

## Pengaruh Jumlah Saluran Udara Masuk Terhadap Distribusi Suhu Pada Ruang Pengereng Tipe Rak Bertingkat

Ridwan Ridwan<sup>1\*</sup>, Farul Apriansa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Gunadarma, Depok, 16424, Indonesia

\*Email Corresponding Author: ridwan@staff.gunadarma.ac.id

### ABSTRAK

Sistem pengeringan merupakan salah satu alat pengolahan pasca panen yang banyak digunakan untuk memperpanjang umur simpan/mengawetkan, dan mempertahankan kualitas produk. Salah satu bentuk atau model pengering yang banyak digunakan adalah tipe rak bertingkat (*tray dryer*). Kualitas produk yang dikeringkan sangat dipengaruhi oleh distribusi temperatur (suhu) yang terjadi dalam ruang pengering. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh jumlah saluran udara masuk terhadap distribusi suhu pada ruang pengering. Disimulasikan 3 model atau jumlah saluran udara masuk yakni: satu saluran (model-1), dua saluran (model-2), dan tiga saluran (model-3). Pembuatan Model dan simulasi menggunakan perangkat Lunak *SolidWorks* (*flow Simulation*). Laju aliran udara pada setiap model pipa saluran masuk adalah 0.5 m/detik, dan suhu elemen pemanas (*heater*) 200 °C. Hasil simulasi menunjukkan bahwa dari ketiga model tersebut menghasilkan distribusi temperatur yang merata dengan baik adalah model-2, dibanding model-3 dan model-1. Pada model pipa-2 rentang suhu pada ruang pengering terendah dan tertinggi hanya 2,21 °C, sementara pada model saluran pipa-3 sebesar 7.95 °C, dan pada model pipa-1 terdapat rentang suhu sebesar 12.9 °C. Jumlah pipa saluran masuk sangat mempengaruhi distribusi temperatur/suhu pada ruang pengering.

**Kata kunci:** Pengereng; saluran udara; suhu

### ABSTRACT

*The drying system is a post-harvest processing tool that is widely used to conserve and maintain product quality. One form or model of dryer that is widely used is the tray dryer type. The quality of the dried product is greatly influenced by the temperature distribution that occurs in the drying room. The aim of this research is to analyze the effect of the number of air inlets on the temperature distribution in the drying room. Three models or number of air inlet channels were simulated, namely: one channel (model one), two channels (model two), and three channels (model three). Model creation and simulation using SolidWorks (flow Simulation) software. The air flow rate in each inlet pipe model is 0.5 m/sec, and the temperature of the heating element (heater) is 200 °C. The simulation results show that the three models that produce a better even temperature distribution is pipe model-2, compared to model-3, and model-1. In the pipe model-2, the temperature range in the lowest and highest drying chamber is only 2.21 °C, while in model-3 it is 7.95 °C, and in model-1 there is a temperature range of 12.9 °C. The number of inlet pipe models, very influences the temperature distribution in the drying room.*

**Keywords:** *Dryer; air inlet; temperature.*

### PENDAHULUAN

Metode pengeringan dapat secara alami, maupun dengan metode buatan. Secara alami yaitu dengan langsung berhubungan dengan alam yaitu dikeringkan oleh hembusan angin atau cahaya matahari, sedangkan metode buatan menggunakan peralatan atau mesin dengan bantuan berupa pengolah dan sumber energi atau sumber panas dalam proses pengeringan [1]. Mesin atau unit pengeringan dibuat dari bahan yang kuat dan tahan panas. Agar sistem pengering dapat bekerja dengan baik dan optimal, maka sistem perlu dirancang atau didesain dengan baik sesuai kebutuhan dan kondisi alat tersebut digunakan.

Desain peralatan dan metode pengoperasian yang baik dan benar dapat mencegah penurunan kualitas produk yang dihasilkan/dikeringkan[2][3].

Pada sistem pengeringan melakukan dua proses perpindahan yaitu proses perpindahan kalor dan proses perpindahan massa.[4] Proses perpindahan kalor terjadi dari udara pengering ke produk yang akan dikeringkan, sedangkan proses perpindahan massa terjadi dalam dua tahap, yaitu tahap pertama terjadi pada kandungan air yang terdapat di dalam produk yang disebut poses difusi, lalu tahap berikutnya terjadi pada proses penguapan air.[5] [6]

Selain pengeringan dengan cara penjemuran, pengeringan juga dapat dilakukan dengan cara menggunakan peralatan pengering seperti

pengeringan mekanis tipe rak (*tray dryer*). [7]. Pengeringan ini digunakan selain dapat mempercepat proses pengeringan juga dapat menghemat lahan dan lebih terjamin keahliannya.[8][9]

Kondisi udara dalam ruang pengering seperti distribusi temperatur dan tekanan yang merata dalam ruang pengering sangat mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan oleh suatu pengering. Proses pengeringan yang masih umum dilakukan petani di Indonesia adalah pengeringan dengan mengandalkan matahari sebagai sumber energi utamanya. Sementara, perubahan cuaca yang bisa terjadi sangat tiba-tiba akan mengganggu proses yang diinginkan.[10]

Pengeringan merupakan usaha untuk menurunkan kadar air sampai batas tertentu tujuannya agar reaksi biologis terhenti dan mikroorganisme serta serangga tidak bisa hidup di dalamnya.[11]



Gambar 1. Komponen Alat Pengering tipe rak bertingkat (*tray dryer*)

Pada Gambar 1, terlihat komponen utama alat pengering tipe rak bertingkat. Saluran udara masuk dari *blower* ke ruang pengering yang ditunjukkan pada angka 2, merupakan salah satu komponen yang dapat mempengaruhi kondisi udara/distribusi temperatur/suhu pada ruang pengering. Elemen pemanas (*heater*) yang digunakan untuk simulasi ini yaitu suhu 200°C. *Blower* mengalirkan udara ke dalam ruang pengering. Kecepatan aliran udara dari *blower* sebesar 0.5 m/detik, dengan suhu 30°C dan *relatif humidity* (RH) 70 %. menghasilkan efek konveksi di dalam ruang pengering dan mengeluarkan uap air hasil pengeringan melalui outlet ruang pengering.

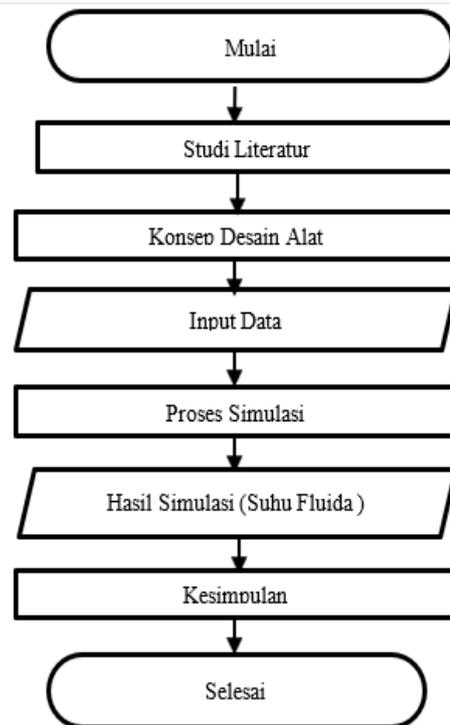
Udara yang dihembuskan akan melintasi elemen pemanas, menyebabkan peningkatan suhu saat memasuki ruang pengering. Udara akan terarah ke ruang pengering melalui pipa yang terhubung, dan suhu udara akan meningkat setelah

melintasi elemen pemanas. Udara akan bergerak masuk ruang pengering, melewati *tray* (rak) yang tersusun dalam ruang pengering. Hal Ini menyebabkan penguapan yang mengakibatkan pengurangan kadar air dalam ruang pengering.[12]

Tujuan Penelitian ini adalah menghasilkan model jumlah saluran udara masuk pada ruang pengering yang menghasilkan distribusi temperatur yang paling merata.

## METODE PENELITIAN

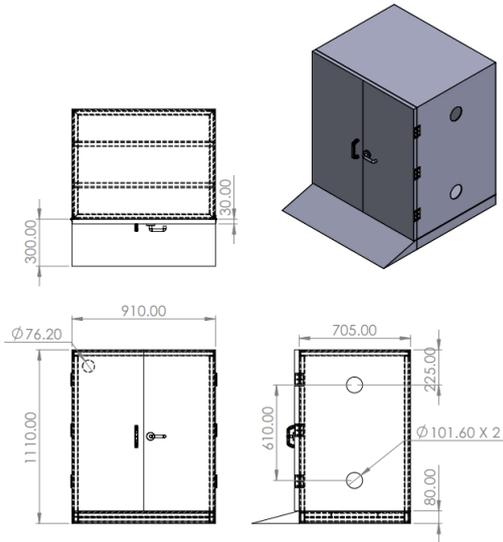
Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode simulasi berbantu perangkat lunak, *Solidworks* (*flow simulation*). Penelitian dimulai dengan studi pustaka berupa kajian publikasi yang relevan dengan tema ini, lalu membuat desain sistem pengering dalam dua dimensi dan tiga dimensi (3D), dilanjutkan dengan simulasi, melakukan analisis dan membuat suatu kesimpulan. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar.2.



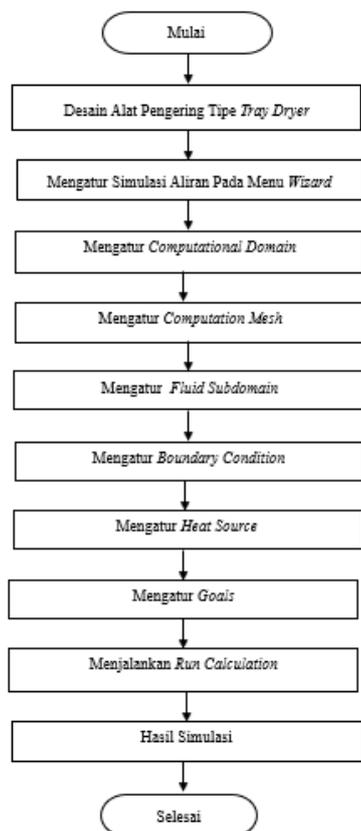
Gambar.2. Diagram alir Penelitian

Pada Gambar 3, terlihat tampak depan, tampak samping, dan atas, serta gambar isometrik ruang pengering, dimensi rangka untuk ruang pengering tinggi 1110 mm, lebar 910 mm, dan panjang 705 mm, dinding berupa aluminium dengan ketebalan 5 mm.

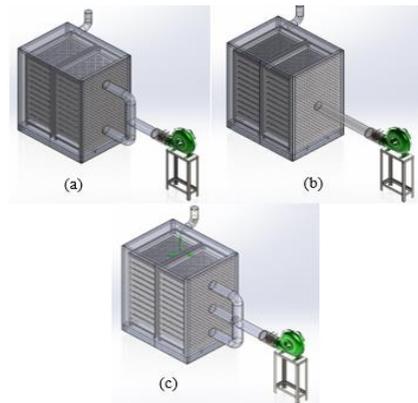
Setelah gambar tiga dimensi dibuat maka proses simulasi dapat dimulai dengan terlebih dahulu mengatur laju aliran/simulasi aliran pada menu wizard, dilanjutkan dengan mengatur domain komputasi, mesh, kondisi batas, sumber panas (heater), mengatur *goal*, *run calculation*, analisis dan kesimpulan/menampilkan hasil. Proses/langkah simulasi secara lengkap dapat dilihat pada Gambar.4.



Gambar 3. Tampak dan Isometrik Alat Pengering tray dryer



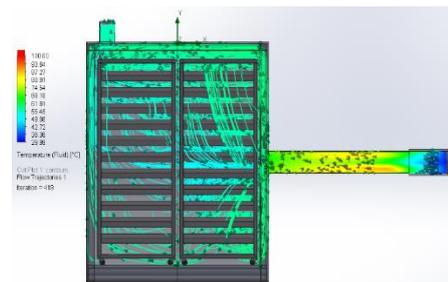
Gambar 4. Proses Simulasi



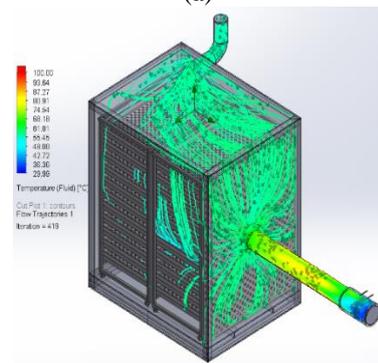
Gambar.5 Tray dryer: (a) Model-1, (b) Model-2, (c) Model-3

Kecepatan udara dari *blower* sebesar 0.5 m/detik dan suhu pada elemen pemanas (*heater*) mencapai 200°C

### HASIL DAN PEMBAHASAN

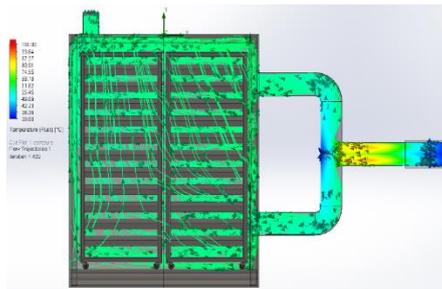


(a)

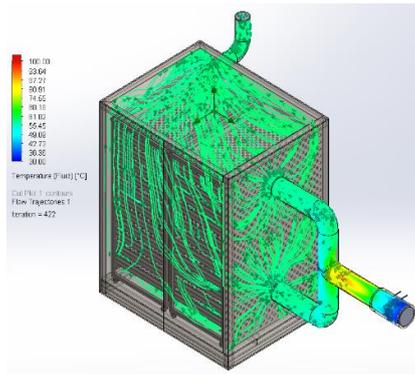


(b)

Gambar 6. Flow Trajectories Temperatur Fluida : (a) dua Dimensi; (b) Isometric saluran inlet Model-1

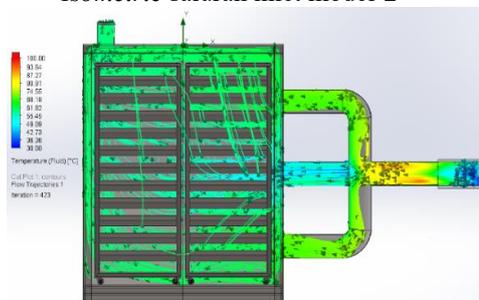


(a)

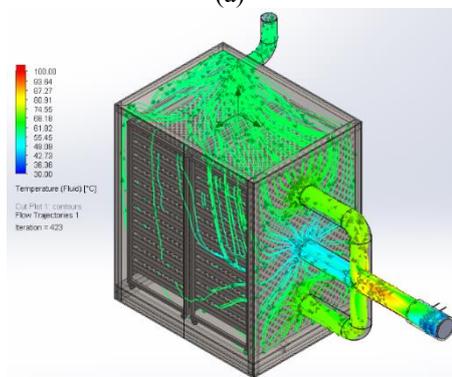


(b)

Gambar 7. Flow Trajectories Temperatur Fluida : (a) dua Dimensi; (b) Isometric saluran inlet model-2



(a)



(b)

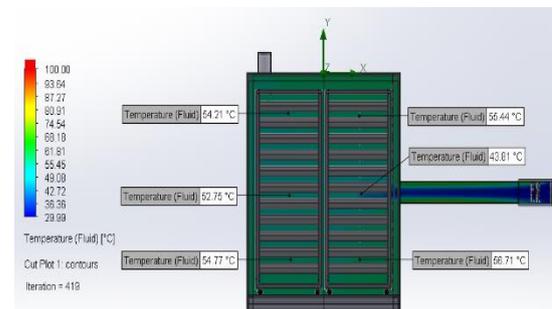
Gambar 8. Flow Trajectories Temperatur Fluida : (a) dua Dimensi; (b) Isometric saluran inlet Model-3

Dari hasil simulasi, diperoleh data *cut plot* dan *probe* di berbagai lokasi, dengan penelitian ini menetapkan 6 titik spesifik di dalam ruang pengering. Peletakan titik temperatur fluida dengan kecepatan dibuat sama pada tiap pemodelan pipa. Berikut merupakan lokasi penempatan titik (*probe*) pada ruang pengering.

*Cut plot* menghasilkan perbedaan warna pada Gambar 9 sampai Gambar 11, yang menunjukkan nilai temperatur udara pada masing-masing ruang pengering model pipa-1, model pipa-2, dan model pipa-3. Pada *cut plot* ini ditempatkan enam titik pengamatan, untuk menampilkan nilai temperatur lokasi/titik yang diplot pada simpul terdekat atau pusat elemen ke lokasi model yang dipilih. *Cut plot* distribusi temperatur menampilkan nilai sebaran/distribusi temperatur dari *inlet* sampai *outlet* pada ruang pengering, yang ditandai lokasi Probe 1 (P1) sampai Probe 6 (P6).

### Pemodelan Pipa 1

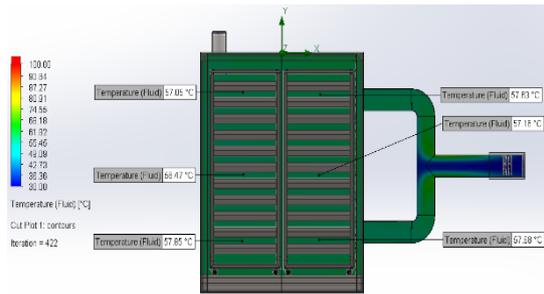
Pada Gambar 9, terlihat bahwa suhu rata-rata ruang pengering adalah 52,95°C. Suhu tertinggi yaitu 56,71°C dan suhu terendah pada 43,81°C. Perbedaan antara suhu tertinggi dan terendah sebesar 12,90 °C



Gambar.9. Cut Plot Temperature (Fluid) Pemodelan Pipa 1

### Pemodelan Pipa 2

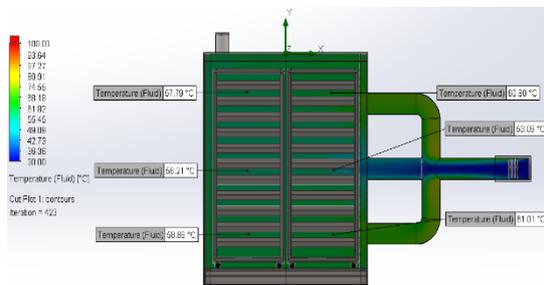
Pada Gambar 10, terlihat bahwa suhu rata-rata ruang pengering adalah 57,47°C. Suhu tertinggi berada pada 58,68°C dan suhu terendah pada 57,05°C. Perbedaan antara suhu tertinggi dan terendah hanya 2,21 °C. Hasil simulasi memperlihatkan pada model ini distribusi temperatur merata dengan baik, dibanding dua model lainnya.



Gambar 10. Cut Plot Temperature (Fluid) Pemodelan Pipa 2

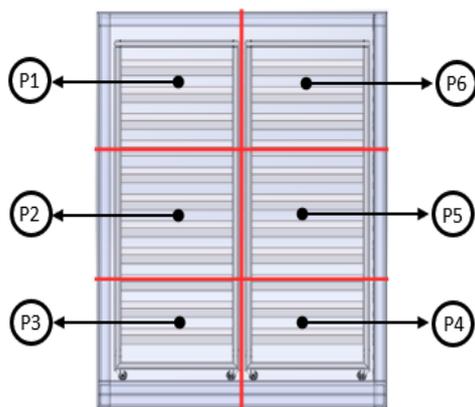
**Pemodelan Pipa 3**

Pada gambar 11, terlihat bahwa suhu rata-rata ruang pengering adalah 57,96°C. Suhu tertinggi yaitu 61,01°C dan suhu terendah pada 53,06°C. Perbedaan antara suhu tertinggi dan terendah sebesar 7,95 °C



Gambar 11. Cut Plot Temperature (Fluid) Pemodelan Pipa 3

Pada Gambar 12, menunjukkan penempatan titik-titik pengamatan yang ditandai dengan titik 1 atau probe-1 sampai titik 6 (probe-6).

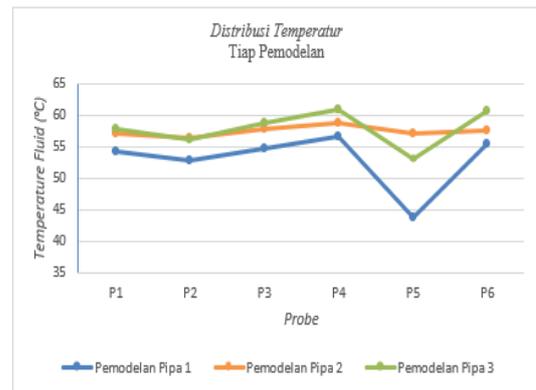


Gambar 12. Penempatan Titik Probe

Berikut ini adalah distribusi temperatur untuk masing-masing model, yang ditandai dengan posisi Probe 1 (P1) sampai Probe 6 (P6), pada ruang pengering.

Tabel.1. Data distribusi temperatur (Cut plot temperature) masing-masing Model

Probe	Model-1	Model-2	Model-3
	Temperatur Fluida (°C)	Temperatur (°C)	Temperatur Fluida (°C)
P1	54.21	57.05	57.79
P2	52.75	56.47	56.21
P3	54.77	57.85	58.86
P4	56.71	58.68	61.01
P5	43.81	57.16	53.06
P6	55.44	57.63	60.80



Gambar 13. Grafik distribusi temperatur tiap model

Distribusi temperatur pada masing-masing titik (probe) satu sampai enam setiap model pipa input, dapat dilihat pada Pada Tabel. 1 dan Gambar 13. Pada gambar tersebut terlihat pemodelan pipa-1, pemodelan pipa-2, dan pemodelan pipa-3, pada titik P1 sampai P4 terlihat kecenderungannya sama, namun pada posisi titik 5 (P5), pada model pipa -1, suhu mengalami penurunan yang signifikan yaitu mencapai suhu 43,81 °C, hal ini disebabkan kecepatan udara di ujung pipa inlet saat memasuki ruang pengering masih cukup tinggi dibanding pada titik lainnya sehingga udara panas dari heater terbawa aliran udara terdistribusi ketitik lainnya.[12].

Pada pemodelan pipa-2 pada titik lima mengalami penurunan hingga mencapai 57,05 °C, sementara pada pemodelan pipa-3, mengalami penurunan temperatur mencapai suhu 53,06°C, dari ketiga model ini yang mengalami penurunan terendah adalah pipa model-2. Hal ini terjadi karena pada pipa model-2, kecepatan udara masuk terdistribusi dengan baik, serta tidak mengalami penurunan tekanan dibanding pada pipa model-3. Distribusi temperatur pada model-3, lenih baik dibanding pipa inlet model-1.

## KESIMPULAN

Ketiga model tersebut menghasilkan distribusi temperatur yang berbeda, Model dua pipa saluran masuk udara, menghasilkan distribusi temperatur yang lebih baik dan lebih merata, dibanding kedua model lainnya. Pada model dua (dua pipa masuk) rentang suhu pada ruang pengering terendah dan tertinggi hanya 2,21 °C, sementara pada model tiga sebesar 7.95 °C, dan pada model satu terdapat rentang suhu sebesar 12.9 °C. Jumlah pipa saluran masuk sangat mempengaruhi distribusi temperatur/suhu pada ruang pengering. Penelitian lebih lanjut sebaiknya divariasikan untuk jumlah simulasi model atau bentuk yang lebih banyak.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Sulistiono, "Simulasi computational fluid dynamics (CFD) cabinet dryer dengan sirip dan tanpa sirip vol. 27, no. 1, pp. 7–13, 2021.
- [2] C. Anwar and S. Panggabean, "Study of Temperature and Airflow Distribution of Rack Type Wild Ginger Chips ( Curcuma xanthoriza Roxb) Drying Using Computational Fluid Dynamics ( CFD ) Simulation )," vol. 7, no. 4, pp. 291–298, 2019.
- [3] N. A. Habibi, S. Fathia, and C. T. Utami, "Perubahan Karakteristik Bahan Pangan pada Keripik Buah dengan Metode Freeze Drying ( Review )," vol. 5, no. 2, 2019.
- [4] M. Baune, N. Terjung, M. Ça, and F. Boukid, "Textured vegetable proteins ( TVP): Future foods standing on their merits as meat alternatives," vol. 6, no. August, 2022, doi: 10.1016/j.fufo.2022.100181.
- [5] M. T. Dryer, "Analisis Laju Pengeringan Cetakan Piring Keramik Kapasitas 2880 Menggunakan Tray Dryer," vol. 9, no. 2, pp. 143–153, 2022.
- [6] E. Imbir, H. Onibala, and J. Pongoh, "STUDI PENGERINGAN IKAN LAYANG ( Decapterus sp ) ASIN," vol. 3, no. 1, pp. 13–18, 2015.
- [7] K. Iranshahi, D. I. Onwude, A. Martynenko, and T. Defraeye, "Food and Bioproducts Processing Dehydration mechanisms in electrohydrodynamic drying of plant-based foods," *Food Bioprod. Process.*, vol. 131, pp. 202–216, 2021, doi: 10.1016/j.fbp.2021.11.009.
- [8] D. I. Onwude, K. Iranshahi, and D. Rubinetti, "Food and Bioproducts Processing How much do process parameters affect the residual quality attributes of dried fruits and vegetables for convective drying?," vol. 1, pp. 176–190, 2021, doi: 10.1016/j.fbp.2021.11.005.
- [9] F. H. Napitupulu, Y. P. Atmaja, D. T. Mesin, and F. Teknik, "Dengan tipe cabinet Dryer untuk Kapasitas 9 kg per Siklus " no. 8, pp. 32–43, 2011.
- [10] I. Pertanian, B. Email, I. Pertanian, and B. Email, "Analisis CFD Aliran Udara Panas pada Pengering Tipe Rak dengan Sumber Energi Gas Buang," vol. 3, no. 1, pp. 9–16, 2015.
- [11] E. Tonadi and A. Pratoto, "METAL : Jurnal Sistem Mekanik dan Termal Analisis Kinerja Pengering Surya Photovoltaic Thermal ( PV / T ) Pada Kondisi Tanpa Beban," vol. 02, pp. 59–67, 2019.
- [12] D. Santi, S. Yulianti, and A. Meidinariasty, "Analisis Laju Perpindahan Panas Pada Alat Tray Dryer Tenaga Surya dalam Proses Pengeringan Ikan Asin," vol. 7, pp. 21537–21543, 2023.