

e-ISSN : 3031-0342
Diterima : 29 April 2026
Disetujui : 15 Juni 2026
Tersedia online di <https://journal.unram.ac.id/index.php/agent>

ANALISIS PERPINDAHAN PANAS PADA PROSES PENGERINGAN DAUN UBI JALAR (*IPOMEA BATATAS L.*) MENGGUNAKAN ALAT TIPE RAK (TRAY DRYER)

*"Heat Transfer Analysis in the Drying Process of Sweet Potato Leaves (*Ipomoea batatas L.*)
Using a Tray Dryer"*

Mawar Fanesa^{1*}, Ansar¹, Ida Ayu Widhiantari¹

¹Institusi Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram

Email*): mawarfanesa1234@gmail.com

ABSTRACT

Purple sweet potatoes (*Ipomea batatas L.*) have leaves that have the potential to be developed as functional foods, one of which is in the form of herbal tea. To meet product quality standards, particularly a maximum moisture content of 8% in accordance with SNI 3836:2013, an effective and controlled drying process is required. This study aims to analyze heat transfer in the drying process of sweet potato leaves using a tray dryer. The research method used is an experimental method with drying temperatures of 40–45°C and 50–55°C. The parameters analyzed included drying temperature, material mass, heat energy input, heat energy output, heat energy loss, and useful heat energy. The results showed that the heat energy input at a temperature of 40–45°C was 803.82 kJ with useful energy of 168 kJ, energy output of 157.655 kJ, and energy loss of 325.655 kJ. At a temperature of 50–55°C, the heat energy input increased to 1,148.57 kJ, with useful energy of 165.2 kJ, outgoing energy of 193.625 kJ, and lost energy of 356.025 kJ. The increase in temperature accelerated the decrease in moisture content and accelerated the drying process

Keywords: sweet potato leaves, rack-type dryer, heat transfer, energy, temperature.

ABSTRAK

Ubi jalar ungu (*Ipomea batatas L.*) memiliki daun yang berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional, salah satunya dalam bentuk teh herbal. Untuk memenuhi standar mutu produk, khususnya kadar air maksimal 8% sesuai SNI 3836:2013, diperlukan proses pengeringan yang efektif dan terkontrol. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perpindahan panas pada proses pengeringan daun ubi jalar menggunakan alat pengering tipe rak (tray dryer). Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan perlakuan suhu pengeringan 40–45°C dan 50–55°C. Parameter yang dianalisis meliputi suhu pengering, massa bahan, energi panas masuk, energi panas keluar, energi panas hilang, dan energi panas berguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa energi panas masuk pada suhu 40–45°C sebesar 803,82 kJ dengan energi berguna 168 kJ, energi keluar 157,655 kJ, dan energi hilang 325,655 kJ. Pada suhu 50–55°C energi panas masuk meningkat menjadi 1.148,57 kJ, energi berguna 165,2 kJ, energi keluar 193,625 kJ, dan energi hilang 356,025 kJ. Peningkatan suhu mempercepat penurunan kadar air dan mempercepat proses pengeringan.

Kata kunci: daun ubi jalar, pengering tipe rak, perpindahan panas, energi, suhu.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) merupakan tanaman semusim yang menghasilkan umbi. Ubi jalar ungu termasuk salah satu jenisnya dan memiliki kandungan antosianin tinggi (I. Rahmawati et al., 2024). Bagian tanaman seperti batang, daun, bunga, dan umbi bisa diamati untuk membedakan variasi kultivar. Daun ubi jalar mengandung banyak senyawa seperti vitamin, mineral, polifenol, β -karoten, flavonoid, antosianin, dan asam lemak esensial yang berfungsi untuk menjaga kesehatan melalui peningkatan sistem pertahanan tubuh atau melalui aktivitas antioksidan dan menangkap radikal bebas (Yulianty et al., 2023).

Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) merupakan umbi-umbian yang tidak hanya dikonsumsi sebagai bahan pangan, tetapi juga berpotensi sebagai tanaman obat karena bagian akar, daun, kulit, dan umbinya mengandung senyawa bioaktif (Adlina et al., 2025). Daun ubi jalar ungu kaya akan antosianin sebagai antioksidan dengan sistem ikatan rangkap terkonjugasi, bahkan memiliki kandungan antioksidan dan komponen fitokimia lebih tinggi dibandingkan umbinya, sehingga diperkirakan berpotensi dimanfaatkan sebagai terapi pendukung penyakit demam berdarah (Happy et al., 2022; S. N. Rahmawati, 2019). Daun yang telah dikeringkan dapat diolah menjadi teh herbal, obat tradisional untuk bisul, serta penurun panas, dengan infusa daun kering dilaporkan berpotensi sebagai obat demam berdarah, sementara kadar air yang disyaratkan pada teh herbal maksimal 8%. Proses pengeringan bertujuan menurunkan kadar air bahan dan diupayakan berlangsung secepat mungkin melalui peningkatan perpindahan panas dan massa; metode penjemuran bergantung pada kondisi lingkungan dan cenderung menghasilkan mutu kurang seragam, sedangkan penggunaan alat pengering terkontrol seperti oven memberikan proses lebih cepat dan hasil yang lebih konsisten terhadap karakteristik fisik serta laju penurunan kadar air (Asiah & Djaeni, 2021).

Salah satu faktor yang menentukan cepat lambatnya massa air untuk meninggalkan bahan selama proses pengeringan yaitu konstanta laju pengeringan. Konstanta laju pengeringan, yang disimbolkan dengan k , merupakan besaran yang menyatakan tingkat kecepatan air atau massa air untuk berdifusi keluar meninggalkan bahan yang dikeringkan (Kurniawan et al., 2021). Pengeringan sebaiknya menggunakan suhu yang tidak terlalu tinggi baik secara alami menggunakan sinar matahari maupun suhu buatan seperti oven. Suhu yang tinggi memang mempercepat proses pengeringan namun sering kali tidak merata terutama bagian dalam bahan baku masih ada yang belum kering sempurna. Jika suhu pengeringan terlalu rendah prosesnya akan berjalan lambat dan berpotensi adanya jamur dan mikroba yang berkembang (Hadi, 2019; Swastawati et al., 2019). Jadi secara umum biasanya suhu yang efektif untuk pengeringan berkisar antara 60°- 70°C (Handoyo & Pranoto, 2020).

Berdasarkan latar belakang tersebut, diperlukan kajian ilmiah yang lebih mendalam mengenai proses pengeringan daun ubi jalar, khususnya yang berkaitan dengan mekanisme perpindahan panas selama pengeringan. Analisis perpindahan panas pada penggunaan alat tipe rak (*tray dryer*) menjadi penting untuk diteliti guna memperoleh gambaran karakteristik proses, efektivitas distribusi panas, serta hubungannya dengan laju penurunan kadar air. Kajian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam menentukan kondisi operasi pengeringan yang lebih optimal sehingga mendukung pengembangan produk olahan daun ubi jalar dengan mutu yang lebih baik dan konsisten.

Tujuan

“Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis perpindahan panas pada proses pengeringan daun ubi jalar (*Ipomoea batatas** L.) menggunakan alat tipe rak (*tray dryer*). Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan teknologi pengeringan yang lebih optimal, efisien, dan ramah lingkungan, sehingga mendukung pemanfaatan daun ubi jalar sebagai bahan baku produk pangan fungsional dengan mutu yang konsisten sesuai standar SNI.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi anemometer, alat pengering tipe rak, blower, hygrometer digital HTC-2, kamera, moisture analyzer (Star/TSP-650), stopwatch, termokopel, termometer digital (HT-98815), timbangan digital waterproof (SCITEK BA-CS Series Version), oven, serta termometer bola basah dan bola kering, dengan penempatan kode atau tipe alat pada bagian inlet ruang pengering, ruang pengering, tungku pembakaran, outlet, blower, engsel rak, rak pengering, dan pintu pengering. Bahan penelitian berupa daun ubi jalar ungu yang diperoleh dari petani di Gunung Sari, Lombok Barat, dengan kriteria daun tua yang dipanen pada umur 3-3,5 bulan, serta cangkang kemiri sebagai bahan bakar biomassa yang diperoleh dari penjual di Narmada, Lombok Barat

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Pengujian ini dilakukan menggunakan mesin pengering tipe rak pada bahan daun ubi jalar dengan massa 70 gram, dengan perlakuan suhu yang digunakan yaitu 40°C-45°C dan 50°C-55°C Interval waktu yang digunakan pada pengambilan data setiap 30 menit sampai massa bahan konstan. Mesin ini menggunakan tungku pembakaran sebagai sumber pemanas, biomassa yang digunakan yaitu cangkang kemiri.

Parameter Penelitian

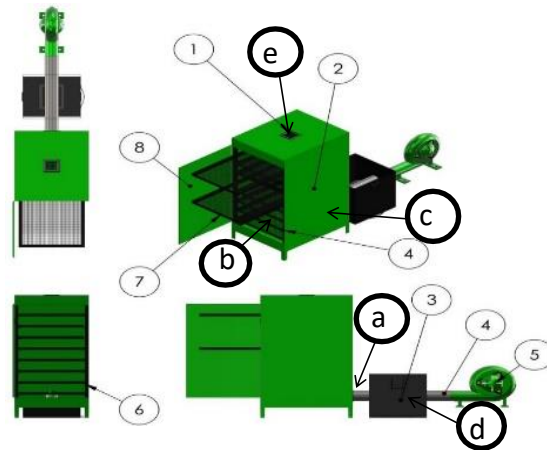
Beberapa parameter yang diamati dan dianalisis dalam penelitian ini meliputi:

1. Suhu ruang pengering
Diletakkan termokopel di rak pengering atas (1), tengah (4), bawah (8), inlet dan tungku biomassa. Pengambilan data suhu ruang pengering interval waktu pengukuran setiap waktu 30 menit.
2. Suhu lingkungan
Diletakkan termokopel di sekitar lingkungan pengamatan dengan interval waktu 30 menit.
3. Massa Bahan
Massa bahan diukur menggunakan timbangan digital pada awal pengeringan sampai akhir pengeringan menggunakan alat pengering tipe rak.
4. Energi Panas Masuk ke Ruang Pengering
Energi panas masuk ke dalam ruang pengering merupakan energi yang dihasilkan dari pembakaran biomassa cangkang kemiri menggunakan rocket stove. Energi panas yang masuk ke dalam ruang pengering dapat dihitung menggunakan persamaan 2.
5. Energi panas keluar dari ruang pengering
Jumlah energi panas yang keluar dari sebuah sistem melalui ventilasi per satuan waktu yang dapat dihitung menggunakan rumus persamaan 17.
6. Energi Panas Hilang Melalui Dinding Ruang Pengering
Energi panas yang hilang melalui dinding merupakan suatu energi yang keluar dari sebuah sistem melalui celah yang ada, sehingga energi hilang dapat dihitung dengan persamaan 3.
7. Energi Panas yang Digunakan untuk Mengeringkan.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dalam menganalisis perpindahan panas pada proses pengeringan daun ubi jalar menggunakan alat pengering tipe rak diawali dengan pemetikan daun ubi jalar ungu secara langsung dan dikumpulkan dalam karung, kemudian dilakukan sortasi untuk memisahkan daun layu dan memilih daun segar berdasarkan karakteristik fisik agar diperoleh bahan yang seragam. Bahan selanjutnya dicuci menggunakan air bersih mengalir dalam waktu singkat, ditimbang sebanyak 70 gram per loyang dengan total delapan loyang, kemudian dilayukan menggunakan oven pada suhu 55°C selama 20 menit dengan pembalikan daun sebanyak 2-3 kali setiap 5 menit untuk memperoleh pelayuan yang merata. Setelah pelayuan, daun digulung untuk memudahkan proses peremukan, lalu

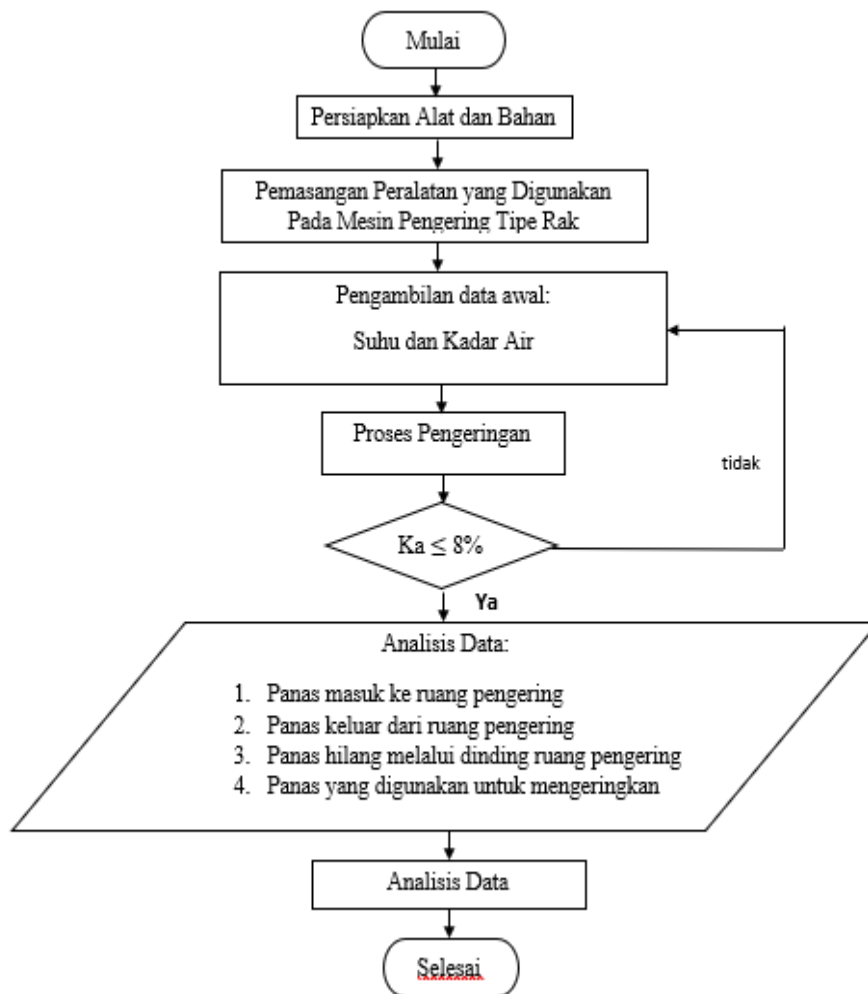
dikeringkan menggunakan alat pengering tipe rak pada variasi suhu 40-45°C dan 50-55°C hingga kadar air mencapai maksimal 8%, dengan pengambilan data kadar air dilakukan setiap 30 menit.



Gambar 1. Alat Pengering Tipe Rak

Alat pengering tipe rak meliputi outlet ruang pengering, ruang pengering, tungku pembakaran, inlet ruang pengering, blower, engsel rak, rak pengering, dan pintu pengering, sedangkan titik pengukuran dalam penelitian ini mencakup suhu inlet, suhu ruang pengering, suhu dinding, suhu tungku api, serta suhu pada exhaust fan atau outlet yang seluruhnya dinyatakan dalam satuan derajat Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

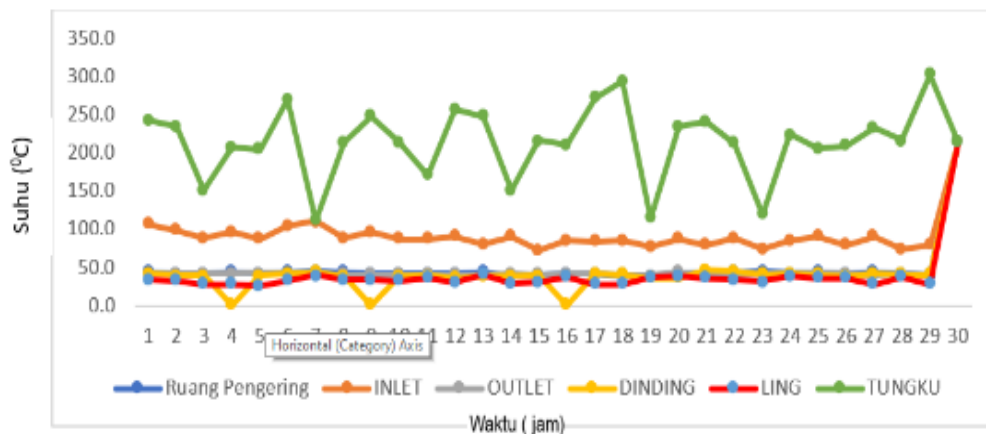
Analisis Data

Data yang dihasilkan dari penelitian ini dianalisis dengan menggunakan pendekatan kesetimbangan massa dan energi yang dimaksudkan untuk menyelesaikan model matematik yang telah dibuat dengan menggunakan program komputer Microsoft Excel.

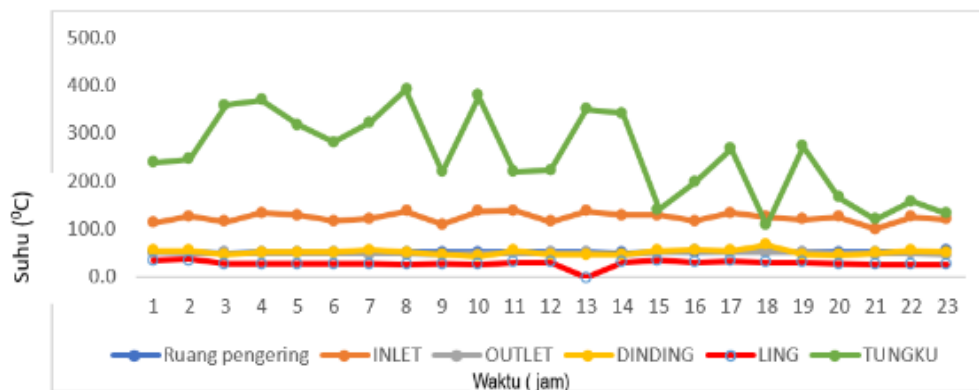
HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu

Pengering rak menghasilkan energi dari panas yang dihasilkan dengan membakar biomassa cangkang kemiri di dalam tungku. Berdasarkan pengamatan suhu selama proses pengeringan, diperoleh suhu lingkungan, inlet, outlet, tungku dan suhu ruang pengering pada setiap perlakuan seperti pada Gambar berikut:



Gambar 3. Suhu Ruang Pengering dan Lingkungan Selama Proses Pengeringan, Suhu 40-45°C



Gambar 4. Suhu Ruang Pengering dan Lingkungan Selama Proses Pengeringan, Suhu 50-55°C

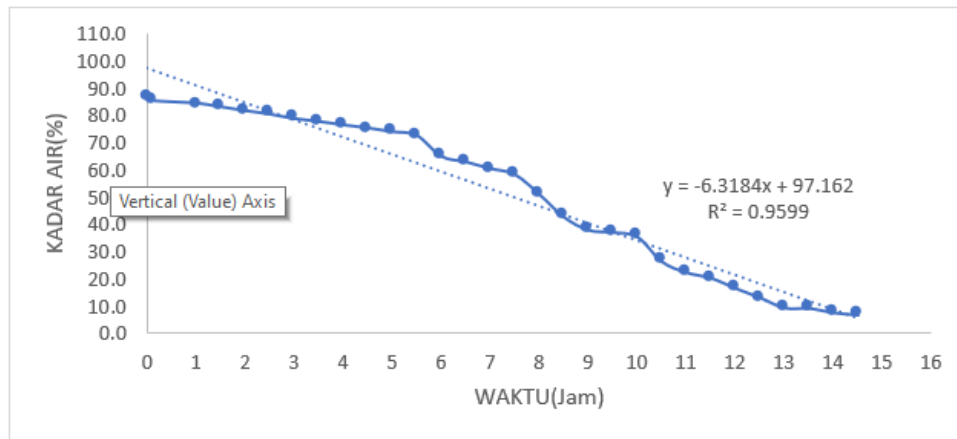
Berdasarkan Gambar tersebut hasil pengamatan pada suhu pengeringan 40-45°C dan 50-55°C diperoleh data bahwa suhu ruang pengering, inlet, outlet, dan lingkungan cenderung stabil selama proses pengeringan berlangsung, sedangkan suhu pada tungku mengalami fluktuasi yang cukup tinggi akibat proses pembakaran bahan bakar biomassa yang tidak konstan. Perbedaan suhu antara tungku dan ruang pengering menunjukkan adanya perpindahan panas yang berjalan efektif dari sumber panas menuju ruang pengering. Suhu pengeringan sangat berpengaruh terhadap penurunan kadar air daun ubi jalar. Fenomena yang terjadi pada tungku jauh lebih tinggi dibandingkan inlet, dan fenomena pada suhu inlet juga jauh lebih tinggi dibandingkan ruang pengering, outlet dan lingkungan. Suhu inlet lebih tinggi karena udara panas murni dari sumber panas yang belum mengalami perpindahan panas ke bahan, dinding, atau udara luar. Berdasarkan penelitian pada suhu 40-45°C yang sudah dilakukan diperoleh sebaran suhu selama proses pengeringan berkisaran 49,8-50,0°C untuk suhu lingkungan diperoleh kisaran sebesar 39,0-40,0°C Pada perlakuan

pengeringan dengan suhu 50-55°C diperoleh sebaran suhu sebesar 50,8-53,8°C dan untuk suhu lingkungan diperoleh kisaran 38,0-39,9°C

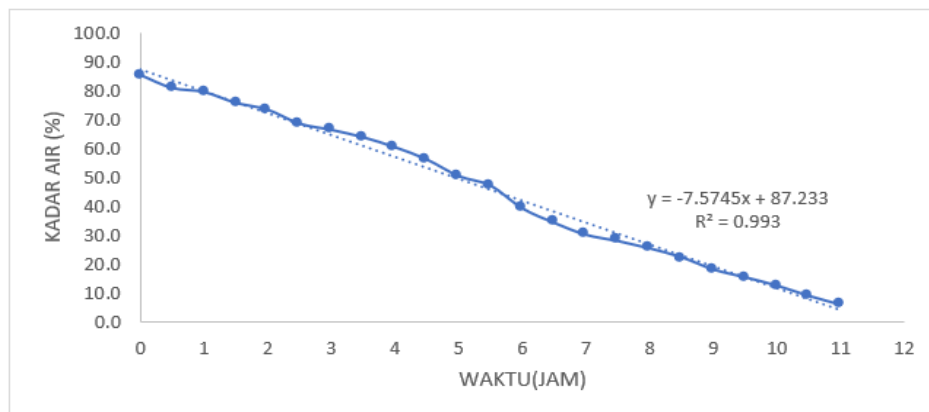
Laju penguapan air bahan dalam suatu proses pengeringan ditentukan oleh kenaikan suhu. Semakin tinggi perbedaan antara suhu udara di dalam ruang pengering, maka semakin tinggi pula kecepatan pindah panas ke dalam suatu bahan pangan, hal ini menyebabkan air dari suatu bahan akan lebih cepat banyak. Semakin tinggi suhu dan kecepatan aliran udara pengering, maka proses pengeringan berlangsung juga akan lebih cepat. Biksono (2022) menyatakan, semakin tinggi suhu udara pada suatu pengeringan dan semakin besar energi panas yang dibawa udara, maka jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan akan lebih banyak pula.

Kadar

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh grafik perubahan kadar air terhadap waktu pada Gambar berikut:



Gambar 5. Perubahan Kadar Air Bahan Terhadap Waktu Selama Pengeringan Daun Ubi Jalar Ungu Pada Suhu 40-45°C



Gambar 6. Perubahan Kadar Air Bahan Terhadap Waktu Selama Pengeringan Daun Ubi Jalar Pada Suhu 50-55°C

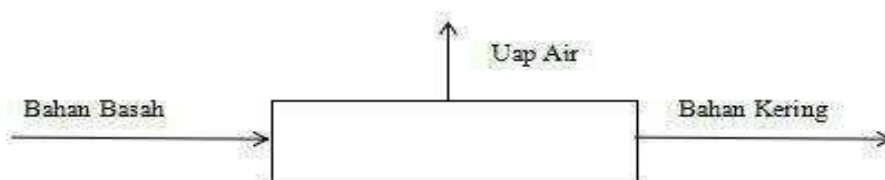
Berdasarkan Gambar tersebut, kadar air daun ubi jalar menurun sejak awal hingga akhir proses pengeringan. Peningkatan suhu pengeringan mempercepat laju penurunan kadar air, karena suhu yang lebih tinggi mempercepat proses penguapan air dari bahan. Semakin tinggi suhu yang digunakan, semakin singkat waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan kadar air. Hal tersebut sejalan dengan Sari et al. (2022), bahwa semakin tinggi suhu dan lama waktu pengeringan yang diberikan dapat memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap kecepatan perpindahan air, sehingga kandungan air pada bahan semakin rendah. Pada perlakuan pengeringan suhu 40-45°C dengan massa bahan 70 gram diperoleh kadar air awal 86,72% dan kadar air mencapai 6,9%. Sedangkan pada pengeringan suhu 50-55°C dengan massa bahan 70 gram, diperoleh kadar air awal 85,37% dan pada kadar air akhirnya mencapai 5,8%. Kadar air maksimum teh herbal 8% sesuai

SNI 3836:2013, dan nilai ini digunakan sebagai catatan kadar air aktual produk sebesar 7,7% (Nasution et al., 2023).

Penurunan kadar air daun ubi jalar ungu terjadi cepat pada awal pengeringan karena air bebas mudah menguap. Seiring waktu, laju pengeringan melambat karena air yang tersisa berada di dalam jaringan daun sehingga butuh difusi ke permukaan. Uap air yang terbentuk kemudian dialirkan keluar oleh udara panas melalui sistem ventilasi ruang pengering.

Kesetimbangan Massa

Hidayat & Chalim (2022), kesetimbangan massa dapat diartikan dengan massa dikurangi massa keluar sama dengan massa akumulasi atau massa masuk sama dengan massa keluar ditambah dengan massa akumulasi.



Gambar 7. Skema kesetimbangan massa Sumber: (Mardayani, 2016)

Tabel 1. Kesetimbangan Massa Pada Suhu 40-45°C

Massa Awal Daun Ubi Jalar (kg)	Massa Akhir Daun Ubi Jalar (kg)	Jumlah Air yang Masuk (kg)	Jumlah Air yang Hilang (kg)	Jumlah Air Keluar pada Outlet (kg)	Volume Udara (kg)
0,064	0,01001	0,05999	0,059976	0,0758	121,22

Tabel 2. Kesetimbangan Massa Pada Suhu 50-55°C

Massa Awal Daun Ubi Jalar (kg)	Massa Akhir Daun Ubi Jalar (kg)	Jumlah Air yang Masuk (kg)	Jumlah Air yang Hilang (kg)	Jumlah Air Keluar pada Outlet (kg)	Volume Udara (kg)
0,063	0,01092	0,00056	0,05928	0,116	91,96

Berdasarkan data pada kedua Tabel tersebut, proses pengeringan daun ubi jalar dilakukan pada dua rentang suhu, yaitu 40-45°C dan 50-55°C. Pada suhu 40-45°C massa awal daun sebesar 0,064 kg menurun menjadi 0,01001 kg dengan jumlah air yang hilang sebanyak 0,05976 kg, sedangkan volume udara yang digunakan mencapai 121,22 kg. Sementara itu, pada suhu 50-55°C massa awal daun 0,063 kg menurun menjadi 0,01056 kg, dengan jumlah air yang hilang sebesar 0,05928 kg dan volume udara yang digunakan sebesar 91,96 kg. Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin besar massa bahan yang menguap, maka semakin kecil massa kering yang tertinggal. Ini menunjukkan bahwa bahan dengan kadar air awal yang tinggi akan kehilangan lebih banyak air saat proses pengeringan berlangsung, sehingga dihasilkan massa akhir yang lebih rendah. Dengan demikian, semakin besar massa bahan yang hilang (akumulasi), maka semakin kecil massa akhir bahan, dan sebaliknya. Wahyudi et al. (2024) menyatakan bahwa semakin rendah massa akumulasi maka semakin rendah pula kadar air pada bahan kering, sehingga massa kering bahan yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan massa air bahan yang diuapkan.

Kesetimbangan Energi

Kesetimbangan energi menyatakan bahwa energi yang masuk sama dengan energi yang keluar. Energi yang masuk ke dalam pengering digunakan untuk memanaskan ruang pengering, suhu bahan, suhu air bahan dan menguapkan air bahan. Energi yang berguna digunakan untuk memanaskan bahan di ruang pengering. Energi yang keluar merupakan energi yang hilang melalui dinding ruang pengering dan *exhaust fan* (outlet). Energi yang hilang merupakan energi yang dikeluarkan dari alat pengering dan energi yang tersimpan pada alat pengering. Kehilangan energi juga terjadi ketika pintu ruang pengering dibuka.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Energi Masuk

Suhu (°C)	Energi Masuk Biomassa (kJ)
40 – 45	803,82
50 – 55	1.148,57

Berdasarkan tersebut, energi panas yang masuk selama proses pengeringan daun ubi jalar berbeda pada tiap rentang suhu. Pada suhu 40-45°C, energi yang dibutuhkan sebesar 803,82 kJ, sedangkan pada suhu 50-55°C energi yang dibutuhkan lebih tinggi, yaitu 1.148,57 kJ. Proses pengeringan daun ubi jalar menggunakan alat pengering tipe rak (*tray dryer*), energi panas yang digunakan mengeringkan bahan berasal dari energi bahan bakar biomassa. Dalam tungku biomassa, biomassa panas yang diperoleh dengan membakar cangkang kemiri, dan udara panas diangkut dari tungku biomassa ke ruang pengering dengan bantuan blower untuk membantu mengurangi kadar air bahan.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Energi Berguna

Suhu (°C)	Q Berguna Memanaskan Alat (kJ/jam)	Q Berguna Memanaskan Ruang (kJ/jam)	Q Berguna Menguapkan Air Pada Bahan (kJ/jam)	Total Energi Berguna (kJ/jam)
40-45	43,362	369,6	168	594,759
50-55	57,159	363,44	165,2	572,002

Berdasarkan Tabel tersebut menunjukkan perhitungan energi berguna yang digunakan selama proses pengeringan daun ubi jalar pada dua rentang suhu, yaitu 40-45°C dan 50-55°C. Pada suhu 40-45°C energi berguna yang dipakai untuk memanaskan alat sebesar 43,362 kJ/jam, untuk memanaskan ruang pengering 369,6 kJ/jam, dan untuk menguapkan air pada bahan sebesar 168 kJ/jam, sehingga total energi berguna mencapai 594,759 kJ/jam. Sedangkan pada suhu 50-55°C energi untuk memanaskan alat meningkat menjadi 57,159 kJ/jam, namun energi untuk memanaskan ruang sedikit menurun menjadi 363,44 kJ/jam, dan energi untuk menguapkan air pada bahan juga turun menjadi 165,2 kJ/jam, dengan total energi berguna sebesar 572,002 kJ/jam. Dari perbandingan tersebut dapat dilihat bahwa meskipun suhu lebih tinggi menyebabkan peningkatan energi untuk memanaskan alat, total energi berguna justru sedikit menurun. Hal ini disebabkan oleh efisiensi penguapan lebih baik pada suhu tinggi, sehingga energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air menjadi lebih kecil.

Energi berguna merupakan yang digunakan selama proses pengeringan, baik untuk memanaskan alat, memanaskan ruang pengering, maupun air dari bahan. Rasio energi berguna terlihat lebih kecil dibandingkan energi total yang masuk ke sistem, karena suhu mempengaruhi efisiensi perpindahan energi. Semakin tinggi suhu, semakin besar energi masuk ke sistem, namun energi yang digunakan untuk menguapkan air justru bisa berkurang. Menurut Numberi (2022), energi berguna merupakan fungsi dari panas laten penguapan air pada material sehingga dengan adanya penurunan penguapan air pada material maka kondisi energi mengalami penurunan, walaupun energi masuk sistem pengeringan tidak mengalami penurunan (konstan).

Menurut Raisa et al. (2024), menyatakan juga bahwa semakin tinggi suhu di dalam ruang pengering, maka jumlah air yang menguap dari dalam bahan semakin banyak seiring dengan semakin lama waktu pengeringan, sehingga energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air dari dalam bahan semakin sedikit.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Energi Yang Keluar Dan Hilang

Suhu (°C)	Energi Keluar Melalui Exhaust fan (kJ/jam)	Energi Hilang Melalui Dinding (kJ/jam)
40-45	157,655	325,655

50-55

197,069

362,269

Pada Tabel tersebut menunjukkan bahwa pada suhu 40-45°C energi yang keluar melalui *exhaust fan* sebesar 157,655 kJ/jam dan energi yang hilang melalui dinding sebesar 325,655 kJ/jam, sedangkan pada suhu 50-55°C, energi yang keluar melalui *exhaust fan* meningkat menjadi 197,069 kJ/jam dan energi yang hilang melalui dinding juga naik menjadi 362,269 kJ/jam. Menurut Alit & Susana (2022) menyatakan bahwa energi yang hilang melalui dinding ruang pengering adalah energi yang tidak digunakan dalam ruang pengering yang dikeluarkan dari sistem ke lingkungan melalui dinding ruang pengering. Energi yang hilang melalui dinding ruang pengering dipengaruhi koefisien pindah panas, luas penampang dinding ruang pengering, nilai konduktivitas menghantarkan panas bahan pembuat dinding serta energi yang terdapat pada ruang pengering. Semakin besar energi yang didapat juga pada ruang pengering maka akan semakin besar pula energi yang dikeluarkan dari dinding ruang pengering.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan, jumlah energi panas yang masuk dalam ruang pengering pada perlakuan suhu 40-45°C sebesar 803,82 kJ, energi panas berguna, 594,759 kJ, energi panas keluar 157,655 kJ, dan energi hilang sebesar 325,655 kJ, sedangkan energi yang masuk pada perlakuan suhu 50-55°C sebesar 1.148,57 kJ, energi panas berguna 572,002 kJ, energi panas keluar sebesar 197,069 kJ, dan energi panas hilang 362,269 kJ.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan alat tersebut dapat dimodifikasi kembali untuk pemanasan pada tungku biomassa, memberikan sirkulasi udara untuk memudahkan pengaturan suhu, dan menambahkan perekat pada pintu ruang pengering untuk mengurangi kehilangan energi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada Bapak dan Ibu dosen pembimbing atas arahan, masukan, serta bimbingan yang telah diberikan selama proses penyusunan karya ini.

DAFTAR REFERENSI

- Adlina, S., Farm, M. S., Tsabita, A. P., Farm, S., Permadi, R. A., & Farm, S. (2025). *Pemanfaatan pewarna alami dari ekstrak umbi ubi jalar ungu (ipomoea batatas l.) Dalam sediaan kosmetik*. Penerbit Widina.
- Alit, I. B., & Susana, I. G. B. (2022). Evaluasi pengeringan kunyit menggunakan pengering rak vertikal sumber energi sekam padi metode konveksi paksa. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 16(3), 338–347.
- Asiah, N., & Djaeni, M. (2021). *Konsep dasar proses pengeringan pangan*. AE Publishing.
- Biksono, D. (2022). *Teknik pengeringan dasar*. Deepublish.
- Hadi, R. N. (2019). *Prototype alat pengering tray dryer ditinjau dari pengaruh temperatur dan waktu terhadap proses pengeringan mie kering*. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Handoyo, D. L. Y., & Pranoto, M. E. (2020). Pengaruh variasi suhu pengeringan terhadap pembuatan simplisia daun mimba (*Azadirachta Indica*). *Jurnal Farmasi Tinctura*, 1(2), 45–54.
- Happy, T. A., Indrianita, V., & Rohmah, E. A. (2022). *Polifenol antioksidan pada daun ubi jalar (Ipomoea batatas)*. Rena Cipta Mandiri.
- Hidayat, W. J., & Chalim, A. (2022). Evaluasi perhitungan neraca massa preneutralizer tank-granulator pada unit phonska 4 pabrik ii b pt petrokimia gresik. *Distilat: jurnal teknologi separasi*, 8(4), 791–796.
- Kurniawan, H., Sukmawaty, S., Ansar, A., Yuniarto, K., Murad, M., & Sabani, R. (2021). Penentuan Konstanta Laju Pengeringan Coconut Chips. *Jurnal Sains Teknologi Dan Lingkungan*, 7(1), 39–49.

- Nasution, E. S., Lubis, M. F., & Putra, A. F. (2023). Pemberdayaan Masyarakat dalam Pengolahan Daun Nipah sebagai Teh Imunomodulator di Kabupaten Batubara Sumatera Utara. *TRI Dharma Mandiri: Diseminasi dan Hilirisasi Riset Kepada Masyarakat (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 3(1), 12–21.
- Numberi, J. J. (2022). Kajian Efisiensi Pengering Gabah Dengan Energi Surya. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 6(2), 426–438.
- Rahmawati, I., Sulistiono, S., Utami, B., & Nurmilawati, M. (2024). Potensi Tanaman Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lamb.) Hasil Persilangan Alami Aksesori Antin 1 dengan Beta 2. *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan, Sains Dan Pembelajaran*, 3(1), 1–5.
- Rahmawati, S. N. (2019). Uji skrining fitokimia ekstrak etanol daun ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.). *ARTERI: Jurnal Ilmu Kesehatan*.
- Raisa, T. A., Mayasari, I., Kholidah, N., Hajar, I., & Rusnadi, I. (2024). Analisis Variasi Temperatur Dan Kecepatan Silinder Pada Pengeringan Biji Kopi Dengan Rotary Dryer Berpemanas LPG. *Jurnal Redoks*, 9(2), 196–204.
- Sari, E. K. N., Hermanuadi, D., & Brilliantina, A. (2022). Analisis Pindah Panas pada Pengeringan Kulit Biji Kopi (*Cascara*) dengan Menggunakan Mesin Pengering Tipe Flash Dryer_Cum UV. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian*, 17(1), 9–15.
- Swastawati, F., Syakur, A., Wijayanti, I., & Riyadi, P. H. (2019). *Teknologi pengeringan ikan modern*. Semarang (ID): UNDIP Press.
- Wahyudi, M., Yelli, F., Surtono, A., Supriatin, S., & Afriliyanti, R. (2024). Pengaruh kandungan hara tanah dan klon terhadap kadar pati ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) di Lampung Tengah yang diukur dengan metode neraca massa. *Jurnal Agrotek Tropika*, 12(4), 935–948.
- Yulianty, Y., Wahyuningsih, S., & Ernawati, E. (2023). Karakter Penciri Morfologi Tanaman Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas*)(L.) Lam. Dan Keanekaragamannya Di Lampung. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*, 8(2), 85–89.