



Analisis Pengeringan Kencur (*Kaempferia galanga* L.) Menggunakan Pengering Hybrid Tipe Rak dan Karakteristik Fisik Tepung Kencur yang dihasilkan

Analysis of Kencur (Kaempferia galanga L.) Drying Using a Rack-Type Hybrid Dryer and the Physical Characteristics of the Resulting Kencur Flour

Warji Warji¹, Rivania Pisca Marreta¹, Tamrin¹, Elhamida Rezkia Amien^{1*}

¹ Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Corresponding Author: elhamida.rezkiaamien90@fp.unila.ac.id

Abstract. Kencur (*Kaempferia galanga* L.) is an important ingredient in culinary and traditional medicine but has a limited shelf life due to its high moisture content. To overcome this, kencur can be processed into flour through drying. This study aims to analyze the effect of drying temperature on the drying time of kencur using three methods: sun drying, oven drying, and hybrid rack dryer, and to compare their efficiency based on drying duration, energy consumption, and drying capacity. The results show that the oven drying method requires the shortest drying time of 10 hours at 58°C with the highest energy consumption (1900 watts). The hybrid dryer takes 14 hours at 45°C with lower energy consumption (1300 watts) and a larger drying capacity. Sun drying takes the longest time, 20–22 hours at around 38°C, without electrical energy consumption. Although there are significant differences in drying time and efficiency, the physical characteristics of the resulting kencur flour show no significant differences between methods.

Keywords: Kencur, Hybrid Dryer, Oven Drying, Sun Drying, Efficiency, Kencur Flour.

1. Pendahuluan

Kencur (*Kaempferia galanga* L.) merupakan tanaman yang banyak digunakan sebagai ramuan obat tradisional dan bumbu penyedap masakan. Kencur banyak digunakan sebagai bahan penting dalam berbagai masakan tradisional Indonesia, salah satunya adalah seblak.

Seiring meningkatnya popularitas seblak, permintaan pasar terhadap kencur juga ikut naik. Seiring meningkatnya popularitas seblak, permintaan pasar terhadap kencur juga meningkat.

Namun, penggunaan kencur segar sering dianggap kurang praktis karena cepat rusak *dan* memiliki masa simpan yang terbatas. Untuk mengatasi hal tersebut, kencur dapat diolah menjadi tepung cepat saji yang lebih praktis digunakan *dan* memiliki masa simpan lebih panjang. Kencur segar umumnya hanya bertahan sekitar 1–2 minggu tanpa perlakuan khusus, karena kadar airnya yang tinggi (73–80%) membuatnya mudah mengalami kerusakan. Pengolahan kencur menjadi tepung cepat saji memberikan manfaat seperti masa simpan yang lebih lama, distribusi yang lebih mudah, dan ketersediaan bahan baku sepanjang tahun, yang sangat penting bagi industri kuliner, khususnya produksi seblak.

Proses pengeringan menjadi langkah penting untuk mengurangi kadar air kencur. Pengeringan yang tepat akan menghasilkan tepung cepat saji berkualitas tinggi, sehingga mendukung produksi seblak secara lebih efisien dan praktis. Pengeringan pada bahan makanan sangat penting karena dapat memperpanjang umur simpan (Indriyani dkk., 2018). Secara teoritis, pengeringan adalah proses menguapkan kandungan air dari suatu produk sampai mencapai batas kandungan air kesetimbangan. Air yang diuapkan tersebut merupakan air bebas dan air terikat yang terdapat pada produk (Hanafi dkk., 2017). Pengeringan yang baik tidak hanya membantu menurunkan kadar air untuk memperpanjang daya simpan, tetapi juga menjaga kualitas serta karakteristik fisik kencur.

Salah satu teknologi pengeringan yang digunakan adalah pengering *hybrid* tipe rak, yang memanfaatkan dua atau lebih sumber energi untuk proses penguapan air (Susilo dkk., 2012). Teknologi ini memiliki suhu stabil sehingga risiko kerusakan bahan selama pengeringan dapat diminimalkan. Dengan kelebihan yang dimiliki pengering *hybrid* tipe rak, peneliti memilih alat ini sebagai salah satu metode pengeringan kencur, dengan harapan tepung kencur yang dihasilkan memiliki kualitas lebih baik, seperti warna, kadar air sesuai standar, serta tetap mempertahankan rasa kencur yang khas untuk bumbu seblak maupun kuliner lainnya.

Namun demikian, masih sedikit penelitian yang membahas dampak teknologi pengering *hybrid* terhadap sifat fisik tepung kencur. Mengingat pentingnya tepung kencur untuk menjaga rasa *dan* kualitas seblak, serta sebagai bahan obat-obatan, penting untuk memahami bagaimana proses pengeringan yang optimal dapat menghasilkan tepung berkualitas tinggi yang tetap mempertahankan cita rasa yang diinginkan produsen dan konsumen. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses pengeringan kencur menggunakan alat *hybrid* tipe rak serta dampaknya terhadap karakteristik fisik tepung kencur yang dihasilkan. Diharapkan penelitian ini dapat menemukan proses pengeringan yang optimal sehingga menghasilkan tepung kencur berkualitas tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perbedaan suhu pengeringan terhadap lama pengeringan kencur (*Kaempferia galanga* L.) dengan tiga metode (penjemuran, oven, dan pengering *hybrid* tipe rak), membandingkan efisiensi ketiga metode berdasarkan lama waktu pengeringan, konsumsi energi, dan kapasitas pengeringan, serta mengevaluasi sifat-sifat fisik tepung kencur yang dihasilkan.

2. Metode Penelitian

Alat yang digunakan untuk proses pengeringan adalah thermometer digital, timbangan analitik, penggaris, tampah dan oven. Alat yang digunakan untuk proses penepungan kencur adalah blender, gelas ukur, mesh nomor 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, hingga nomor 100, dan timbangan analitik. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kencur.

2.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan A, Pengeringan menggunakan kombinasi antara energi matahari dan listrik (sistem *hybrid*), perlakuan B,

Pengeringan menggunakan oven dan perlakuan C, Pengeringan secara tradisional melalui penjemuran di atas tampah di bawah sinar matahari.

2.2 Prosedur Penelitian

Penelitian membandingkan tiga metode pengeringan kencur umur 3–6 bulan: *hybrid* (9 kg), oven (2,7 kg), dan penjemuran (2,1 kg), masing-masing dengan tiga ulangan. Kencur dibersihkan, diiris 1–2 mm, lalu dikeringkan dalam satu lapisan. Metode oven menggunakan suhu 60°C, sedangkan metode konvensional memanfaatkan sinar matahari. Selama proses pengeringan dilakukan pencatatan suhu setiap 1 jam dan kadar air dicatat tiap 2 jam.

Setelah pengeringan, dilakukan pengukuran kadar air, dilanjutkan proses penepungan (blender 3 menit), lalu analisis sifat fisik tepung (aroma, warna, kehalusan, sudut tumpukan, densitas curah, daya serap air). Data disajikan dalam bentuk Tabel dan Grafik untuk analisis efisiensi tiap metode.

2.3 Parameter Pengamatan

Penelitian ini mengamati dua parameter utama, yaitu lama pengeringan dan suhu pengeringan. Lama pengeringan dihitung sejak alat pengering terkena sinar matahari atau aliran listrik dihidupkan, dengan tujuan menurunkan kadar air kencur hingga di bawah 10% (Anggraini dan Saputri, 2021). Pengeringan pada kadar ini penting untuk menjaga kualitas, mencegah kerusakan, serta meningkatkan daya simpan kencur. Sementara itu, suhu pengeringan pada alat tipe rak diukur menggunakan termometer yang ditempatkan di setiap rak dan satu di luar alat untuk memantau suhu lingkungan. Pengukuran suhu dilakukan setiap jam untuk memastikan kestabilan proses pengeringan.

2.4 Analisis Efisiensi Pengeringan

2.4.1 Beban uap air

Beban uap air pada pengeringan kencur diartikan sebagai jumlah uap air yang harus dikeluarkan dari bahan kencur selama proses pengeringan berlangsung. Besarnya nilai beban uap air dapat dihitung dengan persamaan:

$$W_{\text{uap}} = M_{\text{awal}} - \frac{(M_{\text{awal}} (1 - KA_1))}{(1 - KA_2)} \quad (1)$$

Dimana W_{uap} adalah beban uap air (g H₂O), KA_1 adalah kadar air awal (%), M_{awal} adalah berat bahan awal (g), dan KA_2 adalah kadar air akhir (%).

2.4.2 Laju Pengeringan

Laju pengeringan ($\dot{M}$) adalah jumlah air yang menguap per satuan waktu, dihitung dengan persamaan:

$$\dot{M} = \frac{W_{\text{uap}}}{t} \quad (2)$$

dimana $\dot{M}$ adalah laju pengeringan (g H₂O/jam), t adalah waktu pengeringan (jam), W_{uap} adalah beban uap air (g H₂O).

Perhitungan laju pengeringan dalam persen (%) per jam

$$\dot{M} \% = (W_{\text{uap}} / M_{\text{awal}} / t) \times 100 \quad (3)$$

dimana $\dot{M}$ % adalah laju pengeringan (%/jam), W_{uap} adalah beban uap air (g H₂O), M_{awal} adalah berat bahan awal (g), dan t adalah waktu pengeringan (jam).

2.4.3 Kadar Air

Perhitungan kadar air (basis basah) dihitung berdasarkan persamaan:

$$M\% = \frac{M_{\text{bb}} - M_{\text{bk}}}{M_{\text{bb}}} \times 100\% \quad (4)$$

dimana M adalah kadar air basis basah (%), M_{bk} adalah massa bahan kering yang sudah tetap (g), dan M_{bb} adalah massa bahan basah (g).

2.5 Pengukuran Karakteristik Fisik Tepung Kencur

2.5.1 Aroma

Untuk uji aroma, siapkan 5gram tepung kencur dan potongan kencur segar dalam wadah kedap udara. Lakukan di ruangan bebas bau agar penciuman akurat. Cium terlebih dahulu aroma kencur segar, lalu tepung kencur, dengan jeda 1–2 menit antar penciuman. Penilaian dilakukan dalam 5 kategori: (1) tidak ada aroma, (2) tidak menyerupai aroma kencur, (3) agak menyerupai aroma kencur, (4) menyerupai aroma kencur, dan (5) sangat menyerupai aroma kencur.

2.5.2 Pengukuran Warna

Sebanyak 30 gram tepung kencur difoto di box pencahayaan, lalu nilai RGB dihitung secara digital. Uji dilakukan pada tiga sampel per perlakuan untuk hasil warna yang konsisten dan akurat.

2.5.3 Kerapatan Tepung

Kerapatan (*density*) adalah massa bahan dibagi volume yang ditempatinya. Untuk mengukurnya, 30 gram tepung kencur dimasukkan ke gelas ukur 100 ml tanpa dipadatkan, lalu volume diamati. Hasil dinyatakan dalam persamaan:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (5)$$

dimana ρ adalah kerapatan (g/cm³), m adalah massa tepung (g), v adalah volume (cm³).

2.5.4 Derajat Kehalusan

Derajat kehalusan tepung kencur diukur dengan mengayak 50 gram sampel menggunakan mesh nomor 20–100 secara bertahap. Pengayakan dilakukan hingga tidak ada tepung yang lolos, guna memastikan kehalusan sesuai standar dan hasil akhir konsisten.

$$R_i = \frac{W_i}{W_{\text{total}}} \times 100\% \quad (6)$$

dimana R_i adalah bahan tertahan (%), W_i adalah berat bahan yang tertahan diayakan ke- n (g), dan W_{total} berat seluruh bahan (g).

$$FM = \frac{(R_1 + R_2 + \dots + R_9)}{100\%} \quad (7)$$

dimana FM adalah *fineness modulus* dan P_n adalah bahan tertahan kumulatif pada setiap ayakan (%).

2.5.5 Sudut Tumpukan

Sudut tumpukan menunjukkan tingkat aliran tepung dalam tumpukan. Sebanyak 20 gram tepung dijatuhkan dari ketinggian 15 cm melalui corong ke bidang datar beralas kertas putih. Hasilnya dinyatakan dalam rumus sudut tumpukan.

$$\delta = \arcsin \left(\frac{2t}{d} \right) \quad (8)$$

dimana δ adalah sudut tumpukan ($^{\circ}$), t adalah tinggi tumpukan (cm), dan d adalah diameter tumpukan (cm).

2.5.6 Daya Serap Air

Daya serap air diukur dengan menimbang 5 gram tepung, membungkusnya dalam kain, dan merendamnya dalam 50 ml air selama 5 menit. Setelah itu, bungkusannya diperas dan beratnya diukur. Daya serap air dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Daya serap air (ml/g)} = b - c - a \quad (9)$$

dimana b adalah berat kain basah + bahan basah (g), c adalah berat bahan kering (g), dan a adalah berat kain basah (g).

2.5.7 Analisis Data

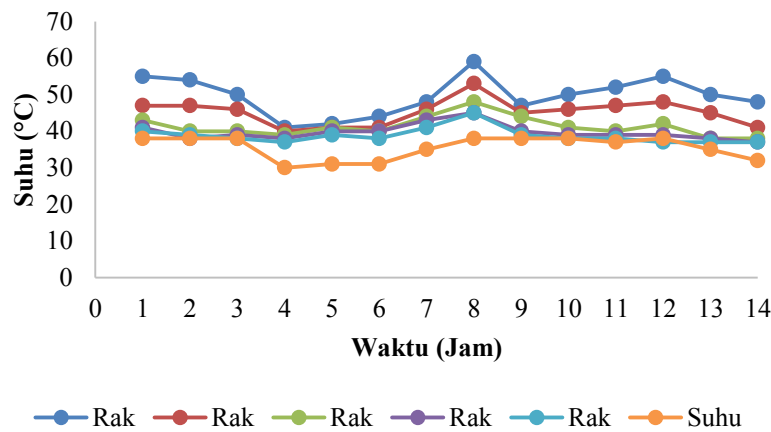
Hasil pengamatan meliputi lama pengeringan, laju pengeringan, perubahan kadar air, suhu, dan sifat fisik tepung kencur (aroma, warna, densitas curah, daya serap air, sudut tumpukan, dan kehalusan) disajikan dalam bentuk Tabel dan Grafik. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan uji BNT 5% dengan Excel.

3. Hasil dan Pembahasan

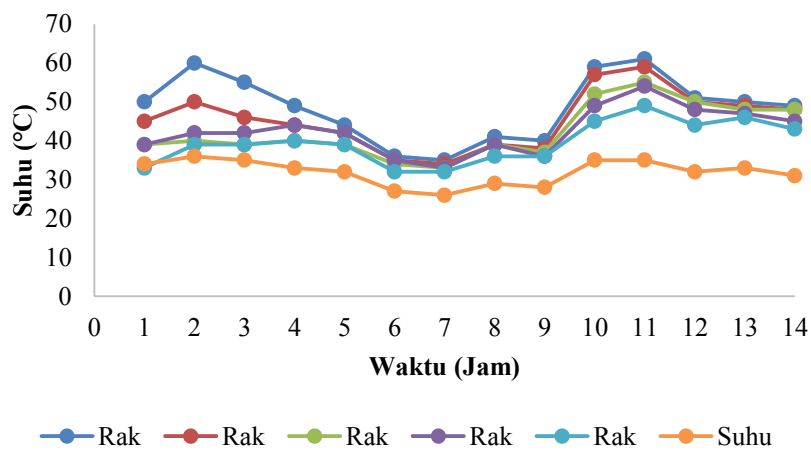
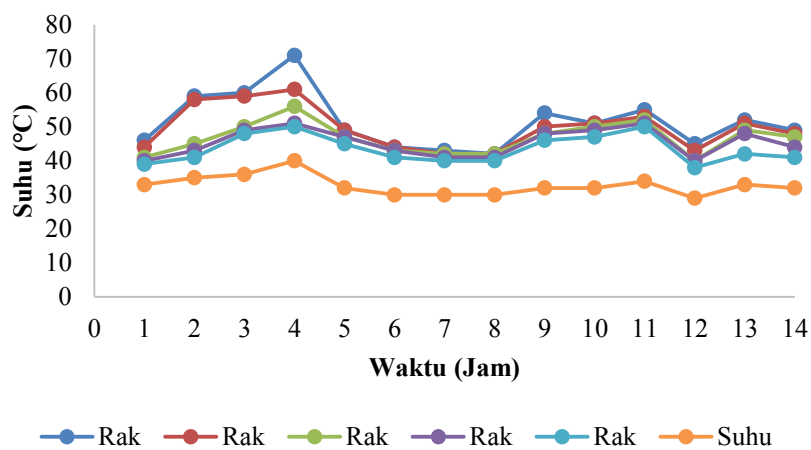
3.1 Suhu pada Pengering Hybrid Tipe Rak

Pengeringan *hybrid* menggunakan dua atau lebih sumber energi untuk menguapkan air (Hatta dkk., 2019). Suhu lingkungan sekitar alat dan kondisi awal kencur diamati sebelum proses pengeringan. Selama pengeringan, suhu ruang dicatat setiap jam untuk mengevaluasi kestabilannya, sementara berat sampel ditimbang setiap dua jam untuk mengukur laju penurunan kadar air. Pemerataan suhu menjadi faktor penting dalam menilai kinerja alat (Rizki dkk., 2020).

Analisis data menunjukkan bahwa suhu di ruang pengering cukup merata pada rak kanan dan kiri, tetapi terdapat perbedaan suhu antara rak atas dan bawah. Rak atas memiliki suhu lebih tinggi karena sinar matahari lebih banyak terserap, sedangkan rak bawah menerima lebih sedikit panas akibat terhalang oleh rak di atasnya (Sari dkk., 2014). Grafik suhu *hybrid* ulangan 1, 2 dan 3 dapat dilihat pada Gambar 1, 2 dan 3.



Gambar 1. Grafik suhu hybrid ulangan 1

Gambar 2. Grafik suhu *hybrid* ulangan 2Gambar 3. Grafik suhu *hybrid* ulangan 3

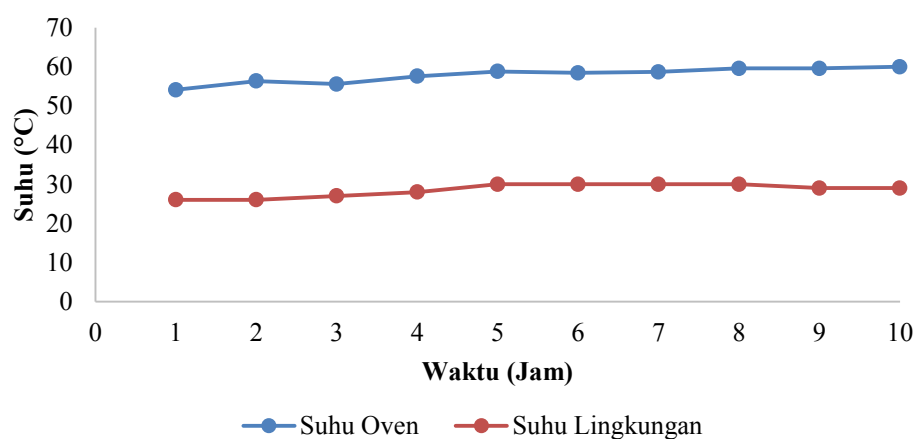
Grafik suhu *hybrid* U1 menunjukkan variasi suhu pada rak (1-5) dan suhu lingkungan (Gambar 1). Suhu rak berkisar 40°C-55°C, lebih tinggi dari suhu lingkungan (30°C-40°C). Lonjakan suhu terjadi sekitar jam ke-8, terutama pada rak 1 yang melebihi 60°C. Suhu dalam ruangan dipengaruhi suhu lingkungan, tetapi tetap lebih tinggi karena sistem *hybrid* mengandalkan panas matahari dan *heater*.

Grafik U2(Gambar 2) menunjukkan pola suhu yang dipengaruhi cuaca, dengan puncak sekitar 60°C pada jam ke-2, lalu menurun pada jam ke-6 hingga 7 akibat hujan. Rak 4 dan 5 tetap panas meski suhu lingkungan turun karena masih menerima panas dari *heater*.

Grafik U3 (Gambar 3) menunjukkan dua puncak suhu tertinggi pada jam ke-4 akibat intensitas matahari maksimum. Suhu lingkungan stabil tetapi menurun setelah jam ke-6 karena sore hari dan hujan, menyebabkan alat *hybrid* kehilangan sumber panas matahari.

3.2 Suhu Pengeringan pada Oven Menggunakan Energi Listrik

Pengeringan dengan oven dilakukan untuk membandingkan efektivitas alat *hybrid*. Setiap ulangan menggunakan 900 g kencur dengan total 2,7 kg, disusun merata dalam satu lapisan. Proses berlangsung 10 jam dengan suhu oven disetel 60°C. Pengukuran suhu menggunakan termometer menunjukkan suhu rata-rata dalam oven 58°C, sedikit lebih rendah dari suhu pengaturan oven (60°C). Grafik rata-rata suhu oven dapat dilihat pada Gambar 4.

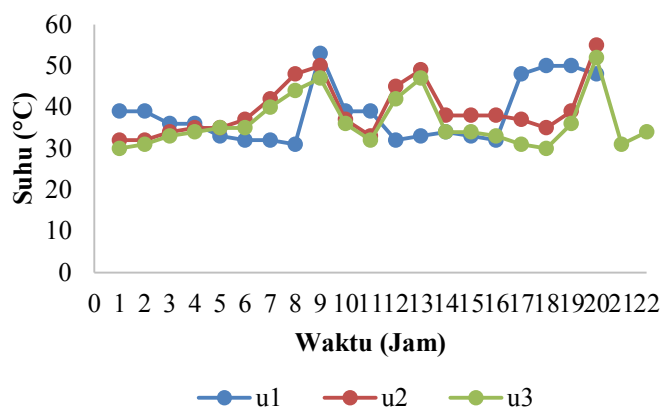


Gambar 4. Rata-rata suhu oven

Gambar 4 menunjukkan perubahan suhu dalam oven dan suhu lingkungan selama 10 jam pengeringan. Suhu oven (garis biru) meningkat bertahap dan stabil di sekitar 60°C setelah jam ke-5, sementara suhu lingkungan (garis oranye) berkisar 25-30°C dan tetap lebih rendah. Oven mampu menjaga suhu stabil tanpa dipengaruhi suhu lingkungan.

3.3 Suhu Pengeringan Konvensional (Penjemuran Matahari)

ulangan menggunakan 700 g irisan kencur (total 2,1 kg) yang disusun merata di tampah. Waktu pengeringan berkisar 22-24 jam hingga kadar air optimal tercapai. Suhu lingkungan di sekitar tampah berpengaruh langsung terhadap proses pengeringan, tanpa kontrol suhu eksternal seperti pada oven atau alat *hybrid*. Grafik menunjukkan bagaimana suhu lingkungan memengaruhi durasi dan efektivitas pengeringan. Garfik suhu tampah di tampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Suhu penjemuran ulangan 1,2 dan 3

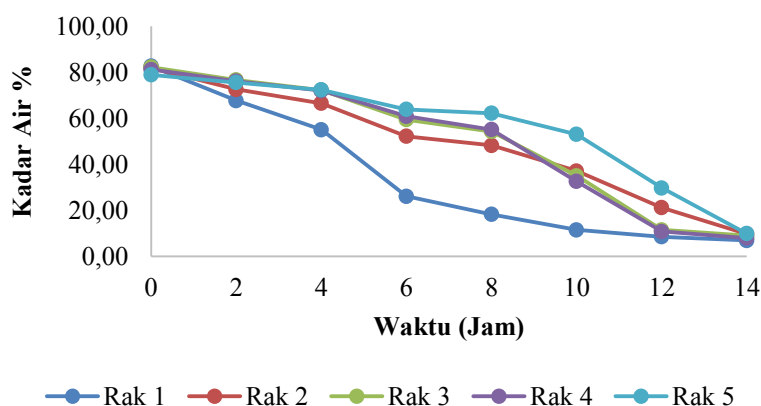
Suhu lingkungan selama pengeringan mengalami *fluktuasi* signifikan, terutama akibat perubahan intensitas sinar matahari (Gambar 5). Pada awalnya, suhu stabil di kisaran 30-40°C, lalu meningkat bertahap. Puncak suhu terjadi sekitar jam ke-9 dan 20, dengan U2 mencapai lebih dari 50°C, sedangkan U1 dan U3 mengalami lonjakan lebih rendah. Ketidakstabilan suhu akibat cuaca dan angin mempengaruhi efektivitas pengeringan, membuat proses lebih lama dibandingkan oven atau alat *hybrid*.

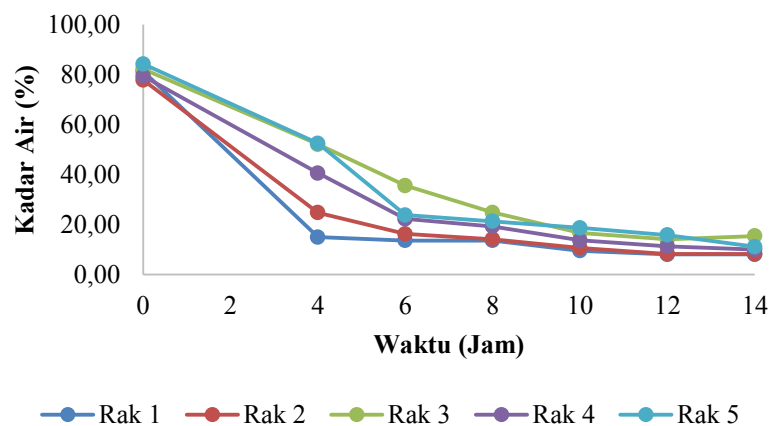
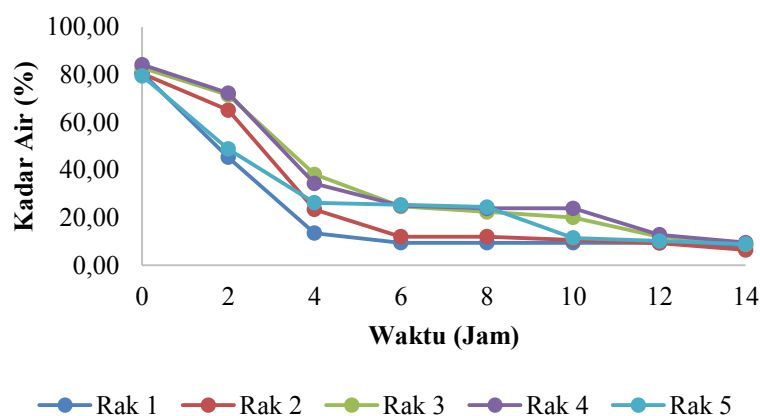
3.4 Kadar Air

Kadar air dalam bahan dihitung menggunakan metode oven dengan sampel 3 g, ditimbang setiap dua jam hingga pengeringan selesai. Pengeringan dihentikan saat kadar air mencapai maksimal 10%, untuk mencapai kadar air maksimal 10% dibutuhkan berat akhir sekitar 0,5–0,7 g dikarenakan kadar air kencur seikatar 70-80%. Setelah ditimbang, sampel akan dianalisis menggunakan metode gravimetri untuk menentukan kadar airnya.

3.4.1 Penurunan Kadar Air pada Alat Pengering Hybrid Tipe Rak

Pengukuran kadar air pada alat *hybrid* dilakukan dalam tiga ulangan dengan sumber energi matahari dan listrik. Grafik kadar air *hybrid* tiap ulangan dapat dilihat pada Gambar 6,7 dan 8.

Gambar 6. Grafik kadar air bahan pada *hybrid* ulangan 1

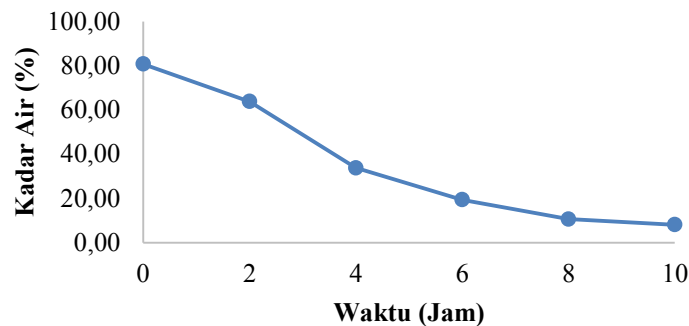
Gambar 7. Grafik kadar air bahan pada *hybrid* ulangan 2Gambar 8. Grafik kadar air bahan pada *hybrid* ulangan 3

Secara umum, kadar air menurun signifikan seiring waktu (Gambar 6,7, dan 8), dengan laju bervariasi tergantung suhu dan sirkulasi udara. Rak 1 mengering lebih cepat, mencapai kadar air 10% sebelum 14 jam, sedangkan rak lainnya lebih lambat. Karena perbedaan ini disebabkan oleh variasi suhu, di mana semakin tinggi suhu ruang pengering, semakin cepat kadar air berkurang, sehingga mempercepat pengeringan (Sari dkk., 2014).

Pada Gambar 7, kadar air turun drastis dalam empat jam pertama, namun pemadaman listrik di jam ke-2 menghambat proses. Setelah listrik kembali, pengeringan berlanjut hingga kadar air mencapai 10% pada jam ke-14, meski rak 3 masih 15% akibat gangguan pemanasan dan distribusi bahan yang tidak merata. Gambar 8 menunjukkan pola serupa, dengan penurunan cepat dalam empat jam pertama, lalu melambat. Rak 1 dan 2 mengering lebih cepat dibanding rak 3, 4, dan 5, yang mengalami perlambatan karena suhu lebih rendah.

3.4.2 Penurunan Kadar Air pada Oven dengan Energi Listrik

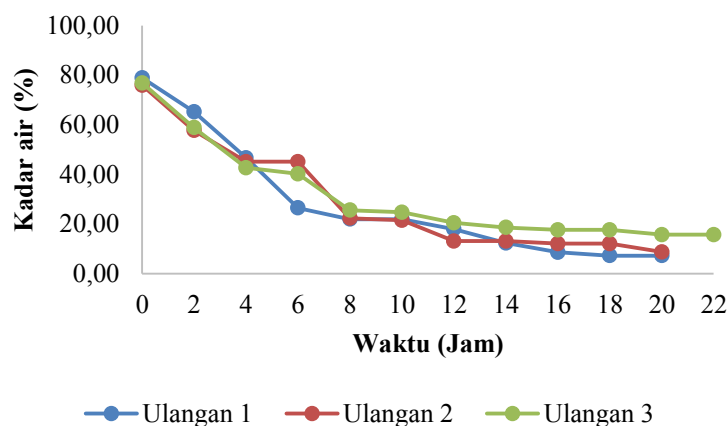
Sebagai pembandingan, pengeringan juga dilakukan menggunakan oven dengan tiga kali ulangan dan sumber energi listrik. Total bahan 2,7 kg, dengan tiap ulangan 900 g kencur yang disusun merata di rak agar panas terdistribusi optimal. Pengeringan dengan oven membutuhkan rata-rata 10 jam untuk mencapai kadar air maksimal 10%. Grafik rata-rata kadar air metode oven dapat dilihat pada Gambar 9. Kadar air awal sekitar 80% menurun seiring waktu. Penurunan cepat terjadi pada 0–4 jam karena penguapan air bebas, kemudian melambat setelah 4 jam karena tersisa air terikat yang membutuhkan energi lebih besar untuk diuapkan.



Gambar 9. Rata-rata kadar air oven ulangan

3.4.3 Penurunan Kadar Air Secara Konvensional dengan Sinar Matahari

Pengeringan kencur secara konvensional menggunakan tampah. Total bahan 2,1 kg dengan tiga ulangan (700g per ulangan). Irisan kencur disusun merata dalam satu lapisan untuk hasil optimal. Waktu pengeringan rata-rata adalah 22 jam (ulangan 1 dan 2) serta 24 jam (ulangan 3). Perbedaan pada ulangan ketiga terjadi karena berat sampel masih 0,83 g pada jam ke-20-22, dan tidak mengalami penurunan lagi, kadar airnya masih 15%, sedangkan kadar air akhir 1-10% tercapai pada berat 0,6-0,7 kg. Grafik kadar air tampah setiap ulangan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Kadar air konvensional ulangan 1,2, dan 3

Ulangan ketiga menghasilkan kadar air cukup tinggi, yaitu 15%, meskipun pengeringan sudah 22 jam. Hal ini karena pada jam ke-20 dan ke-22, berat bahan tetap 0,83, menunjukkan pengeringan telah mencapai titik kesetimbangan. Kadar air kesetimbangan adalah kadar air di mana tekanan uap internal bahan setara dengan tekanan uap lingkungan (Arsyad 2018). Pada kondisi ini, bahan tidak lagi menyerap atau melepaskan uap air, sehingga kadar air tetap stabil meskipun kelembaban atau suhu berubah.

3.5 Lama Pengeringan

Lama pengeringan adalah durasi yang dibutuhkan untuk mengurangi kadar air dalam bahan hingga tingkat yang diinginkan. Faktor yang mempengaruhi meliputi suhu, kelembaban udara, kecepatan aliran udara, kandungan air awal, daya pengering, efisiensi mesin, dan kapasitas pengering (Hatta dkk., 2019). Tabel lama pengeringan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Lama Pengeringan pada masing-masing perlakuan.

Perlakuan	Lama Pengeringan (jam)
<i>Hybrid</i>	14
Oven	10
Konvensional	20-22

Berdasarkan rata-rata lama pengeringan, metode oven tercepat (10 jam) karena suhu tinggi 58°C mempercepat penguapan air. Metode *hybrid* butuh 14 jam, dengan suhu 45°C. Penjemuran rata-rata 20 jam, tapi ulangan ketiga (U3) lebih lama, 22 jam, karena faktor lingkungan, seperti suhu rata-rata U3 (36°C) yang lebih rendah dibanding U1 dan U2.

3.6 Laju Pengeringan

Laju pengeringan adalah jumlah air yang diuapkan per satuan waktu atau perubahan kadar air bahan dalam satu satuan waktu (Rizki dkk., 2020). Hasil laju pengeringan kencur pada setiap metode dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 2. Laju Pengeringan pada masing-masing perlakuan.

Perlakuan	Ulangan	Beban Uap Air (g H ₂ O)	Laju Pengeringan (%/jam)
<i>Hybrid</i>	U1	2.387,13	5,6
	U2	2.361,36	5,6
	U3	2.397,00	5,7
Oven		711,6	7,9
Konvensional	U1	540,61	3,9
	U2	515,2	3,7
	U3	507,62	3,3

Berdasarkan Tabel 2, metode *hybrid* (1300 watt, 3000 g sampel, 14 jam) mampu menguapkan 2.361–2.397 g H₂ O dengan laju 5,6–5,7%/jam, cukup efisien untuk kapasitas besar dengan daya sedang. Metode oven (1900 watt, 900 g, 10 jam) menguapkan 711,6 g H₂ O dengan laju lebih cepat, 7,9%/jam, berkat suhu stabil 58°C, meski konsumsi dayanya lebih tinggi. Metode penjemuran (700 g, 20–22 jam) menguapkan 507–540 g H₂ O dengan laju paling lambat, 3,3–3,9%, bergantung pada panas matahari tanpa listrik.

3.7 Pengukuran Sifat Fisik Tepung Kencur

3.7.1 Uji Aroma

Uji aroma dilakukan untuk menilai intensitas aroma tepung kencur setelah dikeringkan dibandingkan dengan kencur segar. Hasil dari rata-rata uji aroma dapat dilihat pada table 3.

Tabel 3. Rata-Rata Uji Aroma pada masing-masing perlakuan.

No.	Perlakuan	Pada Rak Ke-				
		1	2	3	4	5
1	<i>Hybrid</i>					
	H1	4	4	4	4	4
	H2	4	4	4	4	4
	H3	4	4	4	4	4
2	Oven	4				
3	Konvensional					

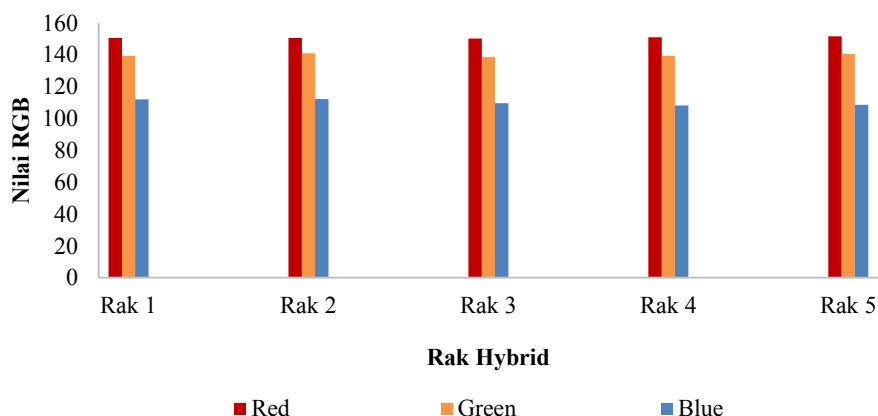
No.	Perlakuan	Pada Rak Ke-				
		1	2	3	4	5
	T1	4				
	T2	4				
	T3	4				

Keterangan: 1. Tidak ada aroma; 2. Tidak menyerupai aroma kencur; 3. Agak menyerupai aroma kencur; 4. Menyerupai aroma kencur; dan 5. Sangat menyerupai aroma kencur

Hasil uji aroma oleh empat panelis menunjukkan rata-rata skor 4 pada semua metode pengeringan (*hybrid*, oven, dan matahari), yang dikategorikan sebagai "kuat tercium." Skor ini menunjukkan bahwa ketiga metode mampu mempertahankan aroma khas kencur dengan baik. Metode *hybrid* terbukti efektif menjaga kualitas aroma selama pengeringan. Pengeringan dengan oven juga tidak menyebabkan perubahan signifikan, menunjukkan stabilitas aroma. Sementara itu, metode sinar matahari menghasilkan skor serupa, membuktikan efektivitasnya dalam mempertahankan keharuman kencur.

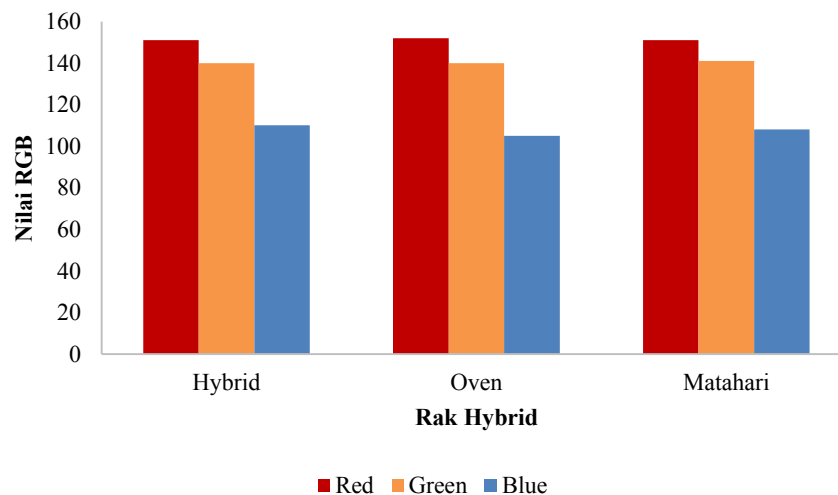
3.7.2 Pengukuran Warna

Warna berperan penting dalam penerimaan konsumen terhadap suatu bahan pangan (Kusumawati, dkk., 2012). Warna tepung kencur diukur dengan meletakkannya di atas kertas HVS putih dalam box foto. Dokumentasi dilakukan menggunakan kamera ponsel pada jarak 45 cm dengan pencahayaan lampu putih 7 watt. Nilai warna dalam format RGB dianalisis menggunakan aplikasi *color picker* dan divisualisasikan dalam bentuk grafik. Grafik hasil RGB dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Rata-rata nilai RGB *hybrid* per-rak

RGB yang dihasilkan mencerminkan karakter alami kencur yang cenderung kuning kecoklatan. Stabilitas nilai R dan G menunjukkan bahwa warna tepung tetap konsisten di berbagai posisi rak dalam alat pengering. Variasi kecil dalam nilai RGB kemungkinan dipengaruhi oleh distribusi panas, kelembaban, atau posisi bahan selama proses pengeringan. Grafik nilai RGB setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 12.

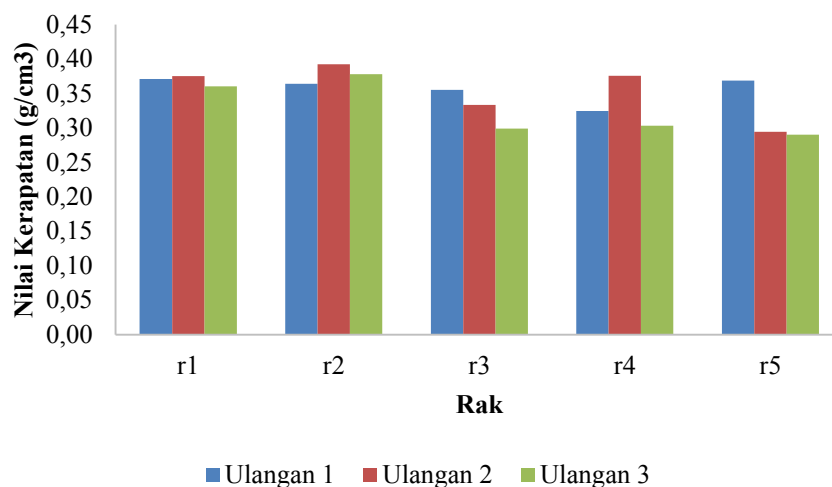


Gambar 12. Rata-rata nilai RGB setiap perlakuan

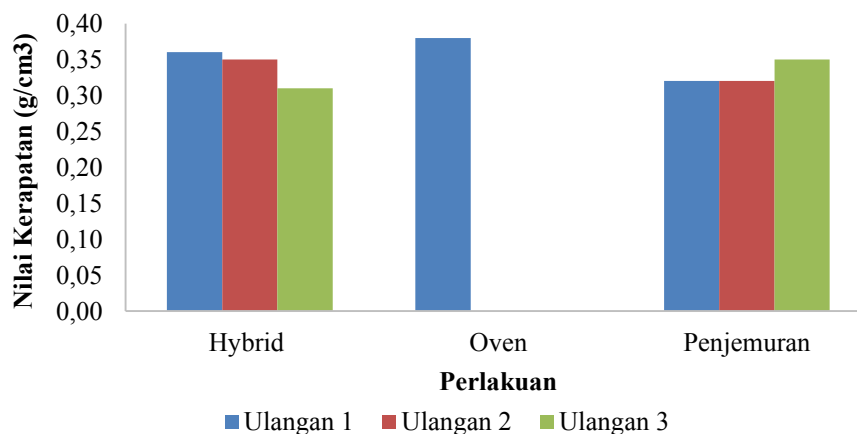
Gambar 12 menunjukkan nilai RGB tepung kencur pada setiap perlakuan dan ulangan. Warna merah yang dominan mengindikasikan kandungan minyak atsiri, yang dipengaruhi oleh senyawa di dalamnya. Meskipun belum ada standar SNI untuk warna tepung kencur (Sari dkk., 2024). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Sulistyarini dan Anisah (2018), disebutkan bahwa tepung rimpang kencur memiliki warna kuning kecoklatan, untuk mendapatkan warna tersebut, warna yang baik seharusnya memiliki nilai merah yang lebih dominan dibandingkan hijau dan biru. Setiap metode pengeringan (*hybrid*, oven, dan matahari) menunjukkan pola serupa, dengan warna merah lebih dominan. Uji ANOVA dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan antar metode pengeringan terhadap warna tepung kencur. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan warna red, green, dan blue tidak signifikan, karena nilai F hitung masing-masing (0,4286; 1,7692; 1,8247) lebih kecil dari F tabel 5% (5,1433). Ini menunjukkan bahwa metode pengeringan tidak berpengaruh nyata terhadap warna tepung kencur.

3.7.3 KerapatanTepungKencur

Nilai kerapatan tepung kencur ditentukan dengan menimbang 20 g sampel, memasukkannya ke gelas ukur, dan mencatat volumenya. Tepung diratakan tanpa tekanan, pengukuran diulang tiga kali. Kerapatan dihitung dari massa per volume. Faktor yang mempengaruhi: ukuran partikel, suhu, dan kadar air (Kusumawati dkk., 2012). Mengetahui kerapatan penting untuk memperkirakan kebutuhan ruang penyimpanan, pengolahan, dan penanganan (Khalil, 2005). Grafik hasil kerapatan tepung per-rak dapat dilihat pada Gambar 13.

Gambar 13. Nilai kerapatan tepung *hybrid* per-rak

Rata-rata kerapatan tepung kencur pada tiap rak *hybrid* bervariasi. Rak tertinggi ada di r2 (0,36–0,39) karena suhu tinggi (46°C) mempercepat penguapan air, membuat bahan menyusut dan padat. Rak terendah di r5 (0,29–0,37) akibat kadar air tinggi (9,93%) yang menambah berat partikel dan memperbesar volume rongga. Semakin rapat antarpartikel, ruang kosong makin kecil, sehingga *density* makin tinggi (Kusumawati dkk., 2012). Grafik Hasil kerapatan kerapatan tepung dapat dilihat pada Gambar 14.

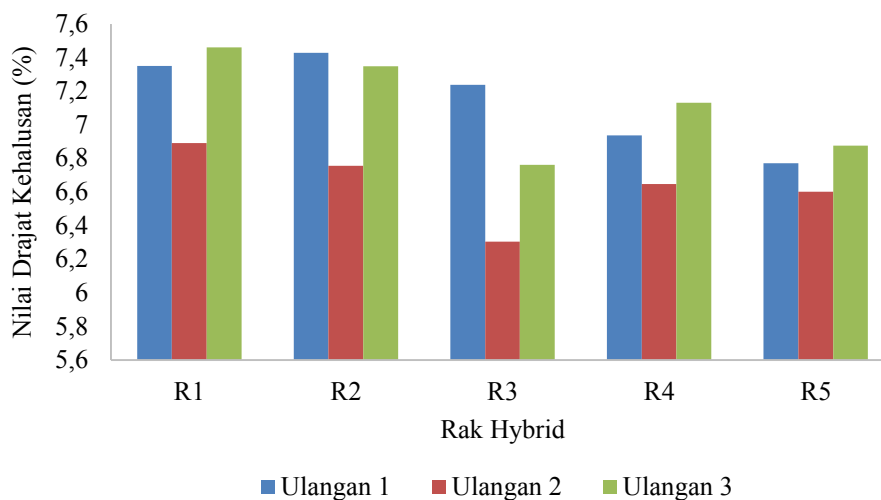


Gambar 14. Nilai kerapatan tepung setiap perlakuan

Hybrid rata-rata 0,34, oven 0,38, dan penjemuran 0,33. Suhu tinggi mempercepat penguapan air, membuat bahan menyusut dan lebih padat, sehingga kerapatan naik. Pada ulangan ke-3 penjemuran, kerapatan tinggi (0,35) muncul karena kadar air tinggi (15,66%) membuat partikel lebih berat dan rongga membesar (Kusumawati dkk., 2012). Menurut Wirakartakusumah dkk. (1992), kerapatan bubuk umumnya 0,3–0,8 g/cm³, jadi hasil ini sesuai. Uji ANOVA dilakukan untuk melihat perbedaan signifikan antar metode pengeringan terhadap kerapatan tepung kencur. Hasil ANOVA menunjukkan perbedaan kerapatan antar perlakuan tidak nyata ($F_{hitung} 4,7941 < F_{tabel} 5\% 5,1433$), sehingga perlakuan tidak memengaruhi kerapatan signifikan pada tepung kencur.

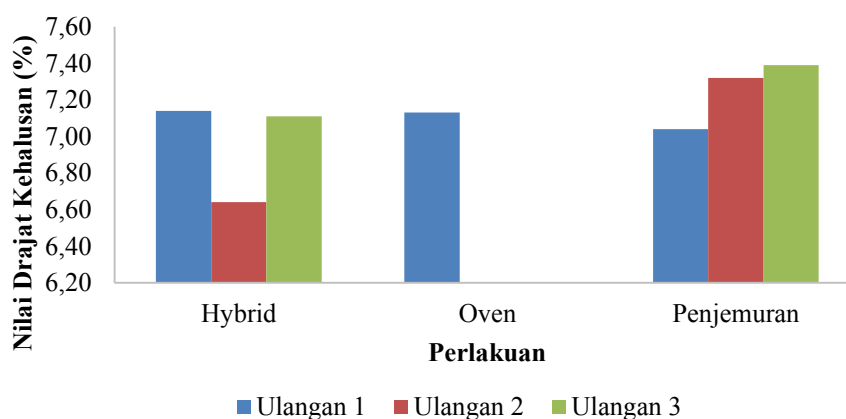
3.7.4 Derajat Kehalusan

Fineness modulus (FM) menunjukkan keseragaman gilingan *dan* sebaran fraksi halus-kasar (Fitriansyah dkk., 2022). FM dipengaruhi suhu, kadar air, jenis bahan, metode, lama, dan kecepatan penggilingan. Kehalusan diukur dengan mesh no. 20–100; makin besar nomor mesh, makin halus partikel. Penentuan FM dilakukan tiga kali per perlakuan dengan mengayak 50 g tepung melalui saringan bertingkat, digoyang 100 kali kanan-kiri. Tepung tertahan di tiap saringan ditimbang untuk mengetahui distribusi, lalu dianalisis dengan Excel. Hasilnya disajikan dalam grafik pada Gambar 15.



Gambar 15. Nilai derajat kehalusan *hybrid* per-rak

Rak 1 tertinggi (7,23), diikuti rak 2 (7,18), karena suhu tinggi (50°C, 45°C) membuat bahan keras dan sulit hancur. Rak 3 terendah (6,76), terutama karena u2 dengan kadar air tinggi (15,39%) yang membuat bahan lebih lunak *dan* partikel lebih halus. Rak 4 dan 5 (6,91 *dan* 6,75) memiliki suhu lebih rendah, sehingga bahan lebih mudah digiling. Nilai terbaik ada di R5 (6,75%), karena semakin kecil FM, semakin halus tepung (Henderson dan Perry, 1976). Berdasarkan Gambar 17, rata-rata FM keseluruhan 7,14%, menunjukkan sebagian besar partikel tertahan di ayakan mesh 40–50, menandakan ukuran partikel kasar. Grafik hasil pengujian derajat kehalusan setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 16.



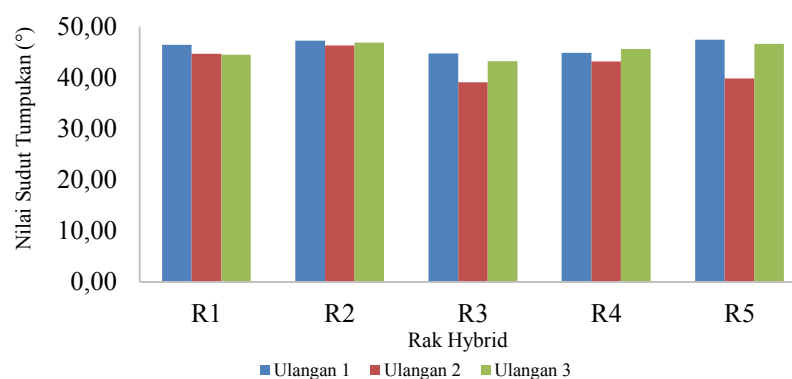
Gambar 16. Nilai derajat kehalusan setiap perlakuan

Berdasarkan Grafik (Gambar 16), metode pengeringan memberi hasil berbeda. *Hybrid*

menghasilkan FM terendah (6,93%), lebih baik dari oven (7,13%) dan penjemuran (7,25%). Keunggulan *hybrid* diduga karena panas buatan dan alami yang terkendali, menjaga tekstur ideal. Oven membuat bahan terlalu kering dan keras, sedangkan penjemuran lama (20–22 jam) juga mengerasakan bahan. Gambar 18 menunjukkan FM *hybrid* 6,93%, artinya sebagian besar partikel tertahan di ayakan mesh 40–50 (ukuran *sedang*), sementara oven dan penjemuran cenderung kasar. Uji Hasil ANOVA (Tabel 8) menunjukkan f hitung (1,1982) < f tabel 5% (5,1432), sehingga disimpulkan metode pengeringan (matahari, *hybrid*, oven) tidak memberikan perbedaan signifikan pada derajat kehalusan. Secara keseluruhan, perbedaan metode tak terlalu memengaruhi kehalusan karena penggilingan tetap memakai alat, waktu (3 menit), dan saringan yang sama.

3.7.5 Pengukuran Sudut Tumpukan

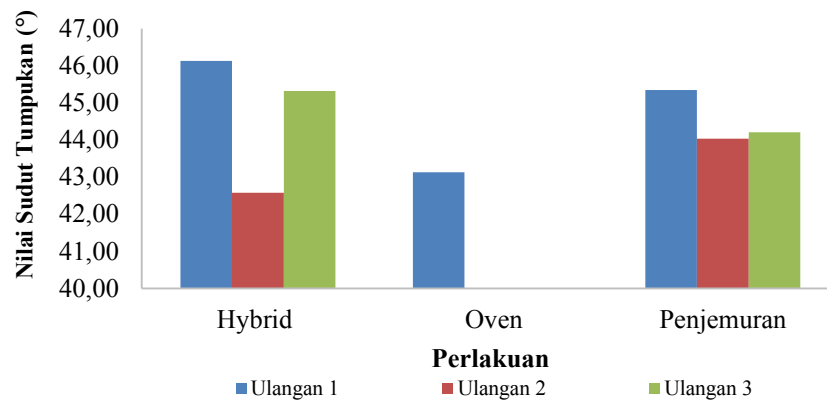
Sudut tumpukan diukur dengan menjatuhkan 5 g tepung dari ketinggian 30 cm ke kertas HVS memakai corong kecil, lalu diukur tinggi dan diameter rata-ratanya. Setiap perlakuan diulang tiga kali, hasil dihitung dengan rumus sudut tumpukan. Nilai sudut besar menunjukkan kohesi atau gesekan tinggi, dipengaruhi ukuran, bentuk, kadar air, berat jenis, dan kerapatan partikel (Retnani dkk., 2009). Semakin besar sudut, semakin curam tumpukannya. Pengukuran ini penting untuk mengetahui laju aliran bahan dalam penanganan dan pengemasan (Akbar dkk., 2017). lalu hasilnya dihitung dengan rumus sudut tumpukan dan disajikan dalam grafik (Gambar 17).



Gambar 17. Nilai sudut tumpukan *hybrid* per-rak

Grafik sudut tumpukan menunjukkan rata-rata nilai sebagai berikut: rak 1 (45,18), rak 2 (46,78), rak 3 (42,34), rak 4 (44,52), dan rak 5 (44,63). Variasi ini kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan kadar air dalam sampel, yang memengaruhi aliran tepung saat dituangkan. Selain itu, distribusi panas yang tidak merata pada setiap rak juga dapat menyebabkan perbedaan sudut tumpukan. Grafik hasil pengukuran ssetiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 18.

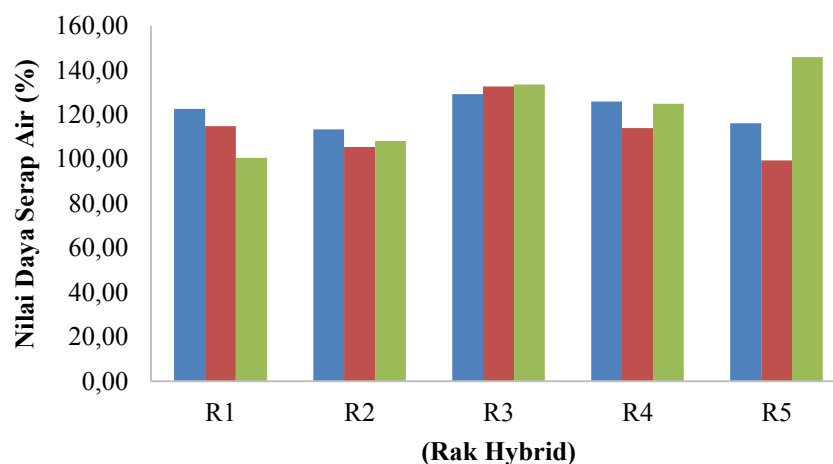
Berdasarkan Gambar 18, *hybrid*, oven, dan matahari menunjukkan perbedaan sudut tumpukan pada U1, U2, U3. *Hybrid* tertinggi di U1 (46,13°), diikuti U3 (45,34°), dan terendah U2 (42,58°), karena derajat kehalusan U2 lebih rendah; makin kecil partikel, makin tinggi sudut (Retnani dkk., 2009). Oven rata-rata 43,13° karena kadar air rendah (8,16%), membuat tepung lebih kering dan mudah mengalir, sehingga sudut lebih kecil. Matahari: U1 (45,01°), U2 (44,03°), U3 (44,21°). Rata-rata: *hybrid* 44,67°, oven 43,13°, tampah 44,52°. Semakin kecil sudut tumpukan, semakin baik indeks alir tepung (Afrilia dkk., 2023). Bahan sangat mudah mengalir umumnya 20–30°, tetapi partikel halus cenderung di atas 40° (Purnamasari dkk., 2014), jadi semua perlakuan menghasilkan partikel halus. Hasil ANOVA (f hitung 1,1982 < f tabel 5% 5,1432) menunjukkan perbedaan metode pengeringan (matahari, *hybrid*, oven) tidak berpengaruh signifikan pada derajat kehalusan tepung kencur, karena semua digiling dengan blender, waktu 3 menit, dan saringan sama.



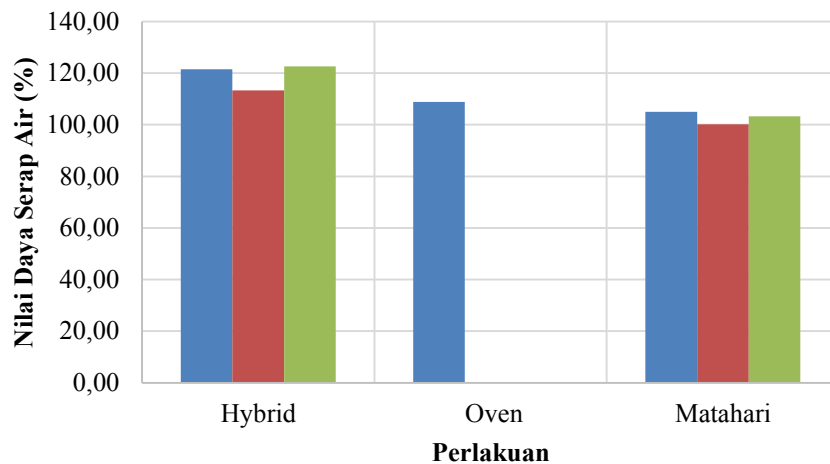
Gambar 18. Nilai sudut tumpukan setiap perlakuan

3.5.6 Pengukuran Daya Serap Air

Sebanyak 5 gram tepung kencur direndam dalam air menggunakan kain tipis selama 30 menit, lalu ditiriskan selama 5 menit sebelum ditimbang kembali. Pengukuran dilakukan tiga kali ulangan *dan* dihitung menggunakan rumus yang sesuai. Grafik daya serap air pada metode *hybrid* tiap rak dapat dilihat pada Gambar 19.

Gambar 19. Nilai daya serapa air *hybrid* per-rak

Gambar 19 menunjukkan daya serap air (%) bahan setelah pengeringan di lima posisi rak (R1–R5) dengan tiga perlakuan. Rak R3 memiliki daya serap tertinggi, sekitar 129–133%, menunjukkan struktur bahan yang paling poros dan mampu menyerap air lebih dari 1,5 kali berat keringnya (5 g). R5 juga cukup tinggi untuk perlakuan abu-abu (145,92%) karena suhu rendah menjaga porositas bahan. Sebaliknya, rak R1 dengan perlakuan abu-abu menunjukkan daya serap terendah (100,60%) akibat pengeringan intens atau suhu tinggi yang menutup pori-pori.



Gambar 20. Nilai daya serap air setiap perlakuan

Berdasarkan Nilai daya serap air (%) dari tiga metode pengeringan *hybrid*, oven, dan matahari menunjukkan metode *hybrid* tertinggi (121,49–122,64%), karena kadar air rendah (9,16%) tanpa merusak pori bahan. Oven lebih rendah (108,88%) akibat suhu tinggi yang membuat bahan padat. Matahari terendah (100,17–105,03%) karena pengeringan lama dan tidak terkontrol yang membuat bahan kaku. Metode *hybrid* dinilai paling efektif menjaga kemampuan serap air. Menurut Kusumaningrum dan Winiawati (2007), daya serap air memengaruhi sifat adonan, penampakan, dan tekstur, meski belum ada standar SNI khusus untuk tepung. Berdasarkan analisis ANOVA ($f_{hitung} 0,0722 < f_{tabel} 5\% 5,1433$), perbedaan daya serap air antar metode pengeringan tidak signifikan secara statistik, sehingga tak ada metode yang terbukti unggul secara nyata.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini yaitu perbedaan suhu pengeringan berpengaruh terhadap lama waktu pengeringan kencur. Oven pada suhu 58°C menghasilkan waktu tercepat (10 jam), disusul *hybrid* 45°C (14 jam), dan penjemuran 38°C sebagai yang terlama (20–22 jam). Penjemuran memang tidak memerlukan energi listrik, namun sangat bergantung pada cuaca dan kurang efisien dalam waktu. *Hybrid* lebih unggul secara efisiensi dibanding oven karena konsumsi listriknya lebih rendah yaitu 1300 watt dan oven 1900 watt, kapasitas pengeringannya lebih besar. Meski terdapat perbedaan suhu dan waktu, karakteristik fisik tepung kencur dari ketiga metode tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

4.2 Saran

Adapun saran yang ditujukan untuk penelitian lanjut yaitu sebelum memulai penelitian utama, penting untuk melakukan penelitian pendahuluan guna memastikan metode yang digunakan sudah sesuai. Bahan yang akan dikeringkan sebaiknya diiris setipis mungkin agar proses pengeringan lebih cepat dan efisien. Setelah kering, bahan perlu segera dihaluskan untuk mencegah penyerapan kembali air dari udara. Tepung yang telah dihasilkan sebaiknya langsung diuji karakteristiknya agar hasil pengamatan lebih akurat.

Daftar Pustaka

- Afrilia, Y., Tamrin, Amien. E. R., dan Kuncuro, S. (2023). Pengaruh Arah Irisan dan Tingkat Ketebalan Irisan Jahe terhadap Tingkat Kehalusan Tepung Jahe. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering* 2(4), 526.

- Anggraini, M., dan Saputri, G. A. R. (2021). Perbandingan Kadar Air Dan Kadar Minyak Atsiri Pada Rimpang Kencur (*Kaempferia Galangal L.*) Dengan Perbedaan Perlakuan Pengeringan. *Jurnal Analis Farmasi* 6(2).
- Arsyad, M. (2018). Pengaruh Pengeringan Terhadap Laju Penurunan Kadar Air Dan Berat Jagung (*Zea Mays L.*) Untuk Varietas Bisi 2 Dan Nk22. *Jurnal Agropolitan*, 5 (1), 47.
- Anggraini, M., dan Saputri, G. A. R. (2021). Perbandingan Kadar Air Dan Kadar Minyak Atsiri Pada Rimpang Kencur (*Kaempferia Galangal L.*) Dengan Perbedaan Perlakuan Pengeringan. *Jurnal Analis Farmasi* 6(2).
- Fitriansyah, A. Waluyo, S. Sugianti, C. Tamrin. (2022). Pengaruh Suhu dan Waktu Pemplansiran terhadap Karakteristik Tepung Sukun. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 1(3).
- Hanafi, R., Siregar, K., Dan Nurba, D. (2017). Modifikasi Dan Uji Kinerja Alat Pengering Energi Surya-Hybrid Tipe Rak Untuk Pengeringan Ikan Teri. *Jurnal Rona Teknik Pertanian*, 10(1).
- Hatta, M., Syuhada, A., Fuadi, Z. (2019). Sistim Pengeringan Ikan Dengan Metode Hybrid. *Jurnal Polimesin*, 17(1).
- Henderson, S.M. dan R.L. Perry. (1976). *Agricultural Process Operations 3th Ed. John Wiley and Sons. New York. 251.*
- Indriyani, F., Nurhidajah. dan Agus Suyanto, A. (2018). Physical, Chemical and Organoleptic Characteristics Of Brown Rice Flour Based on the Variation of Drying Time. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 4(8).
- Khalil. (2005). Pengaruh Penggilingan dan Pembakaran terhadap Kandungan Mineral dan Sifat Fisik Kulit Pensi (*Corbiculla Sp*) untuk Pakan. *Jurnal Media Peternakan*. 29 (2), 70-75.
- Kusumawati, D.D., Amanto, B. S., dan Muhammad, D. R. A. (2012). Pengaruh Perlakuan Pendahuluan Dan Suhu Pengeringan Terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Sensori Tepung Biji Nangka (*Artocarpus Heterophyllus*). *Jurnal Teknosains Pangan*, 1(1).
- Purnamasari, D., Syamsu, J. A., dan Wahyuni, H. (2014). *Pengaruh Penggilingan dan Pembakaran terhadap Kandungan Nutrisi dan Sifat Fisik Tepung Tulang Ikan Patin (Pangasius hypophthalmus)*. *Jurnal Media Peternakan*.
- Retnani, Y., Wigati, D., dan Hasjym, A. D. (2009). Pengaruh jenis Kemasan Serangan Serangga dan Sifat Fisik Ransum Broiler Starter Berbentuk Crumble. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peterenakan XII* (3), 143.
- Rizki, F., Syafrandi, dan Siregar, K. (2020). Modifikasi Model Rak Alat Pengering Tipe Hybrid Pada Pengeringan Ikan Keumamah. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 5(1).
- Sari, F. K., Tamrin, Warji, dan Kuncoro, S. (2024). Mempelajari Proses Pengeringan Kunyit (*Curcuma Domestica Val*) dan Sifat Fisik Tepung Yang Dihasilkan. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 3(1).
- Sari, I. N., Warji, dan Novita, D. D. (2014). Uji Kinerja Alat Pengering Hybrid Tipe Rak Pada Pengeringan Chip Pisang Kepok. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 3(1).
- Sulistyarini, I. dan Anisah. (2018). *Pengaruh Proporsi Tepung Rimpang Kencur (Kaempferia galanga L.) dan Tepung Beras terhadap Sifat Fisik Kosmetik Bedak Dingin*. *Jurnal Tata Rias, Universitas Negeri Surabaya*.
- Susilo, B. dan Okaryanti, R.W. (2012). Studi Sebaran Suhu Dan RH Mesin Pengering Hibrid Chip Mocaf. *Jurnal Teknologi Pertanian* 13(2): 88-96.