedua, air pada permukaan bahan mengalami evaporasi menjadi uap air akibat energi panas yang diterima dari udara panas di dalam ruang pengering. Ketiga, uap air yang terbentuk di sekitar permukaan hamparan dibawa keluar ruang pengering melalui mekanisme konveksi alami dan sistem ventilasi, sehingga gradien konsentrasi uap air antara permukaan bahan dan udara di sekitarnya tetap terjaga untuk mempertahankan laju pengeringan (Sangamithra et al., 2014; Seveda, 2012).

Jika dibandingkan antar ketebalan bahan, ketiga perlakuan menunjukkan pola perubahan suhu yang relatif serupa sepanjang proses pengeringan. Hal ini mengindikasikan bahwa suhu dalam ruang pengering lebih dominan dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari dan kondisi lingkungan sekitar dibandingkan oleh ketebalan bahan itu sendiri (Gasa et al., 2022; Ratina et al., 2017; Sangamithra et al., 2014).

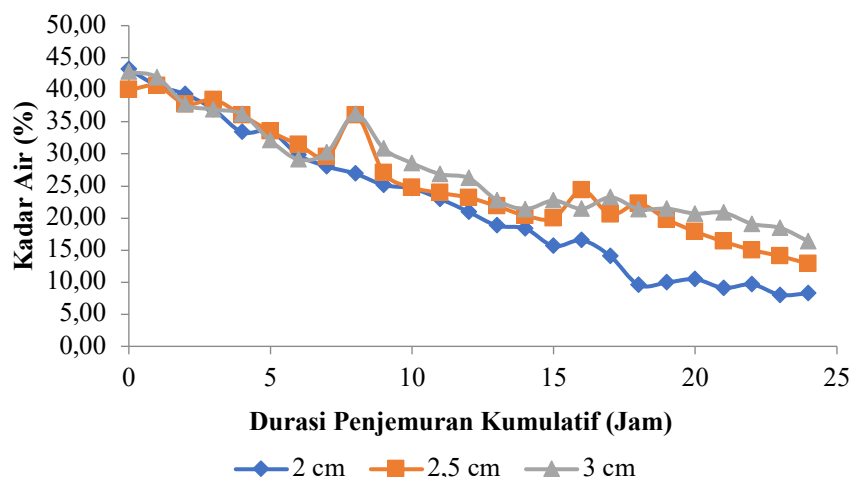
### 3.2. Kadar Air

Kadar air merupakan faktor penting yang mempengaruhi mutu tepung sagu yang dihasilkan. Kadar air yang tinggi pada produk akan meningkatkan aktivitas mikroorganisme dan reaksi kimia sehingga mengakibatkan penurunan mutu tepung (Wa Ode et al., 2021). Data perubahan kadar air pati sagu dari berbagai variasi ketebalan selama proses pengeringan ditampilkan pada Gambar 3.

Berdasarkan grafik perubahan kadar air pada Gambar 3, terlihat bahwa kadar air pati sagu mengalami penurunan secara bertahap seiring dengan bertambahnya durasi pengeringan kumulatif. Pada awal proses pengeringan, kadar air pati sagu berkisar antara 39,97-43,18%. Pada akhir proses pengeringan, kadar air yang dicapai adalah  $8,28 \pm 1,23\%$  untuk ketebalan 2 cm;  $12,87 \pm 7,72\%$  untuk ketebalan 2,5 cm; dan  $16,36 \pm 6,42\%$  untuk ketebalan 3 cm. Penurunan kadar air ini menunjukkan bahwa proses pengeringan dengan *solar tunnel dryer* berlangsung secara efektif karena terjadi penguapan air dari bahan ke lingkungan.

Perbedaan ketebalan bahan menunjukkan perbedaan pada laju penurunan kadar air. Bahan dengan ketebalan 2 cm menunjukkan penurunan kadar air yang lebih cepat dibandingkan dengan ketebalan 2,5 cm dan 3 cm. Pada akhir pengeringan, kadar air pada ketebalan 2 cm mencapai nilai terendah (8,28%) dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa bahan yang lebih tipis memiliki luas permukaan relatif lebih besar terhadap volumenya sehingga proses perpindahan panas dan massa berlangsung lebih cepat (Abdissa et al., 2023; Gunawan et al., 2024). Variasi nilai standar deviasi kadar air akhir yang lebih besar pada ketebalan 2,5 cm ( $\pm 7,72\%$ ) dan 3 cm ( $\pm 6,42\%$ ) dibandingkan ketebalan 2 cm ( $\pm 1,23\%$ ) mengindikasikan adanya ketidakseragaman distribusi pengeringan antar posisi rak.

Selain ketebalan hamparan, variasi kadar air antar ulangan pengukuran juga dipengaruhi oleh posisi rak dalam ruang pengering. Rak pengeringan yang berada pada posisi atas (Rak 1) cenderung menghasilkan kadar air yang lebih rendah dibandingkan dengan rak tengah (Rak 2) dan bawah (Rak 3). Kondisi ini diduga disebabkan oleh distribusi panas yang tidak merata dalam ruang pengering, dimana pada bagian atas ruang pengering menerima radiasi matahari yang lebih intensif secara langsung melalui penutup plastik UV serta efek konveksi alami udara panas yang bergerak ke atas (Abdissa et al., 2023; Sangamithra et al., 2014; Seveda, 2012).



**Gambar 3.** Perubahan Kadar Air Pati Sagu Selama Proses Penjemuran pada berbagai Ketebalan

Sementara itu, pati sagu dengan ketebalan 3 cm cenderung mempertahankan kadar air yang lebih tinggi selama proses pengeringan dengan kadar air akhir mencapai 16,36%. Kondisi ini disebabkan oleh hambatan difusi uap air dari bagian dalam bahan menuju permukaan yang lebih besar pada bahan yang lebih tebal, sehingga gradien konsentrasi uap air yang terbentuk antara bagian dalam bahan dan permukaannya menjadi lebih kecil. Akibatnya, proses penguapan air berlangsung lebih lambat dibandingkan bahan dengan ketebalan yang lebih tipis (Abdissa et al., 2023; Sudirman et al., 2018).

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa ketebalan bahan merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi efektivitas proses pengeringan sehingga memengaruhi kadar air akhir bahan. Kadar air tepung sagu yang dipersyaratkan dalam SNI 01-3729-2008 adalah maksimal 13% (Witdarko et al., 2022). Berdasarkan hasil penelitian, ketebalan bahan 2 cm dengan kadar air akhir  $8,28 \pm 1,23\%$  telah memenuhi standar SNI secara konsisten. Sementara itu, ketebalan 2,5 cm dengan kadar air rata-rata  $12,87 \pm 7,72\%$  menunjukkan nilai rata-rata yang memenuhi standar SNI, namun variasi yang cukup besar antara titik pengukuran mengindikasikan bahwa pengeringan belum berlangsung seragam pada seluruh bagian hamparan. Ketebalan 3 cm dengan kadar air akhir  $16,36 \pm 6,42\%$  belum memenuhi standar SNI yang dipersyaratkan. Selain itu, variasi ketebalan juga berdampak pada durasi pengeringan yang dibutuhkan untuk mencapai kadar air yang disyaratkan. Pada ketebalan 2 cm, kadar air sebesar 9,57% telah dicapai pada jam ke-18 proses pengeringan kumulatif, sedangkan pada ketebalan 2,5 cm kadar air 12,87% baru tercapai pada jam ke-24. Hal ini menunjukkan bahwa hamparan yang lebih tipis membutuhkan waktu pengeringan yang lebih singkat untuk mencapai standar mutu yang dipersyaratkan (Abdissa et al., 2023; Ratina et al., 2017).

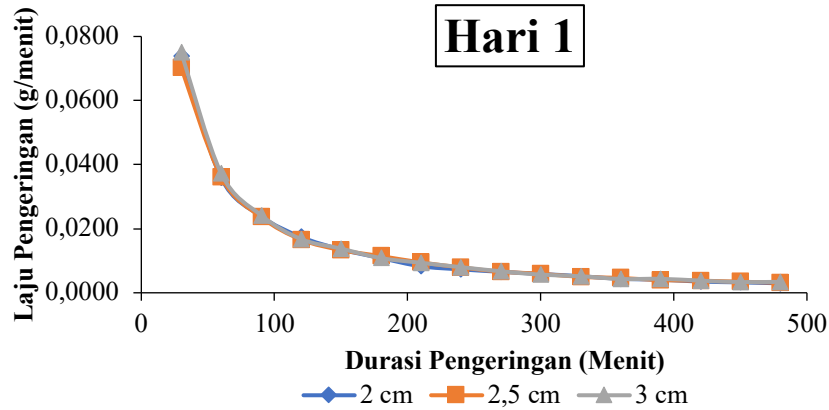
### 3.3. Laju Pengeringan

Perubahan laju pengeringan pati sagu pada berbagai ketebalan selama proses pengeringan dengan *solar tunnel dryer* pada hari pertama hingga hari ketiga ditunjukkan pada Gambar 4-6. Laju pengeringan bahan pada setiap hari pengeringan menunjukkan pola yang relatif serupa, yakni nilai laju pengeringan yang tinggi pada awal proses kemudian menurun secara bertahap seiring bertambahnya waktu pengeringan. Pada hari pertama, laju pengeringan awal pada ketebalan 2 cm, 2,5 cm, dan 3 cm masing-masing sebesar  $0,0738 \pm 0,0017$ ;  $0,0703 \pm 0,0004$ ;  $0,0750 \pm 0,0014$  g/menit. Nilai tersebut kemudian menurun hingga  $0,0030 \pm 0,0011$ ;  $0,0031 \pm 0,0008$ ; dan  $0,0034 \pm 0,0002$  g/menit pada akhir pengamatan hari pertama. Nilai laju pengeringan yang tinggi pada tahap awal menunjukkan bahwa kandungan air bebas pada bahan masih cukup besar sehingga proses penguapan berlangsung dengan cepat (Kasim et al., 2018; Mariyam et al., 2021).

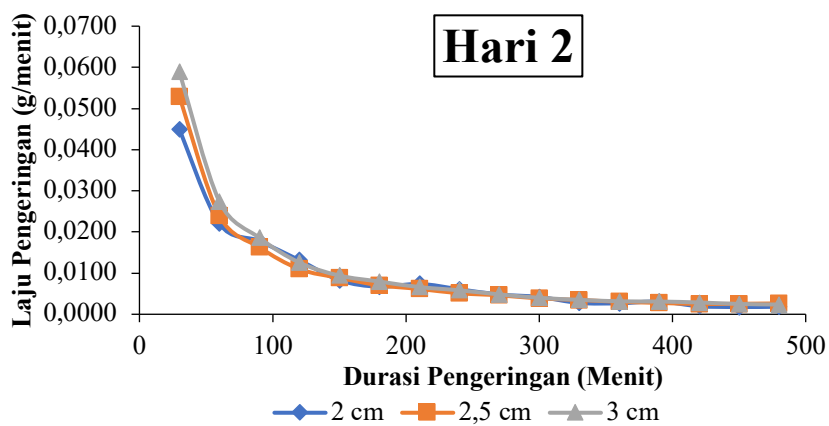
Pada hari kedua, laju pengeringan awal pada ketebalan 2 cm, 2,5 cm, dan 3 cm masing-masing sebesar  $0,0450 \pm 0,0192$ ;  $0,0530 \pm 0,0170$ ; dan  $0,0589 \pm 0,0114$  g/menit, yang lebih rendah dibandingkan hari pertama. Nilai tersebut kemudian menurun hingga  $0,0018 \pm 0,0009$ ;  $0,0026 \pm 0,0015$ ; dan  $0,0024 \pm 0,0010$  g/menit pada akhir pengamatan hari kedua (Gambar 5). Penurunan laju pengeringan awal dibandingkan hari pertama menunjukkan bahwa sebagian air bebas pada bahan telah berkurang setelah proses pengeringan pada hari sebelumnya sehingga laju penguapan air menjadi lebih lambat (Kasim et al., 2018; Wardhani et al., 2023).

Sementara itu, pada hari ketiga (Gambar 6), laju pengeringan awal pada ketebalan 2 cm, 2,5 cm, dan 3 cm masing-masing sebesar  $0,0251 \pm 0,0109$ ;  $0,0383 \pm 0,0201$ ; dan  $0,0439 \pm 0,0157$  g/menit, kemudian menurun

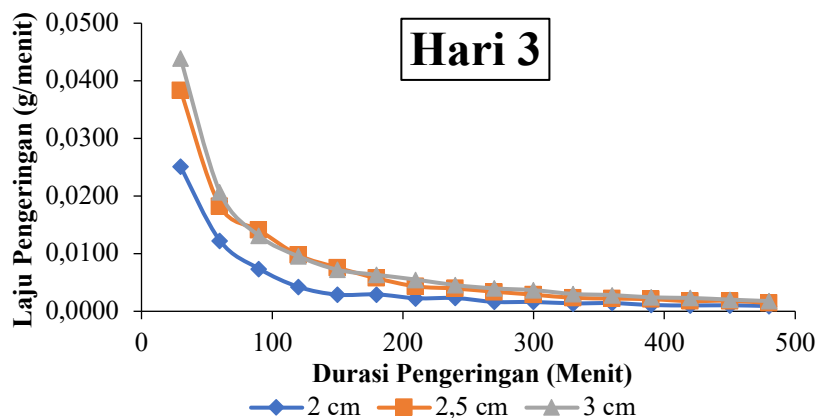
hingga  $0,0009 \pm 0,0001$ ;  $0,0014 \pm 0,0009$ ; dan  $0,0018 \pm 0,0007$  g/menit pada akhir pengamatan. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar air yang tersisa pada bahan merupakan air terikat sehingga proses perpindahan air dari bagian dalam bahan menuju permukaan berlangsung lebih lambat. Secara umum, pola yang ditunjukkan pada ketiga grafik menunjukkan bahwa proses pengeringan didominasi oleh periode laju pengeringan menurun (*falling rate period*) yang umum terjadi pada pengeringan bahan pertanian (Abdissa et al., 2023; Afifah et al., 2017; Mariyam et al., 2021).



**Gambar 4.** Profil Laju Pengeringan Pati Sagu Pada Hari Pertama Pengeringan



**Gambar 5.** Profil Laju Pengeringan Pati Sagu Pada Hari Kedua Pengeringan



**Gambar 6.** Profil Laju Pengeringan Pati Sagu Pada Hari Ketiga Pengeringan

Jika dibandingkan antar ketebalan, perbedaan laju pengeringan awal mulai terlihat pada hari kedua dan semakin jelas pada hari ketiga. Pada hari pertama, laju pengeringan awal ketiganya relatif serupa. Namun, pada hari kedua dan ketiga, ketebalan 3 cm menunjukkan laju pengeringan awal yang lebih tinggi

dibandingkan dengan ketebalan 2,5 cm dan 2 cm. Kondisi ini diduga disebabkan oleh perbedaan kandungan air yang masih tersisa pada setiap perlakuan dimana bahan dengan ketebalan yang lebih tebal masih memiliki kandungan air yang lebih banyak sehingga laju penguapan air di awal hari pengeringan berikutnya masih relatif lebih tinggi dibandingkan bahan yang lebih tipis yang kandungan airnya sudah lebih berkurang (Abdissa et al., 2023; Ratina et al., 2017).

### 3.4. Warna Pati Sagu

Berdasarkan Tabel 2, nilai warna pati sagu yang dihasilkan setelah proses pengeringan menunjukkan variasi pada setiap perlakuan ketebalan bahan. Nilai *lightness* ( $L^*$ ) yang menunjukkan tingkat kecerahan berkisar antara  $62,60 \pm 2,19$  hingga  $69,61 \pm 2,67$ , di mana nilai tertinggi diperoleh dari ketebalan 3 cm ( $69,61 \pm 2,67$ ) dan nilai terendah pada ketebalan 2,5 cm ( $62,60 \pm 2,19$ ). Nilai  $L^*$  yang lebih tinggi menunjukkan warna pati yang lebih cerah (Pamungkas & Jamaludin, 2024).

**Tabel 2.** Nilai Warna ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) dan Derajat Putih Pati Sagu Setelah Proses Pengeringan

Ketebalan Bahan	$L^*$	$a^*$	$b^*$	Derajat Putih
2 cm	$69,49 \pm 2,15$	$5,12 \pm 2,12$	$14,00 \pm 2,71$	$65,89 \pm 2,29$
2,5 cm	$62,60 \pm 2,19$	$4,23 \pm 0,66$	$11,29 \pm 1,12$	$60,67 \pm 1,99$
3 cm	$69,61 \pm 2,67$	$3,39 \pm 0,85$	$11,72 \pm 1,86$	$67,18 \pm 2,52$

Nilai *redness* ( $a^*$ ) yang menggambarkan kecenderungan warna merah hingga hijau berada pada kisaran  $3,39 \pm 0,85$  hingga  $5,12 \pm 2,12$ , sedangkan nilai *yellowness* ( $b^*$ ) yang merepresentasikan kecenderungan warna kuning berada pada kisaran  $11,29 \pm 1,12$  hingga  $14,00 \pm 2,71$ . Nilai  $a^*$  dan  $b^*$  yang relatif kecil menunjukkan bahwa warna pati sagu yang dihasilkan cenderung mendekati warna putih (Pamungkas & Jamaludin, 2024; Witdarko et al., 2022).

Derajat putih pati sagu yang dihasilkan berada pada kisaran  $60,67 \pm 1,99$  hingga  $67,18 \pm 2,52$  dengan nilai tertinggi diperoleh pada ketebalan 3 cm ( $67,18 \pm 2,52$ ) dan nilai terendah pada ketebalan 2,5 cm ( $60,67 \pm 1,99$ ). Nilai derajat putih yang lebih tinggi menunjukkan bahwa pati sagu yang dihasilkan memiliki tingkat kecerahan yang lebih baik atau lebih putih (Pamungkas & Jamaludin, 2024; Wa Ode et al., 2021). Witdarko et al. (2022) melaporkan derajat putih pati sagu dari Kampung Tambat berkisar 66,71-69,95. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hanya ketebalan 3 cm yang menghasilkan nilai dalam rentang tersebut, sedangkan ketebalan 2 cm dan 2,5 cm menghasilkan nilai yang lebih rendah. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa ketebalan hamparan selama proses pengeringan turut memengaruhi nilai derajat putih pati sagu meskipun bahan baku berasal dari sumber yang sama.

Variasi nilai derajat putih dapat disebabkan oleh beberapa faktor di antaranya perlakuan saat pemrosesan seperti penyemprotan air untuk mengurangi reaksi oksidasi, perlakuan perendaman, maupun faktor bahan baku dimana secara genetik terdapat sagu dengan pati berwarna kemerahan karena mengandung senyawa fenol (Haryadi, 2002; Limbongan, 2007; Witdarko et al., 2022). Selain itu, perbedaan nilai derajat putih ini diduga dipengaruhi oleh ketebalan bahan selama proses pengeringan. Pada bahan yang lebih tebal, sebagian pati berada di bagian dalam lapisan sehingga terlindungi dari paparan panas dan oksigen secara langsung yang mengakibatkan perubahan warna selama pengeringan relatif lebih kecil dan menghasilkan nilai derajat putih yang lebih tinggi (Abdissa et al., 2023; Ratina et al., 2017).

### 3.5. Kehalusan Tepung Sagu

Tingkat kehalusan tepung sagu pada variasi ketebalan selama pengeringan dengan *solar tunnel dryer* ditampilkan pada Tabel 3. Persentase lolos ayakan tertinggi diperoleh pada ketebalan 2 cm sebesar  $83,92 \pm 7,23$ , sedangkan nilai terendah diperoleh pada ketebalan 3 cm sebesar  $44,30 \pm 35,86\%$ . Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tipis hamparan pati sagu yang dikeringkan maka semakin tinggi tingkat kehalusan pati yang dihasilkan. Variasi persentase lolos ayakan yang tinggi pada ketebalan 3 cm sebesar  $44,30 \pm 35,86\%$  mengindikasikan ketidakseragaman ukuran partikel akibat kadar air yang masih relatif tinggi pada bahan yang lebih tebal sehingga partikel tepung cenderung menggumpal dan sulit lolos ayakan (Abdissa et al., 2023; Saputra et al., 2023).

Nilai standar deviasi persentase lolos ayakan pada ketebalan 3 cm yang sangat besar ( $\pm 35,86\%$ ) mengindikasikan variasi yang lebih tinggi antar ulangan pengukuran. Kondisi ini diduga disebabkan oleh ketidakseragaman distribusi pengeringan pada hamparan yang lebih tebal, dimana bagian atas hamparan yang lebih dekat dengan sumber panas mengalami pengeringan yang lebih cepat dibandingkan pada bagian bawah

yang memiliki hambatan difusi air yang lebih besar. Akibatnya, sebagian partikel tepung dari bagian yang lebih kering cenderung lolos ayakan dengan mudah, sementara partikel dari bagian yang masih lembab cenderung menggumpal dan tertahan pada ayakan sehingga menghasilkan variasi persentase lolos ayakan yang tinggi (Abdissa et al., 2023; Ratina et al., 2017).

**Tabel 3.** Persentase Lolos Ayakan 100 mesh Tepung Sagu Pada Berbagai Ketebalan Pengeringan

Ketebalan Bahan	Lolos Ayakan 100 Mesh (%)
2 cm	83,92 ± 7,23
2,5 cm	64,37 ± 18,64
3 cm	44,30 ± 35,86

Ketebalan bahan yang digunakan mempengaruhi tingkat pengeringan pati sagu sehingga berpengaruh terhadap kemudahan proses penggilingan. Pada ketebalan hamparan yang lebih tipis, proses penguapan air berlangsung lebih cepat sehingga bahan menjadi lebih kering dan mudah hancur selama proses penggilingan. Sebaliknya, pada ketebalan hamparan yang lebih tebal kandungan air masih relatif lebih tinggi dapat menyebabkan partikel pati menggumpal sehingga ukuran partikel yang dihasilkan menjadi lebih kasar dan sebagian tertahan pada ayakan (Abdissa et al., 2023; Ratina et al., 2017; Saputra et al., 2023; Witdarko et al., 2015).

#### 4. KESIMPULAN

Variasi ketebalan hamparan pati sagu berdampak pada karakteristik pengeringan dan mutu fisik tepung sagu pada proses pengeringan menggunakan *solar tunnel dryer*. Hamparan yang lebih tipis mempercepat proses pengeringan, ditunjukkan oleh penurunan kadar air yang lebih cepat dan nilai laju pengeringan yang lebih tinggi di awal proses pengeringan. Ketebalan 2 cm menghasilkan kadar air akhir terendah (8,28±1,23%) yang memenuhi standar SNI 01-3729-2008 secara konsisten, serta tingkat kehalusan tertinggi pada persentase lolos ayakan 100 mesh sebesar 83,92±7,23%. Ketebalan 2,5 cm menghasilkan kadar air rata-rata 12,87±7,72% yang memenuhi standar SNI, namun dengan distribusi pengeringan yang kurang seragam. Sementara itu, ketebalan 3 cm menghasilkan nilai derajat putih tertinggi (67,18±2,52) yang menunjukkan kecerahan warna pati sagu yang lebih baik, meskipun kadar air akhirnya (16,36±6,42%) belum memenuhi standar SNI yang dipersyaratkan.

Secara teknis, hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa ketebalan hamparan 2 cm merupakan pilihan optimal untuk pengeringan pati sagu menggunakan *solar tunnel dryer* berbasis rak dalam menghasilkan tepung sagu yang memenuhi standar mutu SNI 01-3729-2008. Temuan ini dapat menjadi acuan dalam pengembangan dan optimasi desain *solar tunnel dryer* untuk pengeringan pati sagu skala lebih besar, khususnya dalam pengaturan kapasitas dan posisi rak pengeringan. Selain itu, penerapan pembalikan hamparan pati sagu secara berkala selama proses pengeringan disarankan untuk meningkatkan keseragaman distribusi panas dan mempercepat penguapan air dari seluruh lapisan hamparan. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengkaji pengaruh variasi ketebalan di bawah 2 cm, frekuensi pembalikan hamparan, pengukuran intensitas radiasi matahari secara langsung, serta efisiensi energi *solar tunnel dryer* terhadap kualitas tepung sagu yang dihasilkan. Penggunaan rancangan percobaan dengan ulangan perlakuan penuh juga disarankan untuk memperoleh konfirmasi statistik yang lebih kuat terhadap pengaruh ketebalan hamparan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Musamus atas dukungan pendanaan yang diberikan selama penelitian melalui DIPA Internal Universitas Musamus Skim Penelitian Terapan Tahun Anggaran 2025 dengan nomor kontrak 005.12/UN52.8/LT/2025.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdissa, Z. K., Tola, Y. B., Taye, A. H., & Mohammed, H. H. (2023). Harmonizing Drying Time, Layer Thickness, and Drier Zones for Drying Kinetics : Quality and Safety of Solar Tunnel-Dried Wet-Processed Parchment Coffee (*Coffea arabica* L.). *International Journal of Food Science*, 2023, 1–16. <https://doi.org/10.1155/2023/6677592>
- Afifah, N., Rahayuningtyas, A., & Kuala, S. I. (2017). Pemodelan Kinetika Pengeringan Beberapa Komoditas Pertanian Menggunakan Pengereng Inframerah. *Agritech*, 37(2), 220–228. <https://doi.org/10.22146/agritech.10394>

- Amuru, W., Jamaludin, J., & Witdarko, Y. (2022). Pengaruh Tingkat Ketebalan Pati Sagu Terhadap Kadar Air pada Proses Pengeringan. *MAEF-J*, 4(2), 48–52.
- BMKG. (2025a). *Anomali Suhu Udara Bulan Desember 2025*. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). <https://www.bmkg.go.id/iklim/anomali-suhu-udara/anomali-suhu-udara-bulan-desember-2025>
- BMKG. (2025b). *Anomali Suhu Udara Bulan November 2025*. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). <https://www.bmkg.go.id/iklim/anomali-suhu-udara-bulan-november-2025>
- BMKG. (2025c). *Anomali Suhu Udara Bulan Oktober 2025*. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). <https://www.bmkg.go.id/iklim/anomali-suhu-udara-bulan-oktober-2025>
- Fachrizal, R., Ginting, N. M., Nurliah, Rizal, A., & Panga, N. (2022). The potential of sago processing in supporting farmers' welfare. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1107(012086), 1–9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1107/1/012086>
- Gasa, S., Sibanda, S., Workneh, T. S., Laing, M., & Kassim, A. (2022). Heliyon Thin-layer modelling of sweet potato slices drying under naturally-ventilated warm air by solar-venturi dryer. *Heliyon*, 8, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08949>
- Global Solar Atlas. (2026). *Solar Resource Data: Merauke, Indonesia*. Global Solar Atlas – Solargis. <https://globalsolaratlas.info/map?m=site&c=-8.497840,140.375061,11&s=-8.490277,140.395582>
- Gunawan, Y., Intara, Y. I., Sidebang, B., & Anis, U. (2024). Kajian Pengeringan Pada Pengering Tipe Rak Dengan Konveksi Panas Dari Pipa Yang Dialiri Air Panas Geothermal. *Newton-Maxwell Journal of Physics*, 5(1), 1–18.
- Haryadi. (2002). *The Current Status and Future Prospects of Sago Palm in Java*. *New Frontiers of Sago Palm Studies*. Universal Academic Press, Inc.
- Henriques, B. R., Neves, C. M. B., Moumni, M., Romanazzi, G., Bourvellec, C. Le, Cardoso, S. M., & Wessel, D. F. (2025). A Comparative Study of Traditional Sun Drying and Hybrid Solar Drying on Quality , Safety , and Bioactive Compounds in “ Pingo de Mel ” Fig. *Antioxidants*, 14(362), 1–13. <https://doi.org/10.3390/antiox14030362>
- Jamaldi, A., Raharjo, E. B., Surwono, E., Santoso, L. Y., & Prasajo, R. C. (2024). Rancang Bangun dan Pengujian Prototype Hybrid Solar Dryer. *Rekayasa*, 17(2), 220–226. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v17i2.22673>
- Jamaludin, Pamungkas, W. A., & Witdarko, Y. (2024). *Pengolahan Hasil Sumber Daya Lokal* (1 ed.). UNY Press.
- Jaramillo-Sánchez, G. M., Loredó, A. B. G., Gómez, P. L., & Alzamora, S. M. (2017). Ozone Processing of Peach Juice : Impact on Physicochemical Parameters , Color , and Viscosity. *Ozone: Science & Engineering*, 40(4), 305–312. <https://doi.org/10.1080/01919512.2017.1417111>
- Kasim, M., Lengkey, L. C. E., & Ludong, D. P. M. (2018). Karakteristik Pengeringan Biji Kenari Menggunakan Experimental Dryer Tipe Rak. *Cocos*, 10(3). <https://doi.org/10.35791/cocos.v1i1.22500>
- Limbongan, J. (2007). Morfologi Beberapa Jenis Sagu Potensial di Papua. *Jurnal Litbang Pertanian*, 26(1), 16–24.
- Mariyam, S., Utama, Y. H., Susanti, D. Y., & Dewi, R. R. (2021). Karakteristik Fisik Proses Pengeringan Biji Sorgum (*Sorghum Bicolor* L. Moench) dengan Menggunakan Pengering Hybrid Tipe Rak. *Gorontalo Agriculture Technology Journal*, 4(2), 55–68.
- Mawarni, R. T., & Widjanarko, S. B. (2015). Penggilingan Metode Ball Mill dengan Pemurnian Kimia terhadap Penurunan Oksalat Tepung Porang. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2), 571–581. <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/175>.
- Metaragakusuma, A. P., Katsuya, O., & Bai, H. (2016). An Overview of The Traditional Use of Sago for Sago-based Food Industry in Indonesia. *KnE Life Sciences*, 3(3), 119–124. <https://doi.org/10.18502/cls.v3i3.382>
- Mohammed, A., Komolafe, C. A., & Simons, A. (2025). Advances in solar drying technologies : A comprehensive review of designs, applications, and sustainability perspectives. *Solar Compass*, 17, 1–

15. <https://doi.org/10.1016/j.solcom.2025.100153>
- Pamungkas, W. A., & Jamaludin. (2024). Physico-Chemical Properties of Gembili ( *Dioscorea esculenta* L .) Flour from White-fleshed and Purplish-White-fleshed Tubers. *JTEP Jurnal Keteknikan Pertanian*, 12(2), 259–271. <https://doi.org/10.19028/jtep.012.2.259-271>
- Ratina, R., Sholahuddin, S., & Yohana, S. K. D. (2017). Pengaruh suhu dan ketebalan lapisan pengeringan terhadap sifat fisik pati sagu (*Metroxylon sagu* Rotbb.). *Jurnal Sains Pertanian Equatorial*, 6(1), 1–10.
- Sangamithra, A., Swamy, G. J., Prema, R. S., Priyavarshini, R., Chandrasekar, V., & Sasikala, S. (2014). An overview of a polyhouse dryer. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, 902–910. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.007>
- Saputra, S. A., Suroso, E., Anungputri, P. S., & Murhadi, M. (2023). Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Fisik, Kimia dan Sensori Tepung Kulit Pisang Raja Bulu (*Musa sapientum*). *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, 2(1), 86–97.
- Seveda, M. S. (2012). Design and Development of Walk-In Type Hemicylindrical Solar Tunnel Dryer for Industrial Use. *ISRN Renewable Energy*, 1–9. <https://doi.org/10.5402/2012/890820>
- Sudirman, N. A., Sukainah, A., & Yanto, S. (2018). Pengaruh pengeringan menggunakan room dryer terhadap kualitas tepung sagu. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 104–112.
- Wa Ode, N., Darmawati, E., Suro Mardjan, S., & Khumaida, N. (2021). Komposisi Fisikokimia Tepung Ubi Kayu dan Mocaf dari Tiga Genotipe Ubi Kayu Hasil Pemuliaan. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 8(3), 97–104. <https://doi.org/10.19028/jtep.08.3.97-104>.
- Wardhani, M. T., Fadhilah, S. N., Prastika, A., Arimbawa, I. M., Khamil, A. I., Darmayanti, R. F., & Muharja, M. (2023). Pengaruh Perendaman, Waktu dan Ketebalan pada Pengeringan Jahe Putih (*Zingiber officinale* var. *Amarum*) Menggunakan Tray Dryer dan Solar Dryer. *Distilat*, 9(1), 1–10.
- Witdarko, Y., Bintoro, N., Suratmo, B., & Rahardjo, B. (2015). Pemodelan pada Proses Pengeringan Mekanis Tepung Kasava dengan Menggunakan Pneumatic Dryer : Hubungan Fineness Modulus dengan Variabel Pengeringan. *AGRITECH*, 35(4), 481–487. <https://doi.org/10.22146/agritech.9333>.
- Witdarko, Y., Jamaludin, J., Parjono, P., & Pamungkas, W. A. (2022). Pengaruh Perendaman Terhadap Mutu Tepung Sagu (*Metroxylon* sp.) di Kampung Tambat Kabupaten Merauke. *Agricola*, 12(1), 41–48. <https://doi.org/10.35724/ag.v12i1.4438>.
- Wrolstad, R. E., & Smith, D. . (2017). Color Analysis. In *Nielsen, S.S. (eds) Food Analysis* (hal. 545–555). Food Science Text Series. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-45776-5\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-319-45776-5_31)
- Yusuf, D. D., Witdarko, Y., & Mangera, Y. (2021). Rancang Bangun Alat Press Tepung Sagu. *MAEF-J*, 3(2), 54–61.
- Zamharir, Z., Sukmawaty, S., & Priyati, A. (2016). Analisis Pemanfaatan Energi Panas pada Pengeringan Bawang Merah H (*Allium ascalonicum* L.) dengan Menggunakan Efek Rumah Kaca (ERK). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 4(2), 264–274.