



Rancang bangun dan uji kinerja *Portable Solar Dryer Dome* untuk pengeringan bahan baku terasi

Design, construction, and performance test of Portable Solar Dryer Dome for shrimp paste raw material drying

Melidawati¹, Wahyu Kamilatul Fauziah^{1*}, Husniati Marni¹

¹Mekanisasi Pertanian/Teknologi Pertanian/Politeknik Negeri Lampung, Indonesia

*Corresponding author: wahyukamilatulfauziah@polinela.ac.id

Received: 05th June, 2026 | accepted: 16th July, 2026

ABSTRAK

Pengeringan bahan baku terasi secara tradisional rentan terhadap ketergantungan cuaca, kontaminasi debu dan serangga, serta inkonsistensi kualitas produk. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun sebuah *Portable Solar Dryer Dome* dan mengevaluasi kinerjanya untuk pengeringan udang rebon (*Acetes japonicus*) sebagai bahan baku terasi. Alat dirancang berbentuk kubah dengan dimensi panjang 400 cm, lebar 200 cm, dan tinggi dinding 50 cm menggunakan rangka besi galvanis 2×2 cm yang dilapisi plastik UV ketebalan 250 mikron, dilengkapi *Solar Powered Fan Cooler* 5000 RPM bertenaga baterai. Pengujian kinerja difokuskan pada karakterisasi mikroklimat internal dome melalui pendekatan tanpa beban produk (no-load testing), tanpa melibatkan pengukuran penurunan kadar air bahan secara in-situ, meliputi pengukuran suhu bola kering (DBT), suhu bola basah (WBT), dan intensitas cahaya di dalam serta di luar dome pada delapan waktu pengamatan dengan tiga ulangan. Rerata DBT di dalam dome berkisar 27,7–33,3°C, lebih tinggi 5–7°C dibandingkan suhu luar (24,0–25,7°C). Depresi bola basah sebesar 5–8°C di dalam dome mengindikasikan kelembapan relatif (RH) yang lebih rendah di dalam dome (57,7–73,6%) dibandingkan di luar dome (86,6–91,9%), serta kapasitas pengeringan yang lebih tinggi. Intensitas cahaya di dalam dome mencapai 134–370 Lux dengan rasio transmisi plastik UV rata-rata 60–97%. Temuan ini mengonfirmasi efektivitas efek rumah kaca yang dihasilkan kubah plastik UV dalam menciptakan mikroklimat pengeringan yang optimal, higienis, dan mandiri energi untuk produksi bahan baku terasi skala usaha kecil.

Kata kunci: *dome dryer*; energi surya; kelembapan relatif; terasi; udang rebon

ABSTRACT

*Traditional drying of shrimp paste raw materials is constrained by weather dependency, contamination risks from dust and insects, and inconsistent product quality. This study was designed, constructed, and evaluated the performance of a Portable Solar Dryer Dome for drying silver shrimp (*Acetes japonicus*) as the primary raw material for Indonesian fermented shrimp paste (terasi). The device features a dome-shaped galvanized iron frame (2×2 cm) covered with UV-resistant plastic (250 microns) and equipped with a battery-powered Solar Powered Fan Cooler (5000 RPM). Performance testing was focused on characterizing the dome's internal microclimate through a no-load approach, without measuring in-situ moisture content reduction, and measured Dry Bulb Temperature (DBT), Wet Bulb Temperature (WBT), and light intensity inside and outside the dome at eight observation times, with three replications. Average DBT inside the dome ranged from 27.7 to 33.3°C, exceeding ambient temperature by 5–7°C (24.0–25.7°C). Relative humidity (RH) inside the dome ranged from 57.7–73.6%, markedly lower than outside the dome (86.6–91.9%), supported by a wet bulb depression of 5–8°C indicating enhanced drying potential. Light intensity inside the dome ranged from 134–370 Lux, compared to 215–385 Lux outside, with a UV plastic transmission ratio averaging 60–97%. These results confirm the greenhouse effect generated by the UV plastic cover in creating an optimal, hygienic, and energy-independent drying microclimate for small-scale shrimp paste production.*

Keywords: dome dryer; moisture content; relative humidity; shrimp paste; solar energy.

PENDAHULUAN

Terasi merupakan produk pangan fermentasi tradisional Indonesia yang khas, dihasilkan dari fermentasi udang atau ikan kecil sehingga menghasilkan cita rasa dan aroma yang kuat (Helmi et al., 2022). Kualitas terasi dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk kadar air, tekstur, dan profil volatile compounds yang terbentuk selama fermentasi, serta sangat bergantung pada konsistensi dan efisiensi proses pengeringan (Lu et al., 2022; Wahdayani et al., 2021). Bahan baku utamanya adalah udang rebon (*Acetes japonicus*), yang menjalani setidaknya sepuluh tahapan pengolahan, tiga di antaranya melibatkan proses pengeringan yang menentukan karakteristik akhir produk (Sajriawati, 2022).

Metode pengeringan konvensional yang umum diterapkan oleh produsen terasi skala rumah tangga adalah penjemuran terbuka (*open sun drying/OSD*), yakni menghamparkan bahan baku langsung di permukaan terbuka di bawah sinar matahari. Meskipun tanpa biaya energi tambahan, metode ini memiliki empat kelemahan mendasar: ketergantungan tinggi terhadap kondisi cuaca, risiko kontaminasi oleh debu dan serangga, inkonsistensi kualitas akibat fluktuasi intensitas radiasi, serta kebutuhan tenaga ekstra untuk memindahkan bahan saat hujan mendadak (Santoso et al., 2023). Kondisi ini mendorong kebutuhan akan solusi teknologi pengeringan yang lebih andal, higienis, dan terjangkau untuk segmen usaha kecil.

Inovasi teknologi pengeringan berbasis energi surya telah berkembang pesat dalam riset global (Jambhulkar, 2017) pada dua dekade terakhir untuk mengembangkan metode dalam mencegah kerugian kualitas yang tidak diinginkan (Visavale, 2012). Salah satu rancangan yang menjanjikan adalah *Solar Dryer Dome*, yakni pengering yang memanfaatkan efek rumah kaca melalui penutup transparan berbentuk kubah untuk meningkatkan suhu internal sekaligus melindungi produk dari pengaruh lingkungan luar (Daliran et al., 2025). Teknologi ini telah dikembangkan dan diuji pada berbagai produk pertanian dengan hasil yang menjanjikan, termasuk sistem pemantauan berbasis *Internet of Things* yang terintegrasi untuk optimalisasi proses pengeringan (Amuddin et al., 2025). Geometri kubah atau parabola terbukti memaksimalkan penerimaan radiasi matahari dari berbagai sudut datang sepanjang hari, sehingga lebih efisien dibandingkan pengering berpenutup datar (Santoso et al., 2023). Kajian terbaru oleh Daliran et al. (2025) terhadap *Quonset Solar Greenhouse Dryer* yang strukturnya analogis dengan *dome dryer* melaporkan suhu internal 11,65°C lebih tinggi dari suhu lingkungan disertai penurunan kelembapan relatif sebesar 12%, sehingga mampu mereduksi waktu pengeringan 32–67% dibandingkan metode tradisional, dengan potensi signifikan dalam meningkatkan resiliensi terhadap perubahan iklim.

Keberhasilan proses penggilingan terasi sangat ditentukan oleh tercapainya kadar air bahan baku yang optimal. Bahan baku yang terlalu lembap

mengakibatkan tekstur lengket yang menghambat proses penggilingan, sedangkan bahan yang terlalu kering menghasilkan produk akhir yang kurang homogen dan mudah hancur (Wahdayani et al., 2021). Oleh karena itu, alat pengering yang digunakan harus mampu mencapai kondisi termal dan kelembapan yang konsisten dan terkendali. Sejumlah penelitian telah melaporkan rancang bangun pengering surya untuk produk perikanan dengan performa yang beragam (Cisni et al., 2024; Murali et al., 2023), namun rancangan yang spesifik untuk pengeringan udang rebon dengan desain portabel, berbiaya rendah, dan mandiri energi masih terbatas dikembangkan.

Penelitian ini bertujuan merancang bangun *Portable Solar Dryer Dome* yang ekonomis dan mudah dioperasikan untuk pengeringan udang rebon, serta mengevaluasi kinerjanya berdasarkan parameter suhu bola kering (DBT), suhu bola basah (WBT), dan intensitas transmisi cahaya. Ruang lingkup penelitian pada tahap awal ini dibatasi pada karakterisasi fungsional mikroklimat internal dan performa termal unit pengering tanpa beban produk. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan landasan teknis untuk pengembangan dan adopsi teknologi pengeringan surya portabel oleh pelaku usaha terasi tradisional di Indonesia.

METODOLOGI/METHODOLOGY

1. Waktu dan tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni–Juli 2024 di Laboratorium Logam

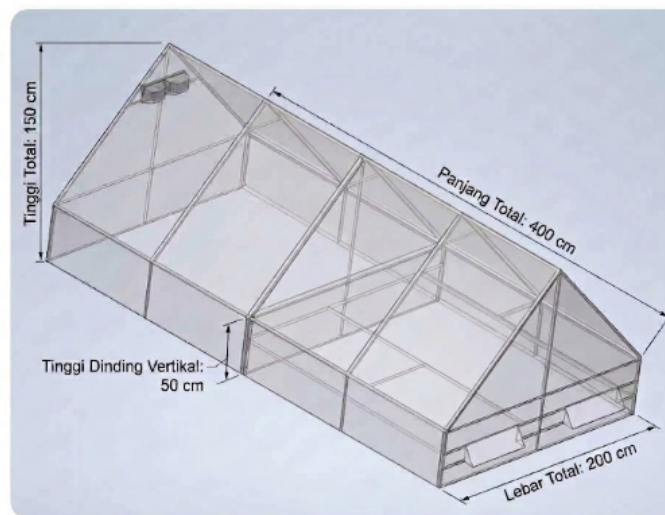
dan Otomotif serta Laboratorium Teknik Pasca Panen, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung. Metode yang digunakan adalah metode rekayasa (*engineering design*) yang mencakup tahapan perancangan konseptual, fabrikasi purwarupa, dan pengujian kinerja.

2. Alat dan bahan

Bahan konstruksi yang digunakan meliputi plastik UV lebar 4 m (250 mikron), besi galvanis 2×2 cm, mur dan baut, kawat stainless steel anti-karat, reng kayu 3×4 cm, lem Fox, paku rivet 4×11 mm, serta *Solar Powered Fan Cooler* berkapasitas 5000 RPM. Bahan uji yang digunakan adalah udang rebon segar yang diperoleh dari mitra produksi terasi di Pekon Suka Banjar, Kota Agung, Tanggamus, Lampung. Instrumen pengukuran yang digunakan dalam pengujian meliputi Luxmeter (intensitas cahaya), termometer bimetal 80 mm (DBT), sling hygrometer (WBT), oven, cawan petri, dan timbangan analitik. Perancangan CAD dilakukan menggunakan perangkat lunak SolidWorks.

3. Proses rancang bangun

Proses rancang bangun *Portable Solar Dryer Dome* mengikuti pendekatan *function-oriented design* (Li et al., 2022) yang terbagi dalam enam tahapan sistematis yang saling melengkapi: (a) identifikasi kebutuhan, difokuskan pada pencapaian kondisi pengeringan yang konsisten, terlindungi dari faktor lingkungan, dan bersifat portabel; (b) penetapan kriteria desain, mencakup penentuan kapasitas volumetrik ruang sebesar 8,0 m³ dan luas lantai efektif sebesar 8,0 m²; (c) analisis teknis berdasarkan elemen solusi yang *function-oriented* (Jagla et al., 2023), mencakup seleksi material berdasarkan perbandingan kekuatan-bobot, selubung plastik UV seluas ±19,3 m², analisis batas kehilangan panas (*heat loss*) fungsional, serta penentuan spesifikasi kipas pendingin yang sesuai; (d) perancangan CAD melalui pembuatan model 2D dan 3D di SolidWorks; (e) fabrikasi purwarupa, serta (f) pengujian kinerja untuk evaluasi parameter operasional alat. Desain alat dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Desain *Portable Solar Dryer Dome*

Pengujian kinerja alat pada penelitian ini difokuskan pada evaluasi stabilitas iklim mikro internal dome tanpa melibatkan pengukuran penurunan kadar air bahan secara in-situ. Metode evaluasi kinerja termal dan pemetaan iklim mikro menggunakan ruang kosong (*no-load testing*) ini mengacu pada tahapan karakterisasi awal alat yang dilakukan oleh (Kumar et al., 2024). Tiga parameter utama diukur dalam pengujian kinerja. Pertama dan kedua, suhu bola kering (DBT) dan suhu bola basah (WBT) diukur secara bersamaan menggunakan alat *sling hygrometer*. Pengukuran dilakukan secara manual oleh operator dengan memutar alat sebanyak 50 kali putaran tepat di titik tengah ruang internal dome, di atas permukaan alas tempat bahan dikeringkan. Selisih DBT–WBT yang terbaca kemudian digunakan untuk menentukan kelembapan relatif (RH) udara di dalam dome dengan bantuan *psychrometric chart* (grafik psikrometrik) standar pada tekanan

atmosfer 1013 hPa (diasumsikan standar karena data barometrik lokal tidak tersedia): nilai DBT diplot pada sumbu horizontal dan WBT pada garis diagonal bola basah, titik perpotongan keduanya menunjukkan kondisi udara, kemudian nilai RH dibaca pada garis kelengkungan (kurva RH) terdekat yang melalui titik tersebut, mengacu pada WMO Guide to Instruments and Methods of Observation. Ketiga, intensitas cahaya diukur menggunakan Luxmeter secara bersamaan di dalam dan di luar dome untuk mengevaluasi efisiensi transmisi cahaya matahari melalui penutup plastik UV, dengan rasio transmisi dihitung sebagai persentase perbandingan intensitas cahaya di dalam dome terhadap intensitas cahaya di luar dome pada waktu pengamatan yang sama ($\text{Rasio Transmisi} = \frac{\text{Intensitas Dalam}}{\text{Intensitas Luar}} \times 100\%$). Seluruh pengukuran dilakukan pada delapan titik waktu pengamatan dengan tiga ulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Desain *Portable Solar Dryer Dome*

Portable Solar Dryer Dome yang dihasilkan dirancang untuk menciptakan (Rieuwpassa et al., 2019) mikroklimat pengeringan yang terkontrol, higienis, dan efisien berbasis energi surya. Secara struktural, alat memiliki dimensi panjang 400 cm, lebar 200 cm, tinggi dinding vertikal 50 cm, dan tinggi total 150 cm (**Gambar 1**). Desain geometris ini menghasilkan kapasitas volumetrik ruang sebesar $8,0 \text{ m}^3$ dengan luas lantai pengeringan efektif sebesar $8,0 \text{ m}^2$ serta luas total selubung plastik UV sebesar $\pm 19,3 \text{ m}^2$. Rancangan dikembangkan melalui dua pendekatan yang saling melengkapi, yakni rancangan struktural dan rancangan fungsional. Dari analisis fungsional keteknikan, berdasarkan selisih suhu actual ($\Delta T = 5 - 7 \text{ }^\circ\text{C}$) antara internal dome dan lingkungan luar, estimasi kehilangan panas (*heat loss*) melalui konduksi dan konveksi pada dinding selubung dihitung berkisar $0,68\text{--}0,95 \text{ kW}$. Perhitungan ini menggunakan asumsi koefisien perpindahan panas menyeluruh (U) sebesar $7 \text{ W/m}^2\text{.K}$ untuk plastik polietilen (UV) lapis tunggal berketebalan 250 mikron sejalan dengan karakteristik termal bahan serupa pada *greenhouse dryer* (Santoso et al., 2023).

Rangka penopang utama menggunakan besi galvanis ukuran $2 \times 2 \text{ cm}$ dengan sistem sambungan mur-baut yang memungkinkan

perakitan dan pembongkaran cepat tanpa peralatan khusus, sifat yang sangat relevan bagi skala usaha kecil dengan keterbatasan mobilitas dan fasilitas penyimpanan.

Penutup transparan dari plastik UV ketebalan 250 mikron dipilih berdasarkan kemampuannya mentransmisikan radiasi matahari gelombang pendek sekaligus memfilter radiasi ultraviolet berlebih yang berpotensi mendegradasi pigmen karotenoid dan kandungan gizi produk perikanan. Karakteristik ini konsisten dengan temuan Murali et al. (2023) yang melaporkan bahwa penutup plastik UV pada sistem pengering hibrida untuk udang dan ikan mampu mempertahankan mutu nutrisi produk akhir lebih baik dibandingkan penjemuran terbuka. Prinsip kerja alat berfokus pada efek rumah kaca: radiasi matahari menembus penutup plastik, diserap oleh permukaan dalam dome, kemudian terkonversi menjadi energi termal yang meningkatkan suhu udara internal. Aliran udara di dalam dome dikelola oleh *Solar Powered Fan Cooler 5000 RPM* berbaterai 1200 mAh, yang memastikan sirkulasi udara dan pembuangan uap air tetap berjalan bahkan pada kondisi intensitas matahari rendah.

Geometri kubah parabola yang digunakan dalam penelitian ini memberikan keunggulan fungsional yang tidak dimiliki oleh pengering berpenutup datar. Desain parabola memungkinkan penerimaan radiasi



surya dari berbagai sudut datang sepanjang hari, sehingga efisiensi penyerapan energi lebih tinggi dan lebih konsisten(Santoso et al., 2023). Hal ini sejalan dengan kajian Kumar et al. (2024) yang mengonfirmasi

bahwa dryer berbentuk kubah atau parabola menghasilkan suhu internal yang lebih seragam dan stabil dibandingkan desain sudut tetap. Spesifikasi teknis selengkapnya disajikan pada **Tabel 1.**

Tabel 1.
Spesifikasi teknis *Portable Solar Dryer Dome*.

Parameter	Spesifikasi
Bentuk	Kubah (dome)
Dimensi (panjang x lebar x tinggi dinding)	400 cm x 200 cm x 50 cm
Kapasitas volumetrik ruang	8,0 m³
Luas lantai efektif	8,0 m²
Rangka struktur	Besi galvanis 2×2 cm
Sistem sambungan	Mur-baut (modular, dapat dibongkar-pasang tanpa peralatan khusus)
Penutup transparan	Plastik UV, tebal 250 mikron, lebar gulungan 4 m
Luas selubung plastik UV	±19,3 m²
Sistem ventilasi	<i>Solar Powered Fan Cooler</i> , 5000 RPM
Sumber daya kipas	Baterai 1200 mAh
Material pendukung	Iem Fox, paku rivet 4×11 mm
Perangkat lunak perancangan	SolidWorks (pemodelan CAD 2D dan 3D)
Instrumen pengukuran kinerja	Luxmeter (intensitas cahaya), sling hygrometer (DBT dan WBT)

2. Suhu bola kering (*Dry Bulb Temperature/DBT*)

Konsisten dengan penelitian Amuddin et al. (2025) yang menguji solar dryer dome untuk pengeringan kopi, hasil pengukuran DBT di dalam dan di luar dome pada delapan waktu pengamatan disajikan pada **Tabel 2** dan **Gambar 2**. Rerata DBT di dalam dome berkisar antara 27,7°C hingga 33,3°C, sedangkan suhu

lingkungan luar berkisar antara 24,0°C hingga 25,7°C. Selisih suhu rata-rata sebesar 5–7°C ini merupakan indikator langsung efektivitas efek rumah kaca yang dihasilkan oleh penutup plastik UV: radiasi gelombang pendek dari matahari menembus plastik dan diserap oleh permukaan dalam dome, namun radiasi gelombang panjang (inframerah) yang dipancarkan kembali terperangkap

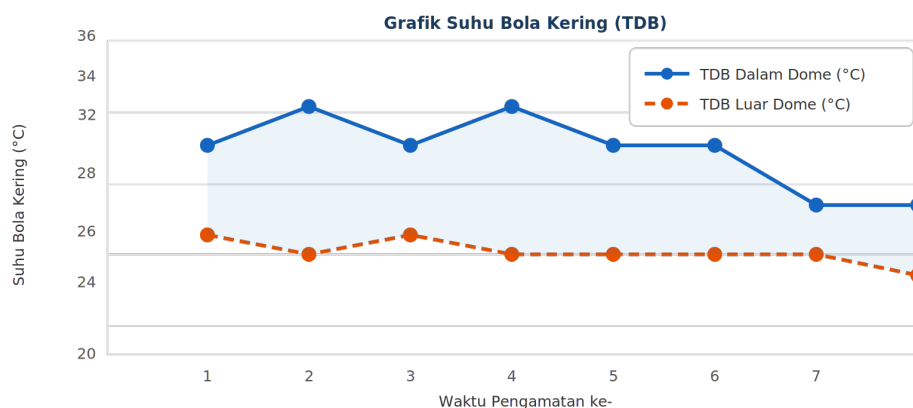
karena sifat semi-opak plastik UV terhadap panjang gelombang tersebut. Temuan ini secara kuantitatif kompatibel dengan sejumlah studi terbaru pada sistem dryer kubah/greenhouse. Kumar et al. (2024) melaporkan peningkatan

suhu internal sebesar 5–8°C di atas ambient pada greenhouse dryer aktif, sedangkan Daliran et al. (2025) mencatat perbedaan hingga 11,65°C pada kondisi cuaca optimal.

Tabel 2.

Data suhu bola kering (DBT) di dalam dan di luar *Portable Solar Dryer Dome* pada delapan waktu pengamatan.

No.	DBT Dalam Dome (°C)				DBT Luar Dome (°C)			
	U1	U2	U3	Rerata	U1	U2	U3	Rerata
1	30	32	32	31,0	26	26	25	25,7
2	32	32	32	32,0	25	25	24	24,7
3	30	30	32	30,7	26	26	25	25,7
4	32	34	34	33,3	26	25	25	25,3
5	30	30	32	30,7	24	25	26	25,0
6	30	32	32	31,3	26	24	26	25,3
7	28	28	28	28,0	25	24	26	25,0
8	27	28	28	27,7	24	24	24	24,0



Gambar 2. Grafik perbandingan rerata DBT di dalam dan di luar dome pada delapan waktu pengamatan.

Rentang suhu pengeringan 27,7–33,3°C yang dicapai dalam penelitian ini termasuk kategori pengeringan suhu rendah-sedang, yang dipandang menguntungkan untuk produk perikanan sensitif karena meminimalkan kerusakan termal terhadap protein dan

pigmen. Menurut Cisni et al. (2024), suhu operasional di bawah 40°C pada pengering surya untuk produk udang terbukti mempertahankan nilai gizi dan mutu organoleptik lebih baik dibandingkan pengeringan suhu tinggi, meskipun waktu

pengeringan yang diperlukan lebih lama.

Variasi DBT antar waktu pengamatan mencerminkan dinamika intensitas radiasi matahari harian. Nilai DBT tertinggi ($33,3^{\circ}\text{C}$) tercatat pada pengamatan ke-4, yang bertepatan dengan intensitas cahaya luar tertinggi dalam seri pengujian ($361,0$ Lux), mengonfirmasi hubungan langsung antara iradian surya dan respons termal dome. Sebaliknya, penurunan DBT pada pengamatan ke-7 dan ke-8 kemungkinan mencerminkan kondisi sore hari atau tutupan awan parsial yang mengurangi masukan energi surya. Pola korelasi positif antara iradian dan suhu internal ini konsisten dengan model termal greenhouse dryer yang dikembangkan oleh Daliran et al. (2025).

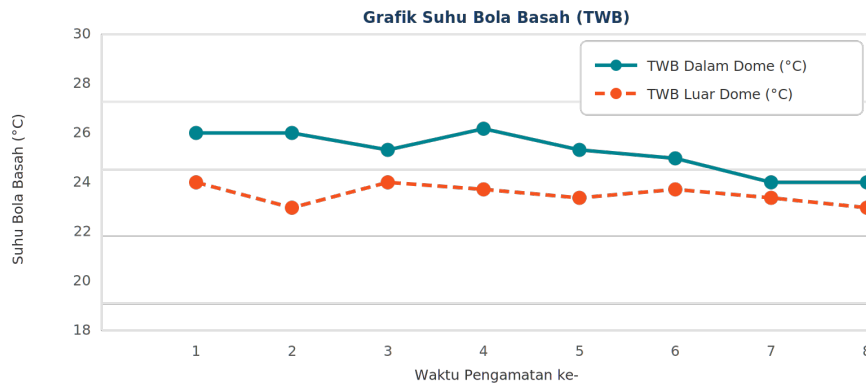
3. Suhu Bola Basah (WBT) dan Kapasitas Pengeringan

Data WBT di dalam dan di luar dome disajikan pada Tabel 3. Rerata WBT di dalam dome berkisar antara $24,0^{\circ}\text{C}$ hingga $26,0^{\circ}\text{C}$, sementara di luar dome berkisar antara $23,0^{\circ}\text{C}$ hingga $24,0^{\circ}\text{C}$. Nilai depresi bola basah (DBT-WBT) di dalam dome rata-rata berkisar $5\text{--}8^{\circ}\text{C}$, secara konsisten lebih besar dibandingkan depresi bola basah di luar dome yang hanya berkisar $1\text{--}2^{\circ}\text{C}$. Depresi yang lebih besar ini merupakan proksi langsung dari kelembapan relatif yang lebih rendah di dalam dome, yang secara fisika berarti udara di dalam dome memiliki kapasitas absorpsi uap air yang lebih tinggi dari bahan yang sedang dikeringkan.

Tabel 3.

Data suhu bola basah (WBT) di dalam dan di luar Portable Solar Dryer Dome pada delapan waktu pengamatan.

No.	WBT Dalam Dome ($^{\circ}\text{C}$)				WBT Luar Dome ($^{\circ}\text{C}$)			
	U1	U2	U3	Rerata	U1	U2	U3	Rerata
1	26	26	26	26,0	24	24	24	24,0
2	26	26	26	26,0	23	23	23	23,0
3	25	25	26	25,3	24	24	24	24,0
4	26	26	27	26,3	24	23	24	23,7
5	25	25	26	25,3	23	23	24	23,3
6	25	25	25	25,0	24	23	24	23,7
7	24	24	24	24,0	23	23	24	23,3
8	24	24	24	24,0	23	23	23	23,0



Gambar 3. Grafik perbandingan rerata WBT di dalam dan di luar dome pada delapan waktu pengamatan

Kelembapan relatif (Relative Humidity/RH) merupakan salah satu parameter penting dalam mengevaluasi efektivitas proses pengeringan karena menggambarkan tingkat kejenuhan udara terhadap uap air. Nilai RH pada penelitian ini dihitung

berdasarkan data suhu bola kering (DBT) dan suhu bola basah (WBT) menggunakan pendekatan psikrometrik. Data RH di dalam dan di luar Portable Solar Dryer Dome hasil pembacaan chart psikrometrik disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4.

Kelembapan relatif (RH) di dalam dan di luar Portable Solar Dryer Dome berdasarkan pembacaan chart psikrometrik

No.	DBT Dalam (°C)	WBT Dalam (°C)	RH Dalam (%)	DBT Luar (°C)	WBT Luar (°C)	RH Luar (%)
1	31,0	26,0	67,3	25,7	24,0	86,9
2	32,0	26,0	62,2	24,7	23,0	86,6
3	30,7	25,3	64,8	25,7	24,0	86,9
4	33,3	26,3	57,7	25,3	23,7	87,5
5	30,7	25,3	64,8	25,0	23,3	86,7
6	31,3	25,0	60,0	25,3	23,7	87,5
7	28,0	24,0	71,8	25,0	23,3	86,7
8	27,7	24,0	73,6	24,0	23,0	91,9

Berdasarkan Tabel 4, kelembapan relatif udara di dalam Portable Solar Dryer Dome berkisar antara 57,7–73,6% dengan rerata 65,3%, sedangkan RH udara di luar dome berkisar 86,6–91,9% dengan rerata 87,6%. Nilai RH yang lebih rendah di dalam dome menunjukkan bahwa

udara memiliki kapasitas yang lebih besar untuk menerima uap air hasil evaporasi dari bahan yang dikeringkan. Kondisi ini merupakan konsekuensi dari meningkatnya suhu udara akibat efek rumah kaca yang dihasilkan oleh penutup plastik UV.

Penurunan RH di dalam dome sejalan dengan meningkatnya suhu bola kering (DBT) dan besarnya depresi bola basah (DBT-WBT) yang mencapai 5–8°C. Secara psikrometrik, peningkatan suhu udara menyebabkan kapasitas udara untuk menampung uap air meningkat sehingga kelembapan relatif menurun. Dengan demikian, udara di dalam dome memiliki potensi pengeringan yang lebih tinggi dibandingkan udara lingkungan, sehingga proses perpindahan uap air dari bahan menuju udara berlangsung lebih efektif.

Penurunan kelembapan relatif di dalam dome dihasilkan oleh dua mekanisme yang bekerja secara sinergis. Mekanisme Pertama bersifat termodinamik: peningkatan suhu DBT memperluas kapasitas jenuh udara terhadap uap air (*saturation capacity*), sehingga kelembapan relatif turun meskipun kandungan uap air absolut (kelembapan absolut) relatif tetap atau bahkan meningkat akibat penguapan dari bahan. Mekanisme kedua bersifat konvektif: *Solar Powered Fan Cooler* secara aktif membuang udara jenuh uap air melalui celah ventilasi dome dan menggantinya dengan udara yang kapasitas pengeringannya lebih tinggi. Interaksi dua mekanisme ini menghasilkan gradien potensial pengeringan yang secara substansial lebih tinggi dibandingkan penjemuran terbuka tanpa ventilasi aktif.

Temuan ini selaras dengan studi-studi komparatif yang lebih luas. Kumar et al. (2024) melaporkan bahwa greenhouse dryer aktif dengan ventilasi mekanis mampu mengurangi kelembapan relatif internal hingga 20–25% di bawah ambient, yang secara langsung berkorelasi dengan peningkatan laju pengeringan. Dari perspektif produk, kondisi suhu 28–33°C dengan RH yang ditekan secara aktif merupakan kombinasi yang menguntungkan untuk pengeringan udang rebon: cukup hangat untuk mempercepat difusi uap air dari dalam sel udang menuju permukaan, namun tidak terlalu panas untuk menyebabkan denaturasi protein yang mempengaruhi mutu organoleptik terasi. Wahdayani et al. (2021) mencatat bahwa suhu pengeringan yang terlalu tinggi ($\geq 60^\circ\text{C}$) pada bahan baku terasi dapat menghasilkan produk akhir yang berwarna lebih gelap dan beraroma terbakar, sehingga rentang suhu yang diperoleh dalam penelitian ini secara tidak langsung mendukung kemungkinan terjaganya mutu produk.

4. Intensitas Cahaya dan Efisiensi Transmisi Plastik UV.

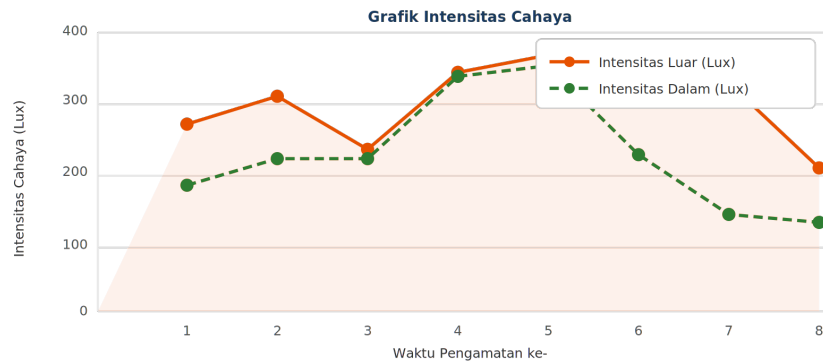
Hasil pengukuran intensitas cahaya di luar dan di dalam dome, beserta rasio transmisi yang dihitung, disajikan pada **Tabel 5** dan **Gambar 4**. Intensitas cahaya luar berkisar antara 215,3 Lux hingga 384,7 Lux, sementara intensitas di dalam dome berkisar antara 134,0 Lux hingga

370,3 Lux. Rasio transmisi plastik UV (**Gambar 5**) yang diperoleh berkisar antara 42,4% hingga 98,1%, dengan rata-rata keseluruhan 62–97% pada kondisi intensitas cahaya yang bervariasi. Nilai rasio transmisi tertinggi (96,3–98,1%) terjadi pada pengamatan ke-4 dan ke-5, yang bertepatan dengan kondisi intensitas matahari tertinggi dalam seri pengujian. Fenomena ini dapat dijelaskan dari sifat optik plastik polietilen: pada sudut datang cahaya yang mendekati tegak lurus (mendekati tengah hari), refleksi Fresnel pada permukaan plastik berkurang sehingga transmisivitas meningkat. Sebaliknya, rasio transmisi terendah (42,4%) pada pengamatan ke-7 kemungkinan mencerminkan kondisi sore hari dengan sudut datang rendah, atau adanya kondensasi uap air parsial pada permukaan plastik yang berfungsi sebagai lapisan penyebar (*scattering layer*) yang mengurangi transmisi cahaya langsung.

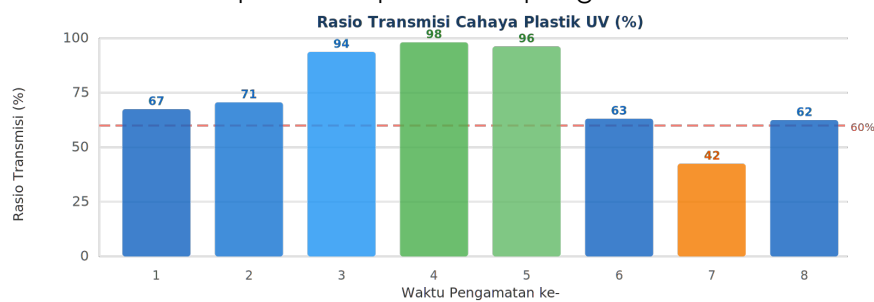
Nilai transmisivitas rata-rata 60–97% yang dicapai selaras dengan karakteristik optik umum film polietilen berdensitas rendah (LDPE) berketebalan 200–300 mikron, yang dilaporkan memiliki transmisivitas total surya sekitar 70–90% dalam kondisi bersih (Santoso et al., 2023). Penurunan nilai transmisi di bawah 70% pada beberapa waktu pengamatan kemungkinan berkaitan dengan kontaminasi debu permukaan plastik dan kondisi cuaca berawan parsial. Meskipun demikian, bahkan pada nilai transmisi terendah (42,4%), intensitas cahaya yang masuk ke dalam dome (145,3 Lux) masih menghasilkan peningkatan suhu DBT yang signifikan, yang mengkonfirmasi bahwa mekanisme retensi panas oleh plastik UV berperan lebih dominan dalam peningkatan suhu internal dome dibandingkan sekadar penerusan intensitas cahaya langsung.

Tabel 5. Data intensitas cahaya luar dan dalam dome beserta rasio transmisi plastik UV pada delapan waktu pengamatan.

No.	Intensitas Cahaya Luar (Lux)				Intensitas Cahaya Dalam Dome (Lux)				Rasio Transmisi (%)
	U1	U2	U3	Rerata	U1	U2	U3	Rerata	
1	270	292	284	282,0	180	192	197	189,7	67,2
2	292	330	350	324,0	232	223	234	229,7	70,9
3	254	244	235	244,3	225	229	233	229,0	93,7
4	326	315	442	361,0	340	362	360	354,0	98,1
5	378	385	391	384,7	368	371	372	370,3	96,3
6	394	362	357	371,0	234	235	236	235,0	63,3
7	335	358	336	343,0	143	146	147	145,3	42,4
8	218	214	214	215,3	135	133	134	134,0	62,2



Gambar 4. Perbandingan intensitas cahaya luar dan dalam dome pada delapan waktu pengamatan



Gambar 5. Histogram rasio transmisi cahaya plastik UV terhadap intensitas matahari luar pada delapan waktu pengamatan.

Fungsi pelindung plastik UV terhadap paparan ultraviolet berlebih juga memiliki implikasi penting bagi kualitas produk. Udang rebon mengandung karotenoid, terutama astaxanthin, yang merupakan pigmen pembentuk warna merah karakteristik terasi dan memiliki aktivitas antioksidan tinggi. Paparan radiasi UV berlebih pada proses penjemuran terbuka dapat mempercepat foto-oksidasi karotenoid tersebut, sehingga menurunkan intensitas warna dan nilai fungsional produk akhir. Penutup plastik UV yang digunakan dalam penelitian ini, dengan kemampuannya memfilter radiasi UV sambil tetap mentransmisikan

cahaya tampak dan inframerah-dekat yang mendukung proses pengeringan, secara prinsip dapat memberikan perlindungan ganda terhadap aspek kualitas produk ini.

5. Evaluasi Kinerja Keseluruhan dan Implikasi Praktis

Portable Solar Dryer Dome yang dirancang menunjukkan kinerja baik dalam menciptakan mikroklimat pengeringan optimal dibandingkan metode open sun drying. Alat ini mampu meningkatkan suhu sebesar 5–7°C di atas suhu lingkungan, menurunkan kelembapan, serta memberikan perlindungan fisik. Meski kinerja termalnya berada di bawah sistem pengering hibrida

kompleks milik Cisni et al. (2024), alat ini unggul dalam hal portabilitas, kemudahan operasional, dan keterjangkauan biaya bagi produsen terasi skala rumah tangga. Keunggulan utamanya terletak pada konstruksi modular berbasis mur-baut yang mudah dipindahkan serta sistem *Solar Powered Fan Cooler* mandiri energi berbasis baterai, yang sangat cocok untuk wilayah pesisir dengan akses listrik terbatas. Namun, penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena pengujian baru dilakukan selama dua bulan dalam kondisi lapangan terkontrol. Selain itu, dampak langsung alat terhadap kadar air akhir, mutu organoleptik, dan profil mikrobiologi terasi yang dihasilkan belum dievaluasi. Evaluasi efisiensi pengeringan dan kebutuhan energi panas untuk evaporasi air bahan merupakan tahap lanjutan yang akan dikaji lebih mendalam melalui pengujian berbeban (*loaded testing*) dengan kinetika pengeringan produk secara in-situ, guna memperkuat basis bukti performa alat di lapangan.

SIMPULAN/CONCLUSION

Portable Solar Dryer Dome berhasil dirancang bangun menggunakan rangka besi galvanis 2×2 cm, penutup plastik UV 250 mikron, dan *Solar Powered Fan Cooler* 5000 RPM berbaterai dengan konstruksi modular yang dapat dirakit di lapangan tanpa peralatan khusus. Pengujian kinerja menghasilkan tiga temuan utama: (1)

rerata DBT di dalam dome $5\text{--}7^{\circ}\text{C}$ lebih tinggi dari suhu lingkungan ($27,7\text{--}33,3^{\circ}\text{C}$ vs. $24,0\text{--}25,7^{\circ}\text{C}$), mengkonfirmasi efektivitas efek rumah kaca dari penutup plastik UV; (2) kelembapan relatif (RH) di dalam dome berkisar $57,7\text{--}73,6\%$ (rata-rata $\pm 65\%$), jauh lebih rendah dibandingkan RH di luar dome ($86,6\text{--}91,9\%$), didukung oleh depresi bola basah $5\text{--}8^{\circ}\text{C}$ yang secara konsisten lebih besar dari luar dome, mengindikasikan kondisi udara yang lebih kering dan kapasitas pengeringan yang lebih tinggi; serta (3) rasio transmisi intensitas cahaya matahari melalui plastik UV rata-rata $60\text{--}97\%$, yang secara langsung mendorong peningkatan suhu internal dan mempertahankan efek pengeringan yang konsisten.

Secara keseluruhan, alat ini terbukti mampu menciptakan mikroklimat pengeringan yang lebih optimal dibandingkan penjemuran terbuka konvensional, sekaligus menawarkan perlindungan higienis terhadap kontaminasi dan kemandirian energi berbasis baterai. Alat ini berpotensi menjadi solusi teknologi tepat guna yang relevan dan terjangkau untuk mendukung proses pengeringan bahan baku terasi pada skala usaha kecil dan rumah tangga.

Penelitian lanjutan direkomendasikan untuk mengkaji pengaruh penggunaan dome dryer terhadap kadar air akhir bahan baku terasi, mutu organoleptik, dan profil mikrobiologi produk terasi yang dihasilkan. Evaluasi lanjutan ini juga penting untuk menghitung efisiensi termal pengeringan serta kebutuhan

energi penguapan air spesifik dari udang rebon, ditambah analisis kelayakan ekonomi dan daya tahan material plastik UV dalam jangka panjang, guna menilai potensi adopsi teknologi ini secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA/REFERENCES

- Amuddin, A., Sumarsono, J., & Salman, S. (2025). Internet of Things and LoRa-based monitoring system on solar dryer dome for coffee drying. *Jurnal Agrotek Ummat*, 12(1), 22. <https://doi.org/10.31764/jau.v12i1.28751>
- Cisni, F. M., Neethu, K. C., Murali, S., Delfiya, D. S. A., & Ninan, G. (2024). Design and development of solar-electrical hybrid dryer and its performance evaluation using shrimps. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 14(20), 25343–25356. <https://doi.org/10.1007/s13399-023-04651-6>
- Daliran, A., Taki, M., Marzban, A., Rahnama, M., & Farhadi, R. (2025). Performance evaluation of greenhouse solar dryer: Energy-exergy analysis, CFD simulation and eco-environmental assessment. *Renewable Energy*, 238, 121946. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2024.121946>
- Helmi, H., Astuti, D. I., Dungani, R., & Aditiawati, P. (2022). A Comparative Study on Quality of Fermented Shrimp Paste (Terasi) of Pelagic Shrimp from Different Locations in Indonesia. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, 17(1), 23–34. <https://doi.org/10.15578/squalen.631>
- Jagla, P., Jacobs, G., Spütz, K., & Berroth, J. (2023). Classification of function-oriented solution elements for MBSE. *Forschung Im Ingenieurwesen*, 87(1), 469–477.
- <https://doi.org/10.1007/s10010-023-00651-0>
- Kumar, L., Prakash, O., Ahmad, A., Salik, M., Pandey, S., Hasnain, S. M. M., Ragab, A. E., & Deifalla, A. F. (2024). Experimental and computational validation of thermal performance of an active greenhouse solar dryer in no-load conditions. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 19. <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctae036>
- Li, S., Li, W., & Li, Y. (2022). An Extended Functional Design Approach Based on Working Principle and Property and Its Application. *Applied Sciences*, 12(12), 6284. <https://doi.org/10.3390/app12126284>
- Lu, Y., Teo, J. N., & Liu, S. Q. (2022). Fermented shellfish condiments: A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(5), 4447–4477. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13024>
- Murali, S., Aniesrani Delfiya, D. S., Alfiya, P. V., Samuel, M. P., & Ninan, G. (2023). Development of sensible heat storage based solar hybrid dryer with evacuated tube collector and biomass gasifier for shrimp drying. *Solar Energy*, 262, 111836. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2023.111836>
- Rieuwpassa, F. J., Murniati Wodi, S. I., Cahyono, E., & Pangumpia, R. (2019). Rancang Bangun Dan Pengujian Alat Pengereng Solar Dryer Sederhana (Constructing and Experiment of Simple Solar Dryer). *Jurnal Fishtech*, 8(2), 48–57. <https://doi.org/10.36706/fishtech.v8i2.7226>
- Sajriawati. (2022). Proses Pengolahan Terasi Udang Rebon Skala Rumah Tangga di Pesisir Pantai Lampu Satu Kabupaten Merauke. *NEKTON: Jurnal*

Perikanan Dan Ilmu Kelautan, 2(1),
35–42.
<https://doi.org/10.47767/nekton.v2i1.313>

Santoso, Y. R., Afisna, L. P., Syaukani, M., & Saragih, G. J. (2023). Experimental Study of The Potential for Energy Absorption and Drying Time of Coffee Beans Using a Dome Dryer Type Dryer in The Sukmailang Area of Pesawaran Regency. *Journal of Renewable Energy and Mechanics*, 6(02), 108–119.
<https://doi.org/10.25299/rem.2023.vol6.no02.10479>

Visavale, G. L. (2012). *Principles, Classification and Selection of Solar Dryers*.
https://www.researchgate.net/publication/264510127_Principles_Classification_and_Selection_of_Solar_Dryers

Wahdayani, E., Fadilah, R., & Lahming, L. (2021). Pengaruh Lama Fermentasi dan Perbedaan Suhu Pengeringan Terhadap Mutu Terasi Bubuk Udang Rebon (Acetes Sp.). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 7(2), 167.
<https://doi.org/10.26858/jptp.v7i2.14054>