



## **Pengeringan Kacang Tanah Menggunakan Energi Panas Pembuangan AC**

### ***Drying of Peanuts Using Waste Heat from Air Conditioner Condenser***

**Indah Puspitasari<sup>1</sup>, Tamrin<sup>1\*</sup>, Winda Rahmawati<sup>1</sup>, Warji<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

\*Corresponding Author: [tamrinajis62@gmail.com](mailto:tamrinajis62@gmail.com)

**Abstract.** *Drying is a process aimed at reducing the moisture content of a material to a level where the activity of microorganisms and enzymes that cause spoilage can be halted. This study aims to determine the effectiveness of the peanut drying process by utilizing waste heat from an air conditioner (AC) condenser using two types of equipment: one with horizontal heat flow and the other with vertical heat flow. The observed parameters included final moisture content, temperature, relative humidity (RH), drying time, and drying characteristics. The results showed that the equipment with vertical heat flow was more effective, achieving a consistent final moisture content below 6% (SNI 01-3921-1995) within 18 hours, with a stable temperature range of 38–40°C and RH below 50%. In contrast, the equipment with horizontal heat flow produced uneven moisture content (3–14%) and less stable temperature and RH levels. The average drying rate constant ( $k$ ) was higher in the vertical-flow equipment, at  $-0.2586$ , indicating a faster rate of water evaporation. Based on these results, it can be concluded that waste heat from an AC condenser can be utilized as an alternative energy source. The equipment with vertical heat flow is more efficient in reducing peanut moisture content to meet storage quality standards.*

**Keywords:** *AC Condenser, Drying Characteristic, Drying, Peanuts, Moisture Content.*

### **1. Pendahuluan**

Masyarakat menjadikan kacang tanah sebagai makanan pokok yang dapat diolah menjadi berbagai bentuk, seperti kacang rebus, kacang garing, kacang atom, hingga dengan minyak dan tempe (Novianto dkk., 2020). Produksi kacang tanah di dalam negeri tidak mencukupi kebutuhan konsumen Indonesia, sehingga masih membutuhkan impor dari luar negeri, hal tersebut

dikarenakan kandungan gizi dari kacang tanah yang tinggi, terutama protein dan lemak (Sembiring dkk., 2014). Pengerinan dilakukan untuk mengurangi kadar air bahan sampai tingkat di mana aktivitas mikroorganisme dan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan berhenti. Maka diperlukan pengerinan bahan hasil pertanian untuk mempertahankan waktu penyimpanan yang lebih lama. Selain itu, pengolahan juga dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai tambah suatu produk (Yuarni dkk., 2018).

Pengerinan dengan menggunakan panas pembuangan AC telah dilakukan oleh (Lestari dkk., 2020). Panas yang berasal dari buangan kondensor AC ini biasanya tidak dimanfaatkan dan dilepaskan begitu saja ke lingkungan sekitar. Penggunaan panas terbuang kondensor AC untuk mengeringkan bahan-bahan pertanian juga dianggap aman, dan telah diuji pada asam gelugur (Mahlia dkk., 2012). Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menggunakan panas buangan AC sebagai sumber energi alternatif dalam proses pengerinan kacang tanah. Ini dapat mengurangi jumlah energi yang digunakan, meningkatkan kualitas produk, dan juga berkontribusi pada pelestarian lingkungan.

## **2. Metode Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2025 hingga Mei 2025. Bertempat di Laboratorium Bioproses dan Pascapanen, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah kondensor AC, rak pengerin, oven, timbangan, termometer hygrometer pengukur suhu dan humid ruang HTC-2, desikator dan plastik klip. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu kacang tanah.

### **2.1 Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Percobaan pada penelitian ini adalah pengerinan kacang tanah terhadap perlakuan rak pengerin aliran udara horizontal dan rak pengerin aliran udara vertikal. Adapun perlakuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Perlakuan yang dilakukan antara lain:

- a) Perlakuan Alat
  1. A1 : Alat pengerin aliran udara horizontal
  2. A2 : Alat pengerin aliran udara vertikal
- b) Perlakuan Rak
  1. R1 : Rak ke-1
  2. R2 : Rak ke-2
  3. R3 : Rak ke-3
- c) Perlakuan Posisi Sampel
  1. S1 : Sampel 1
  2. S2 : Sampel 2

Jumlah kacang tanah yang digunakan pada perlakuan A1 dan A2 sebanyak 18,4 kg yaitu setiap R1, R2 dan R3 menggunakan 1 kg kacang tanah. Setiap S1 dan S2 menggunakan 10 gr kacang tanah. Setiap sampel oven awal yang terdapat 4 sampel menggunakan 10 gr kacang tanah, dimana masing-masing tipe rak memiliki kebutuhan 9.2 kg kacang tanah. Karena setiap perlakuan dilakukan 3 kali pengulangan untuk mendapatkan sampel tersebut. Menurut Standar SNI 01-3921-1995 Kadar air maksimal kacang tanah yang memenuhi kriteria mutu I adalah 6%.

Tabel 1. Rancangan perlakuan

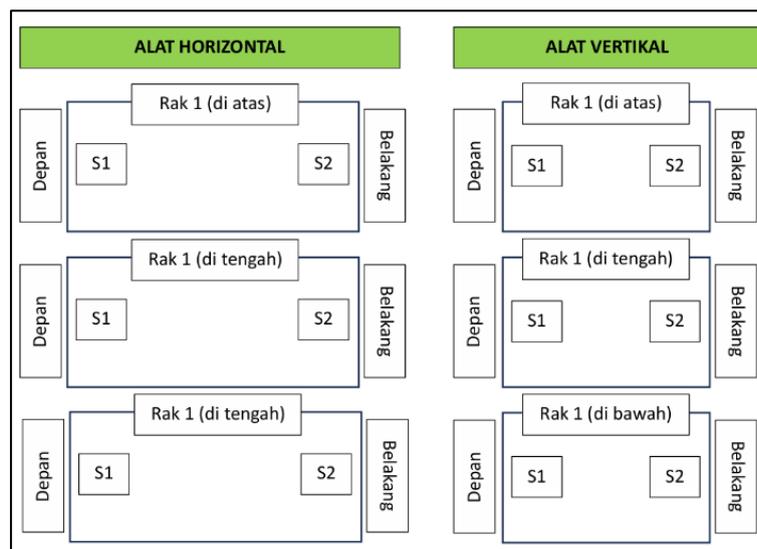
No.	Perlakuan			Ulangan		
	A	R	S	1	2	3
1	A1	R1	S1	A1R1S1U1	A1R1S1U2	A1R1S1U3
			S2	A1R1S2U1	A1R1S2U2	A1R1S2U3
		R2	S1	A1R2S1U1	A1R2S1U2	A1R2S1U3
			S2	A1R2S2U1	A1R2S2U2	A1R2S2U3
		R3	S1	A1R3S1U1	A1R3S1U2	A1R3S1U3
			S2	A1R3S2U1	A1R3S2U2	A1R3S2U3
2.	A2	R1	S1	A2R1S1U1	A2R1S1U2	A2R1S1U3
			S2	A2R1S2U1	A2R1S2U2	A2R1S2U3
		R2	S1	A2R2S1U1	A2R2S1U2	A2R2S1U3
			S2	A2R2S2U1	A2R2S2U2	A2R2S2U3
		R3	S1	A2R3S1U1	A2R3S1U2	A2R3S1U3
			S2	A2R3S2U1	A2R3S2U2	A2R3S2U3

Keterangan : A = Alat, R = Rak, S = Posisi Sampel

Tabel 2. Persyaratan mutu kacang tanah menurut SNI 01-3921-1995

Jenis Uji	Satuan	Persyaratan Umum		
		I	II	III
Kadar air (maksimum)	%	6	7	8
Butir rusak (maksimum)	%	0	1	2
Butir belah (maksimum)	%	1	5	10
Butir warna lain (maksimum)	%	0	2	3
Butir keriput (maksimum)	%	0	2	4
Kotoran (maksimum)	%	0	0,5	3
Diameter (minimum)	mm	8	7	6

Tata letak percobaan merupakan letak rak dan sampel yang akan diteliti. Pada penelitian ini masing-masing alat menggunakan 3 rak dan masing-masing rak menggunakan 2 sampel. Berikut tata letak pada penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. Tata letak posisi sampel penelitian

Berikut merupakan rak pengering yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 2. Rak pengering aliran panas horizontal



Gambar 3. Rak pengering aliran panas vertikal

## 2.2 Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan mempersiapkan alat dan bahan, lalu kacang tanah dikeringkan selama 8 jam/hari sampai mencapai kadar air yang diinginkan dan dilanjutkan dengan pengukuran parameter uji dan analisis data. Sebelum penelitian dilaksanakan, perlu dilakukan sortasi terlebih dahulu pada kacang tanah. Tujuan sortasi adalah untuk memisahkan kacang tanah yang cacat atau rusak, dan mengelaskan buah. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kondensor AC, rak pengering, oven, timbangan, termometer hygrometer pengukur suhu dan humid ruang HTC-2, desikator dan plastik klip. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu kacang tanah.

Rak pengering diletakkan di depan udara panas kondensor AC lalu kacang tanah dimasukkan ke dalam setiap rak. Selama proses pengeringan, blower AC dinyalakan untuk mengalirkan udara ke dalam ruang pengering. Proses pengeringan dilakukan selama 8 jam/hari, sampai bahan kering dan kadar air mencapai tingkat yang diinginkan yaitu 6%.

## 2.3 Parameter Penelitian

### 2.3.1 Kadar Air

Pengukuran kadar air dengan metode gravimetri dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{Kadar Air (KA)} = \frac{M_o - M_t}{M_a} \times 100\% \quad (1)$$

dimana  $M_o$  adalah berat bahan awal (g),  $M_t$  adalah berat bahan saat – t (g),  $M_a$  adalah berat bahan

akhir (kering oven) (g).

### 2.3.2 Suhu dan Kelembaban Relatif Udara Pengering (RH)

Pengukuran suhu udara dan kelembaban relatif (RH) dalam alat pengeringan dilakukan menggunakan Chyrometer. Pengukuran suhu dan RH tersebut dilakukan setiap 2 jam pada masing-masing rak.

### 2.3.3 Lama Pengeringan

Lama pengeringan merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan kacang tanah sampai kadar air maksimal 6%. Lama pengeringan dihitung ketika dimulai awal pengeringan hingga bahan mencapai kadar air 6% untuk kacang tanah. Data ini diproses dari pengolahan dan grafik laju penurunan kadar air sebagai fungsi waktu.

### 2.3.4 Karakteristik Pengeringan

Karakteristik pengeringan didapat berdasarkan regresi ekspondensial seperti sebagai berikut :

$$\frac{Mt - Me}{Mo - Me} = e^{-kt} \quad (2)$$

dimana  $Mt$  adalah kadar air dari material di waktu  $t$  (g),  $Mo$  adalah kadar air saat awal (g),  $Me$  adalah kesetimbangan kadar air dari bahan (g).

Perhitungan nilai  $k$  ditentukan dengan mencari nilai regresi persamaan linier seperti sebagai berikut:

$$M \left( \frac{Mt - Me}{Mo - Me} \right) = A + kt \quad (3)$$

Nilai  $Me$  dan nilai  $k$  ditentukan dengan cara trial dan error dengan mengumpamakan nilai  $Me$  tertentu. Kemudian diregresi linear data kadar air untuk mendapatkan nilai  $R^2$  terbesar.

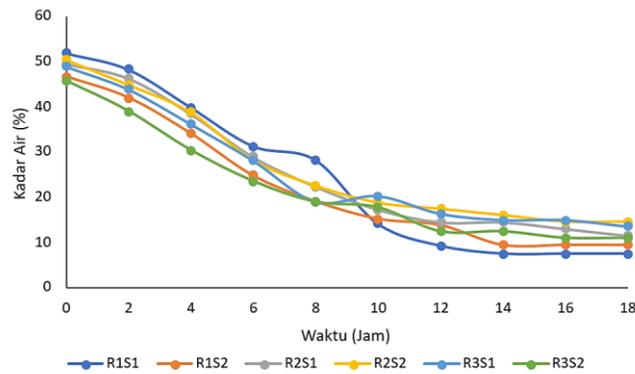
## 2.4 Analisis Data

Data dari hasil pengamatan nantinya dianalisa dengan menggunakan analisis Rancangan Acak lengkap (RAL) dan data disajikan dalam bentuk tabel. Analisa pengolahan data dilakukan dengan menggunakan software M

## 3. Hasil dan Pembahasan

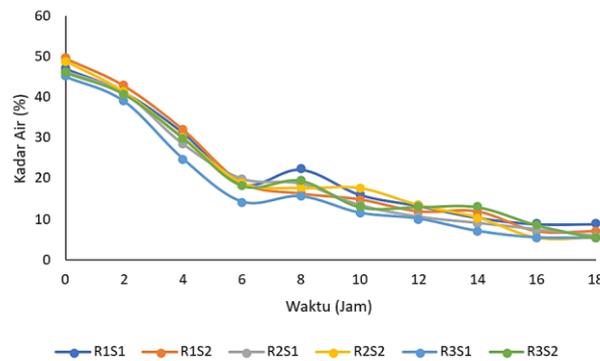
### 3.1 Penurunan Kadar Air

Pada penelitian ini, proses pengeringan dilakukan dengan memanfaatkan energi panas buangan dari kondensor AC menggunakan dua jenis alat pengering, yaitu alat dengan aliran panas horizontal dan vertikal. Berikut ini grafik hasil penurunan kadar air kacang tanah selama proses pengeringan pada masing-masing tipe alat, yang diukur secara berkala.



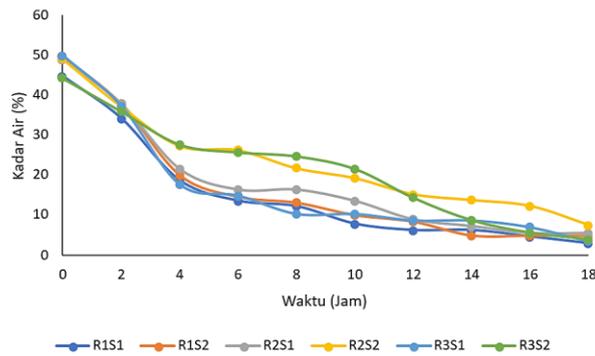
Gambar 4. Kadar air U1 tipe alat aliran panas horizontal

Pada Gambar 4, menunjukkan penurunan kadar air kacang tanah pada alat pengering horizontal untuk ulangan pertama (U1). Dari Gambar 4, dapat diketahui bahwa kadar air awal berkisar antara 45-50% dan menurun secara bertahap hingga mendekati 15% pada jam ke-18. Penurunan kadar air cenderung lambat dan tidak terlalu signifikan di awal waktu pengeringan, yang mengindikasikan bahwa transfer panas dan sirkulasi udara belum optimal di awal proses. Hal ini disebabkan oleh distribusi panas yang kurang merata pada tipe horizontal. Perlakuan R3S1 dan R3S2 terlihat paling lambat mengalami penurunan.



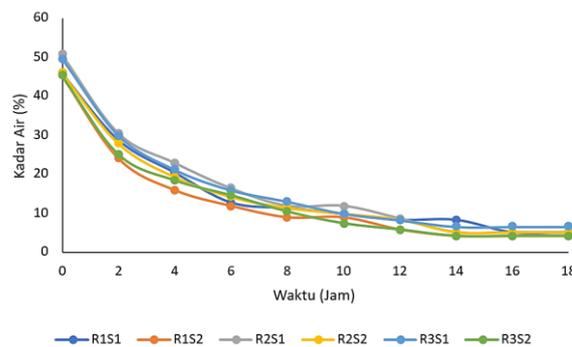
Gambar 5. Kadar air U2 tipe alat aliran panas horizontal

Pada ulangan kedua (U2), Gambar 5 menunjukkan adanya penurunan yang cukup signifikan pada jam ke-6, yang kemudian mengalami perlambatan. Beberapa titik seperti R2S1 dan R2S2 berhasil mencapai kadar air mendekati 6%, yang berarti alat mulai menunjukkan performa optimal. Namun terlihat dari pengeringan pada jam ke-8 terdapat kenaikan kadar air, hal tersebut dikarenakan faktor cuaca sehingga mengakibatkan suhu menurun dan RH yang tinggi. Perbedaan distribusi panas antara rak pertama, kedua dan ketiga tampaknya memengaruhi kecepatan pengeringan, di mana R2 memiliki hasil yang lebih efisien.



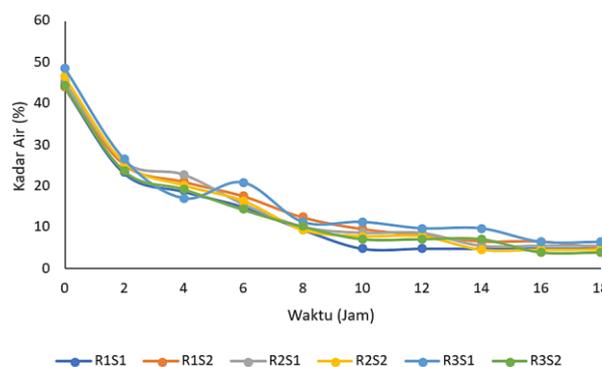
Gambar 6. Kadar air U3 tipe alat aliran panas horizontal

Gambar 6 memperlihatkan tren penurunan kadar air yang lebih cepat dibandingkan U1 dan U2. Pada titik-titik seperti R1S1 dan R3S1, kadar air berhasil turun hingga sekitar 3-5%, menunjukkan bahwa pada ulangan ini kondisi pengeringan berjalan lebih optimal. Hal ini bisa jadi disebabkan oleh stabilnya suhu dan aliran udara selama proses.



Gambar 7. Kadar air U1 tipe alat aliran panas vertikal

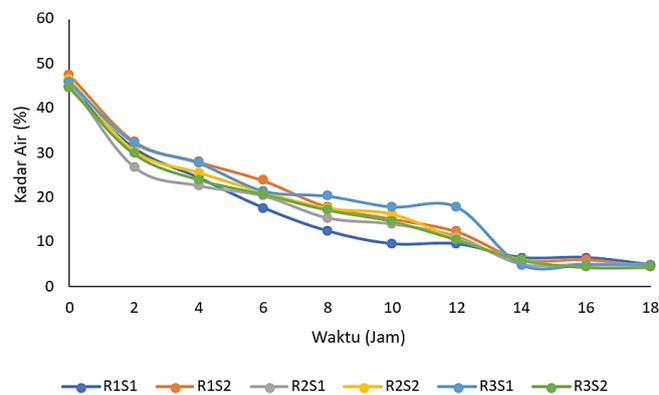
Gambar 7 menunjukkan penurunan kadar air yang signifikan pada jam ke-4 sampai ke-6. Sampel seperti R1S2 dan R2S1 mengalami penurunan paling cepat hingga mendekati 4-5%. Hal ini menunjukkan efektivitas aliran panas vertikal dalam mentransfer panas secara langsung ke seluruh permukaan bahan. Namun R3S1 belum berhasil mencapai kadar air  $\leq 6\%$ , menandakan adanya perbedaan posisi rak terhadap aliran panas.



Gambar 8. Kadar air U2 tipe alat aliran panas vertikal

Penurunan kadar air pada Gambar 8 sangat konsisten dan lebih cepat dibanding alat horizontal. Hampir semua perlakuan berada di bawah 6% setelah 18 jam, kecuali R3S1 yang

sedikit lebih lambat dan terjadi peningkatan kadar air pada jam ke-6, hal ini disebabkan oleh karakteristik higroskopis bahan tersebut. Hal ini semakin menegaskan bahwa alat aliran panas vertikal lebih mampu menyerap dan menguapkan air dari kacang tanah secara efisien.



Gambar 9. Kadar air U3 tipe alat aliran panas vertikal

Pada Gambar 9, menunjukkan pengeringan yang optimal. Penurunan kadar air sangat konsisten dan semua perlakuan (R1, R2, R3 untuk S1 dan S2) berada pada kisaran kadar air 4-5% di akhir proses. Hal ini membuktikan bahwa pengeringan vertikal bekerja paling efisien pada U3, karena suhu stabil dan kelembaban rendah sepanjang proses. Namun pada jam ke-12 titik R3S1 mengalami kenaikan kadar air, hal ini sama seperti ulangan sebelumnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa posisi R3S1 kurang baik dalam menurunkan kadar air. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Krokida dkk. (2020) suhu pengering diuji pada kisaran 65–85 °C dan RH pada kisaran 20–40%. Ditemukan bahwa kenaikan suhu mempercepat laju pengeringan, sedangkan penurunan RH juga mempercepat evaporasi air dari bahan. Namun, jika selama proses pengeringan terjadi fluktuasi lingkungan (misalnya suhu menurun atau RH meningkat tiba-tiba), maka proses pengeringan menjadi tidak konstan, dan laju penguapan air dapat menurun drastis. Akibat dari ketidakstabilan ini, terjadi kondisi di mana kadar air bahan justru naik kembali sesaat, atau disebut sebagai rehidrasi parsial. Hal ini disebabkan oleh ketidakseimbangan tekanan uap antara udara dan permukaan bahan. Saat RH meningkat (misalnya karena cuaca mendung atau ventilasi buruk), udara menjadi jenuh uap air dan tidak lagi mampu menyerap uap dari bahan. Akibatnya, air dari udara bisa terserap kembali ke dalam bahan, terutama jika suhu juga turun.

Menurut Standar SNI 01-3921-1995 kadar air maksimal kacang tanah yang memenuhi kriteria mutu I adalah 6%. Dari hasil data yang telah diperoleh, diketahui perlakuan yang memiliki kadar air yang memenuhi kriteria mutu I (6%) pada alat pengering aliran panas horizontal yaitu U2R2S1, U2R2S2, U2R3S1, U2R3S2, U3R1S1, U3R1S2, U3R2S1, U3R3S1 dan U2R3S2. Sedangkan pada alat pengering aliran panas vertikal hampir keseluruhan data mencapai kadar air sesuai SNI (6%), beberapa perlakuan yang memiliki nilai kadar air yang belum memenuhi kriteria mutu I (6%) yaitu hanya U1R3S1 dan U2R3S1.

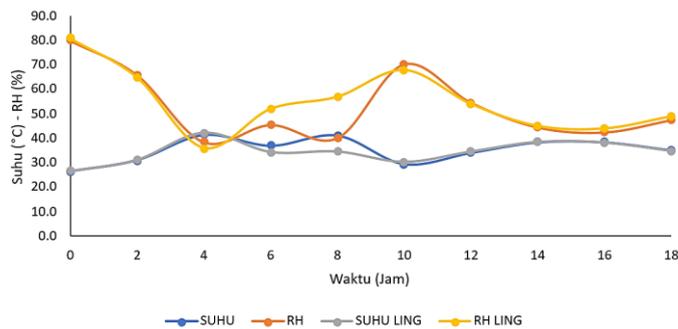
Tabel 3. Kadar air basis kering alat tipe horizontal dan vertikal

Ulangan	Sampel	KA bk (Horizontal)	KA bk (Vertikal)
U1	R1S1	7.5	5
	R1S2	9.49	4
	R2S1	11.49	5
	R2S2	14.5	5
	R3S1	13.49	6.5
	R3S2	11	4
U2	R1S1	9	5
	R1S2	7	5
	R2S1	6	5.5
	R2S2	5.5	4.5
	R3S1	5.5	6.49
	R3S2	5.49	4
U3	R1S1	3	5
	R1S2	5	4.49
	R2S1	5.5	5
	R2S2	7.49	4.5
	R3S1	3.5	5
	R3S2	4	4.5

Secara keseluruhan, alat tipe vertikal menunjukkan performa yang lebih unggul dibanding alat horizontal. Hal ini ditunjukkan dengan kecepatan penurunan kadar air yang lebih tinggi pada semua unit uji, yang menandakan efektivitas transfer panas dan aliran udara yang lebih optimal. Berdasarkan penelitian Alhafiz dkk. (2022), menyebutkan bahwa suhu sangat berperan penting dalam proses pengeringan suatu bahan pangan seperti kacang tanah. Menurut Mentari dkk. (2017), suhu merupakan parameter yang paling penting dalam proses pengeringan, karena semakin tinggi suhu maka semakin cepat pula proses pengeringan berlangsung. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan rak vertikal dalam sistem pengeringan dengan energi panas buangan AC lebih efisien dalam mengurangi kadar air kacang tanah dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan rak horizontal.

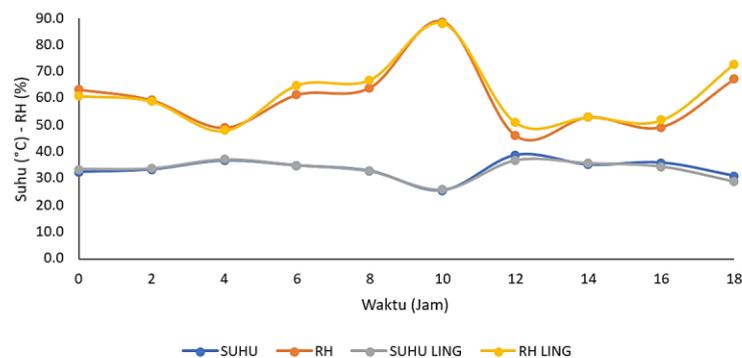
### 3.2 Kecepatan Suhu Pada Saat Pengeringan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Khatir dkk. (2022), mengenai pengujian performa alat pengering tipe terowongan Hohenheim Aceh dengan aplikasi PID controller, ditemukan bahwa suhu dan kelembaban relatif (RH) memiliki peran penting dalam efektivitas proses pengeringan. Suhu rata-rata ruang pengering tercatat sebesar 40,6°C dengan suhu maksimum mencapai 45,1°C, jauh lebih tinggi dibandingkan suhu lingkungan sekitar yang hanya 32,9°C. Suhu ini berada dalam kisaran yang ideal untuk proses pengeringan karena mampu meningkatkan laju penguapan air dari bahan yang dikeringkan, sehingga mempercepat proses pengeringan secara keseluruhan. Data yang diperoleh memberikan gambaran mengenai kestabilan kondisi pengeringan dan efisiensi distribusi panas pada masing-masing alat. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk grafik untuk memudahkan analisis perbandingan antara kedua sistem pengering.



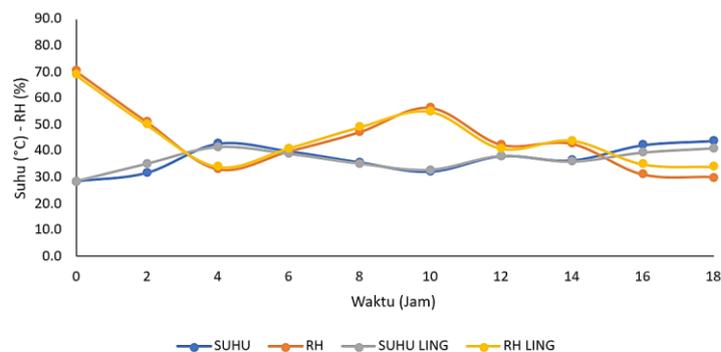
Gambar 10. Suhu dan RH U1 tipe aliran panas horizontal

Pada Gambar 10 menunjukkan suhu dalam ruang pengering yang mengalami fluktuasi ringan selama proses berlangsung, tetapi cenderung rendah pada kisaran 33-35°C. Kelembaban relatif udara tetap tinggi di atas 60% dan menurun secara lambat selama pengeringan. Kondisi ini menunjukkan bahwa alat pengering aliran panas horizontal belum memindahkan panas secara efektif dan belum menguapkan air dari bahan secara optimal. Aliran udara horizontal pada alat pengering tidak membawa uap air keluar dari ruang pengering dengan efisien.



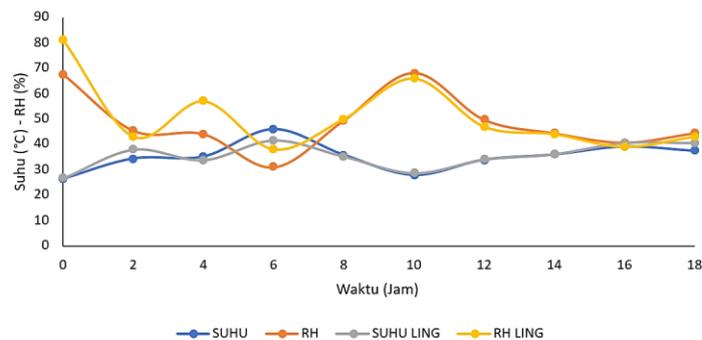
Gambar 11. Suhu dan RH U2 tipe aliran panas horizontal

Berdasarkan Gambar 11 dapat diketahui adanya sedikit peningkatan suhu dibandingkan U1, namun suhu masih berada dalam rentang sedang, yaitu 34-36°C. Kelembaban relatif udara (RH) tetap tinggi dan hanya menunjukkan sedikit penurunan setelah 6 jam proses pengeringan. Kondisi ini menunjukkan bahwa sirkulasi udara telah meningkat, tetapi belum cukup untuk mempercepat laju pengeringan. Distribusi suhu yang tidak merata antara rak atas dan bawah dapat memengaruhi hasil pengeringan secara keseluruhan.



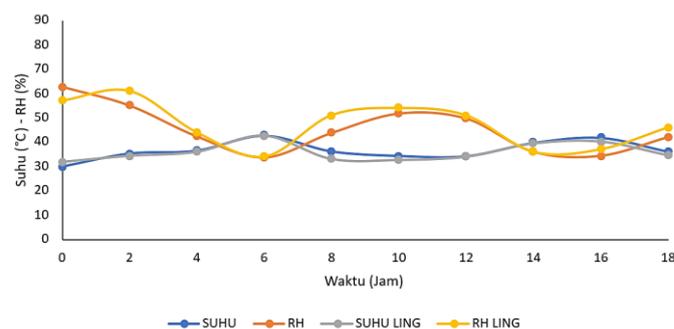
Gambar 12. Suhu dan RH U3 tipe aliran panas horizontal

Pada Gambar 12 menunjukkan suhu yang cenderung lebih stabil dan mulai mendekati suhu optimal, yaitu 35-37°C. Kelembaban relatif udara (RH) menurun lebih tajam dibandingkan sebelumnya, yang menunjukkan bahwa alat mulai bekerja lebih efektif. Penyempurnaan pada blower atau ventilasi kemungkinan menyebabkan peningkatan efektivitas tersebut. Meskipun demikian, suhu dalam alat masih tidak setinggi alat vertikal, sehingga proses pengeringan tetap berlangsung relatif lambat.



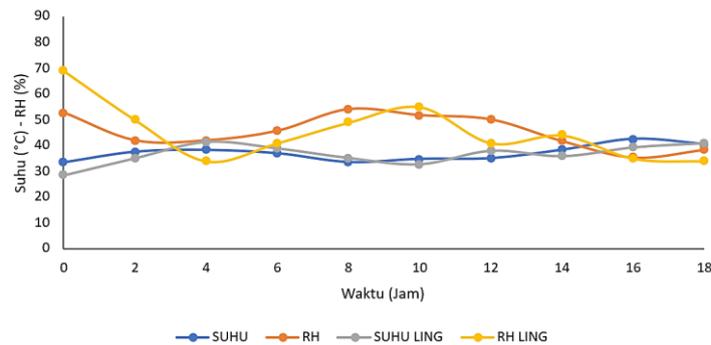
Gambar 13. Suhu dan RH U1 tipe aliran panas vertikal

Suhu dalam ruang pengering meningkat dengan cepat dan stabil pada kisaran 37-39°C selama proses pengeringan. Kelembaban relatif udara turun secara signifikan pada jam pertama pengeringan. Penurunan kelembaban ini menandakan bahwa alat pengering aliran panas vertikal dengan cepat menghilangkan uap air dari ruang pengering. Arah aliran panas dari bawah ke atas mempermudah pendorongan uap air keluar dari ruang pengering.



Gambar 14. Suhu dan RH U2 tipe aliran panas vertikal

Pada Gambar 14 yang menunjukkan U2 pada alat pengering aliran panas vertikal menunjukkan efisiensi yang maksimal, dengan suhu mencapai lebih dari 39°C dan tetap stabil sepanjang proses pengeringan. Kelembaban relatif (RH) turun drastis pada awal proses dan bertahan di bawah 50% selama pengeringan. Kondisi ini menunjukkan situasi pengeringan yang ideal dan mampu mempercepat penguapan air dari kacang tanah secara merata di semua rak.



Gambar 15. Suhu dan RH U3 tipe aliran panas vertikal

Pada Gambar 15 atau U3 pada alat pengering aliran panas vertikal menunjukkan suhu dan kelembaban yang sangat stabil dan ideal untuk proses pengeringan, dengan suhu 38-40°C dan RH di bawah 50%. Kondisi ini mendukung temuan bahwa proses pengeringan pada U3 dengan alat pengering aliran panas vertikal merupakan yang paling optimal. Efisiensi suhu dan kelembaban ini mempercepat penurunan kadar air hingga di bawah 6% pada hampir semua titik U3.

Pada Gambar 10 hingga Gambar 15 yang menunjukkan suhu dan kelembaban relatif (RH) pada masing-masing titik (U1, U2, dan U3) untuk alat pengering horizontal dan vertikal, dapat diketahui bahwa perubahan suhu dan kelembaban cukup fluktuatif selama proses pengeringan. Berdasarkan Gambar 9 hingga Gambar 15 menunjukkan bahwa suhu mengalami peningkatan lebih tajam di awal waktu pengeringan dan kemudian stabil pada kisaran suhu optimal untuk pengeringan. Sementara itu, RH (kelembaban relatif) pada alat vertikal secara keseluruhan tampak lebih rendah dibandingkan alat horizontal, menunjukkan bahwa udara dalam alat vertikal mampu menyerap uap air lebih baik dan mengalirkannya keluar dengan lebih efisien. Hal ini mendukung terjadinya pengeringan yang lebih cepat. Menurut Rahayuningtyas dan Kuala (2016), yang meneliti tentang pengaruh suhu dan kelembaban udara pada proses pengeringan singkong. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama waktu pengeringan terhadap perubahan suhu serta kelembaban udara yang terjadi selama proses pengeringan. Suhu pengeringan diatur pada 50°C-60°C dan 60°C-70°C dengan kecepatan kipas 2,5 m/s, bahan yang dikeringkan berupa irisan singkong dengan ketebalan 2 mm. Hasil dari penelitian tersebut menyimpulkan bahwa suhu dan kelembaban mempengaruhi lamanya pengeringan. Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa alat vertikal memiliki kinerja suhu pengeringan yang lebih efektif dibandingkan alat horizontal. Suhu yang lebih tinggi dan kelembaban yang lebih rendah dalam sistem vertikal menunjukkan sirkulasi udara panas yang lebih optimal, yang berkontribusi terhadap kecepatan penurunan kadar air bahan. Sebaliknya, suhu yang kurang stabil dan RH yang tetap tinggi pada alat horizontal mengindikasikan keterbatasan sirkulasi udara panas, sehingga pengeringan berjalan lebih lambat.

### 3.3 Karakteristik Pengeringan

Karakteristik pengeringan merupakan salah satu parameter penting yang menggambarkan efisiensi proses pengeringan kacang tanah selama waktu tertentu. Penilaian karakteristik ini dilakukan dengan mengamati nilai konstanta laju pengeringan ( $k$ ). Tabel 4 menunjukkan data karakteristik pengeringan disajikan dalam masing-masing perlakuan guna mengetahui efektivitas rak pengeringan aliran panas horizontal dan vertikal berdasarkan nilai  $k$  yang dihasilkan.

Tabel 4. Nilai Karakteristik Pengeringan Tipe Vertikal dan Horizontal

Ulangan	Sampel	Karakteristik Pengeringan	
		Tipe Horizontal	Tipe Vertikal
U1	R1S1	-0.2964	-0.234
	R1S2	-0.243	-0.2606
	R2S1	-0.2105	-0.2713
	R2S2	-0.2048	-0.2582
	R3S1	-0.1973	-0.2576
	R3S2	-0.1973	-0.2699
	Rata-rata	-0.2249	-0.2586
	U2	R1S1	-0.233
R1S2		-0.2425	-0.2183
R2S1		-0.2283	-0.2557
R2S2		-0.2469	-0.2652
R3S1		-0.2518	-0.2174
R3S2		-0.2016	-0.2251
Rata-rata		-0.2340	-0.2421
U3		R1S1	-0.1936
	R1S2	-0.2751	-0.2311
	R2S1	-0.2545	-0.2604
	R2S2	-0.1853	-0.2556
	R3S1	-0.2086	-0.2655
	R3S2	-0.2243	-0.2519
	Rata-rata	-0.2236	-0.2485

Nilai karakteristik pengeringan merupakan salah satu parameter penting dalam mengevaluasi kecepatan proses pengeringan suatu bahan. Berdasarkan hasil analisis data, alat pengeringan dengan aliran panas horizontal menunjukkan nilai karakteristik pengeringan yang bervariasi antara -0,2964 hingga -0,1936, sedangkan alat pengering aliran panas vertikal memiliki nilai antara -0,2713 hingga -0,2174. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa baik alat pengering dengan aliran udara horizontal maupun vertikal sama-sama efektif dalam menurunkan kadar air, namun kestabilan nilai karakteristik pengeringan pada alat pengering aliran udara vertikal terlihat lebih merata dan konsisten antar perlakuan. Secara teoritis, nilai karakteristik pengeringan yang lebih besar dalam nilai absolut menunjukkan laju pengeringan yang lebih cepat. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa kedua sistem bekerja dalam kisaran efisien, namun alat pengering dengan aliran udara vertikal cenderung memberikan proses pengeringan yang lebih stabil. Hal ini diduga karena aliran panas tipe vertikal tersebar lebih merata dan langsung mengenai permukaan bahan secara keseluruhan.

Dari analisis statistik ( $R^2$  tertinggi) Page model dinyatakan sebagai model terbaik dalam menggambarkan karakteristik pengeringan pistachio karena memberikan prediksi paling akurat terhadap data eksperimen Kashaninejad dkk. (2007). Dari data ini juga terlihat bahwa alat tipe horizontal memiliki nilai  $R^2$  tertinggi, yang menunjukkan laju pengeringan tercepat pada perlakuan tersebut. Namun, kestabilan antar ulangan dan antar perlakuan pada sistem vertikal lebih baik, hal tersebut membuktikan bahwa sistem ini lebih efisien dalam menjaga performa pengeringan yang konsisten. Oleh karena itu, alat pengering dengan aliran udara vertikal dapat direkomendasikan sebagai desain pengering yang lebih stabil dan efektif, khususnya dalam pengeringan berbasis udara panas dengan variasi suhu dan kelembaban lingkungan yang tidak menentu.

Tabel 5. Nilai R<sup>2</sup>

Ulangan	Sampel	Nilai R <sup>2</sup>	
		Tipe Horizontal	Tipe Vertikal
U1	R1S1	0.9396	0.9451
	R1S2	0.963	0.957
	R2S1	0.9838	0.951
	R2S2	0.9818	0.9557
	R3S1	0.9683	0.9701
	R3S2	0.9796	0.9703
	Rata-rata	0.96935	0.9582
U2	R1S1	0.9675	0.8727
	R1S2	0.9422	0.9764
	R2S1	0.9784	0.9584
	R2S2	0.9042	0.9558
	R3S1	0.965	0.924
	R3S2	0.8979	0.9483
	Rata-rata	0.94253	0.9393
U3	R1S1	0.9641	0.9772
	R1S2	0.9557	0.9464
	R2S1	0.967	0.901
	R2S2	0.8981	0.9257
	R3S1	0.8738	0.8342
	R3S2	0.8766	0.9313
	Rata-rata	0.92255	0.9193

Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh El Mesery dan Mwithiga (2012), yang meneliti dua model alat pengeringan yaitu pengering udara konvektif horizontal dan vertikal serta memberikan kesimpulan bahwa pengering horizontal dinyatakan lebih efisien dalam mengeringkan irisan bawang jika dibandingkan dengan pengering vertikal. Pada penelitian tersebut diperoleh nilai  $k$  0,0053-0,0236 dan rata-rata nilai R<sup>2</sup> 0,984-0,998 pada alat pengering udara konveksi horizontal, sedangkan pada alat pengering udara konveksi horizontal memperoleh nilai  $k$  0,0038-0,0131 dan nilai R<sup>2</sup> 0,994-0,999. Oleh karena itu, alat pengering dengan aliran udara vertikal dapat direkomendasikan sebagai desain pengering yang lebih stabil dan efektif, khususnya dalam pengeringan berbasis udara panas dengan variasi suhu dan kelembaban lingkungan yang tidak menentu.

### 3.4 Perbandingan Laju Pengeringan Antara Tipe Horizontal dan Vertikal

Laju pengeringan merupakan indikator penting dalam menilai efisiensi rak pengering. Nilai ini biasanya dinyatakan dalam bentuk konstanta laju pengeringan ( $k$ ), yang dihitung berdasarkan perubahan kadar air terhadap waktu. Perbandingan laju pengeringan antara dua rak pengering, yaitu aliran panas horizontal dan vertikal, dapat memberikan informasi mengenai efektivitas masing-masing alat dalam menurunkan kadar air kacang tanah secara cepat dan merata. Berikut ini menyajikan hasil perhitungan nilai  $k$  rata-rata dari masing-masing rak pada setiap ulangan (U1, U2, dan U3) untuk dianalisis lebih lanjut.

Tabel 6. Rata-rata karakteristik pengeringan

Ulangan	Tipe Horizontal	Tipe Vertikal
U1	-0.2249	-0.2586
U2	-0.2340	-0.2421
U3	-0.2236	-0.2485

Berdasarkan Tabel 5, dapat diketahui bahwa nilai rata-rata konstanta laju pengeringan ( $k$ ) untuk rak pengering dengan aliran panas vertikal selalu lebih besar secara absolut dibandingkan alat dengan aliran udara horizontal pada ketiga unit pengujian. Nilai  $k$  untuk sistem vertikal berkisar antara -0.2485 hingga -0.2586, sedangkan untuk sistem horizontal berada di rentang -0.2236 hingga -0.2340. Nilai  $k$  yang lebih besar secara absolut mengindikasikan laju pengeringan yang lebih cepat, sehingga sistem vertikal dapat dikatakan lebih efisien dalam proses pengeringan. Selisih nilai  $k$  yang paling signifikan terjadi pada U2, dengan perbedaan antara sistem vertikal dan horizontal sebesar 0.0081. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi pengujian tertentu, rak dengan aliran panas vertikal mampu meningkatkan laju pengeringan secara nyata. Selain itu, nilai  $k$  pada sistem horizontal terlihat lebih berfluktuasi antar ulangan (dari -0.2236 hingga -0.2340), sedangkan sistem vertikal cenderung lebih stabil. Hasil ini didukung oleh analisis sebelumnya yang dilakukan oleh Kurniasari dkk (2015), tentang mempelajari laju pengeringan dan sifat fisik mie kering berbahan campuran tepung terigu dan tepung tapioka dan memperoleh nilai  $k$  -0,012 hingga -0,014, menyatakan bahwa laju pengeringannya lebih cepat dapat ditentukan dari nilai  $k$  yang lebih tinggi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sonjaya dkk (2022), nilai konstanta laju pengeringan sangat tergantung pada besarnya nilai koefisien difusi suatu bahan yang dikeringkan, dimana keduanya berbanding lurus. Nilai konstanta laju pengeringan dapat diperoleh dari persamaan linier yang dimana nilai konstanta pengeringannya sebesar 0,271. Kecepatan laju penguapan selama proses pengeringan akan menentukan besarnya laju pengeringan selama proses pengeringan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rozana dkk (2016) juga menyebutkan bahwa laju pengeringan cenderung berfluktuasi, fluktuasi ini disebabkan oleh faktor eksternal meliputi suhu, kelembaban, dan kecepatan aliran udara. Dengan demikian, berdasarkan nilai rata-rata karakteristik pengeringan, alat pengering dengan aliran panas vertikal memiliki nilai  $k$  yang lebih tinggi sehingga dapat direkomendasikan sebagai pilihan yang lebih unggul untuk pengeringan kacang tanah menggunakan panas pembuangan AC.

#### 4. Kesimpulan

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengeringan kacang tanah menggunakan energi panas pembuangan AC dengan dua tipe alat pengering (aliran panas horizontal dan vertikal), dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengaruh tipe alat pengering terhadap kadar air, suhu, kelembaban relatif udara, dan karakteristik pengeringan kacang tanah menunjukkan bahwa alat pengering dengan aliran panas vertikal lebih efisien pada rentan suhu efektif 26,1-46,3°C dibandingkan horizontal pada rentan suhu efektif 25,5-44,3°C.
2. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kadar air akhir sebesar 6% (sesuai standar SNI 01-3921-1995 untuk mutu kacang tanah) lebih cepat dicapai pada alat pengering aliran panas vertikal 10-18 jam, dibandingkan alat horizontal 14-18 jam.

## 4.2 Saran

Dari hasil penelitian ini, terdapat beberapa saran yang berkaitan dengan penelitian ini, antara lain:

1. Untuk mendapatkan hasil pengeringan kacang tanah yang lebih cepat dan seragam, disarankan menggunakan alat pengering aliran panas vertikal, terutama dalam skala produksi menengah hingga besar.
2. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan variasi suhu dan kecepatan aliran udara, serta pengujian kualitas produk akhir (warna, tekstur, daya simpan) untuk menilai lebih jauh pengaruh metode pengeringan terhadap mutu kacang tanah.
3. Perlu pengembangan alat yang dapat menggabungkan efisiensi sistem vertikal dengan fleksibilitas penempatan rak, serta penggunaan energi terbarukan atau limbah panas lain untuk mendukung prinsip efisiensi energi dan ramah lingkungan.

## Daftar Pustaka

- Alhafiz, R., Nurba, D., dan Devianti, D. 2022. Modifikasi Pengering Efek Rumah Kaca (ERK) Atap Parabolik untuk Kacang Tanah (*Arachis hypogaeae* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(2), 480-489.
- El Mesery, H. S., dan Mwithiga, G. 2012. The Drying Of Onion Slices In Two Types Of Hot-Air Convective Dryers. *African Journal of Agricultural Research*, 7(30), 4284-4296.
- Kashaninejad, M., Mortazavi, A., Safekordi, A., dan Tabil, L. G. 2007. Thin-Layer Drying Characteristics and Modeling of Pistachio Nuts. *Journal of Food Engineering*, 78(1), 98-108.
- Khatir, R., Hartuti, S., dan Hardiyanti, U. 2022. Uji Performansi Alat Pengering Tipe Terowongan Hohenheim Aceh Dengan Aplikasi Proportional Integral Derivative Controller Untuk Kipas Outlet. *Journal of Science and Technology*, 15(3), 308-315.
- Krokida, M. K., Karathanos, V. T., Maroulis, Z. B., dan Marinos-Kouris, D. 2003. Drying kinetics of some vegetables. *Journal of Food Engineering*, 59(4),391-403.
- Kurniasari, E., Waluyo, S., dan Sugiyanti, C. 2015. Mempelajari Laju Pengeringan Dan Sifat Fisik Mie Kering Berbahan Campuran Tepung Terigu Dan Tepung Tapioka. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 4(1), 1- 8.
- Lestari, N., Samsuar, S., Novitasari, E., dan Rahman, K. 2020. Kinerja Cabinet Dryer pada Pengeringan Jahe Merah dengan Memanfaatkan Panas Terbuang Kondensor Pendingin Udara. *Jurnal Agritechno*, 13(1), 57-70.
- Mahlia, T. M. I., Cheng, L. W., Salikka, L. C. S., Lim, C. L., Hasan, M. H., dan Hamdani, U. 2012. Drying Garcinia Atroviridis Using Waste Heat from Condenser of a Split Room Air Conditioner. *International Journal of Mechanical and Materials Engineering (IJMME)*, 7(2), 171-176.
- Mentari, B., Nurba, D., dan Khathir, R. 2017. Penyulingan Minyak Atsiri Sereh Dapur (*Cymbopogon Citratus*) Dengan Metode Penyulingan Air-Uap. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 1(1), 1009-1016.
- Novianto, E. D., Pradipta, M. S. I., Suwasdi, S., Mursilati, M., dan Purnomo, S. B. 2020. Pemanfaatan Limbah Agroindustri Kacang Tanah Sebagai Media Pertumbuhan Mikrobia Probiotik *Lactobacillus bulgaricus*. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 9(1), 35-41.
- Rahayuningtyas, A., dan Kuala, S. I. 2016. Pengaruh Suhu Dan Kelembaban Udara Pada Proses Pengeringan Singkong (Studi Kasus: Pengering Tipe Rak). *ETHOS (Jurnal Penelitian dan Pengabdian)*, 4(1), 99-104.
- Rozana, R., Hasbullah, R., dan Muhandri, T. 2016. Response of Drying Temperature on Drying Rate and Quality of Dried Candied Mango (*Mangifera indica* L.). *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 04(1), 59-66.

- Sembiring, M., Sipayung, R., dan Sitepu, F. E. 2014. Pertumbuhan Dan Produksi Kacang Tanah Dengan Pemberian Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit Pada Frekuensi Pembumbunan Yang Berbeda. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2(2), 598-606.
- Sonjaya, A. N., Djamruddin, D., Nulhakim, L., dan Rahmadani, A. 2022. Analisis Laju Pengeringan Pada Cetakan Piring Keramik Kapasitas 2880. *Jurnal Teknologi*, 9(2), 52-62.
- Yuarni, D., Kadirman, K., dan Jamaluddin P, J. P. 2018. Laju Perubahan Kadar Air, Kadar Protein Dan Uji Organoleptik Ikan Lele Asin Menggunakan Alat Pengering Kabinet (Cabinet Dryer) Dengan Suhu Terkontrol. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 1(1), 12-21.