



Artikel

Analisis Uji Fisik dan Kimia Daun Sirsak (*Annona muricata L.*) yang dikeringkan dengan Suhu Berbeda Menggunakan Mesin Tray Dryer

*Analysis of Physical and Chemical Tests of Soursop Leaves (*Annona muricata L.*) dried at Different Temperatures Using a Tray Dryer Machine*

Qothrun Nada Sulistiani¹, Devi Tanggasari^{1*}

¹Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Teknologi Sumbawa, Sumbawa, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Genesis artikel:

Diterima :
16-Juni-2023
Disetujui :
24-Januari- 2024

Keywords:

Drying
Soursop leaf
Tray dryer

Kata Kunci:

Daun sirsak
Pengeringan
Tray dryer

ABSTRACT

Soursop leaf drying is an important method to maintain the quality and shelf life of herbal raw ingredients, with different drying temperatures affecting the physical and chemical characteristics of soursop leaves. Drying can be done naturally and artificially. One of the artificial drying methods that can be used is the tray dryer method. Therefore, this study aims to analyze the effect of temperature on the tray dryer machine on the physical and chemical drying results of soursop leaves. The method used was an experimental method with a completely randomized design (CRD) model using one factor with three treatments. The results showed that different temperatures affected the weight loss of soursop leaf drying, and decreased the water content of soursop leaf drying. The best soursop leaf drying temperature to reduce weight loss and moisture content is using a temperature of 55 °C. The soursop leaf drying process at 45 °C produced the best tannin content of 281.0 ppm and the best phytosterol of 17.42 mg. This research makes an important contribution in determining the optimal temperature on a tray dryer machine for drying soursop leaves that have the potential to be developed as a functional drink.

ABSTRAK

Pengeringan daun sirsak merupakan metode penting untuk menjaga kualitas dan umur simpan bahan baku herbal, dengan suhu pengeringan yang berbeda dapat memengaruhi karakteristik fisik dan kimia daun sirsak. Pengeringan dapat dilakukan secara alami dan secara buatan. Salah satu metode pengeringan buatan yang dapat digunakan adalah metode tray dryer. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh suhu pada mesin tray dryer terhadap hasil pengeringan daun sirsak secara fisik dan kimia. Metode yang digunakan yaitu metode eksperimental dengan model Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan satu faktor dengan tiga perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan suhu mempengaruhi penurunan susut bobot pengeringan daun sirsak, dan penurunan kadar air pengeringan daun sirsak. Suhu pengeringan daun sirsak yg terbaik untuk menurunkan susut bobot dan kadar air yaitu menggunakan suhu 55°C. Proses pengeringan daun sirsak pada suhu 45°C menghasilkan kandungan tanin terbaik sebesar 281,0 ppm dan fitosterol terbaik sebesar 17,42 mg. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam menentukan suhu optimal pada mesin tray dryer untuk pengeringan daun sirsak yang berpotensi dikembangkan sebagai minuman fungsional.

*Penulis Korespondensi :

Email: devi.tanggasari@uts.ac.id
doi: 10.30812/jtmp.v2i2.3159

Hak Cipta © 2022 Penulis, Dipublikasi oleh Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC BY-NC-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Cara Sitasi: Sulistiani, Q.N., & Tanggasari, A. (2024). Analisis Uji Fisik dan Kimia Daun Sirsak (*Annona muricata L.*) yang

dikeringkan dengan Suhu Berbeda Menggunakan Mesin Tray Dryer. *Jurnal Teknologi Dan Mutu Pangan*, 2(2), 126-138.

<https://doi.org/https://doi.org/10.30812/jtmp.v2i2.3159>

1. PENDAHULUAN

Sirsak (*Annona muricata* L.) tumbuh dengan mudah dimana-mana. Sirsak merupakan tanaman yang tumbuh setiap tahun dan dapat berubah sepanjang tahun. Tanaman ini kaya akan nutrisi penting seperti fruktosa, lemak, protein, kalsium, fosfor, besi, vitamin A, dan vitamin B, yang dapat ditemukan baik pada daun maupun buahnya. Selain itu, sirsak juga mengandung fitosterol dan tanin sebagai metabolit sekunder. Kandungan mineral fosfor dan kalsium yang tinggi dalam sirsak memiliki peran penting dalam pembentukan tulang, sehingga dapat membantu mencegah osteoporosis. Selain itu, sirsak juga sering digunakan sebagai obat tradisional untuk mengatasi berbagai masalah kesehatan seperti nyeri punggung, nyeri sendi, asam urat, wasir, dan batu empedu. Seluruh bagian tanaman sirsak termasuk daunnya, memiliki manfaat penyembuhan yang signifikan (Suwandi & Irfa, 2016).

Pengolahan daun sirsak di Indonesia saat ini belum banyak dilakukan, hal tersebut dikarenakan banyak bagian wilayah Indonesia yang belum membudidayakan daun sirsak (Elidar, 2017). Salah satu upaya dalam pemanfaatan pengolahan daun sirsak yaitu mengolahnya menjadi produk minuman fungsional. Bahan baku daun dalam bentuk segar memiliki kelemahan yaitu umur simpannya yang rendah, sehingga dalam pembuatan minuman fungsional diperlukan Teknik pengolahan yang tepat sehingga dapat meningkatkan umur simpan serta fungsionalitasnya (Putri *et al.*, 2021). Tingkat kelembaban yang tinggi pada bahan segar menyebabkan, daya tahan bahan terhadap mikroorganisme menjadi berkurang, menyebabkan bahan tersebut lebih rentan terhadap kerusakan dan memiliki ketahanan penyimpanan yang kurang baik. Oleh karena itu, diperlukan proses pengeringan guna mengurangi kadar air dalam bahan makanan, sehingga produk tersebut dapat memiliki masa simpan yang lebih panjang (Mawardi, 2016). Adapun parameter yang perlu diamati dalam pembuatan minuman fungsional daun sirsak yaitu kadar air dan kandungan senyawa bioaktif. Pengaturan suhu pengeringan akan memberikan dampak pada kandungan air dan senyawa bioaktif pada suatu bahan (Handoyo & Pranoto, 2020; Warnis *et al.*, 2020).

Pengeringan merupakan salah satu proses penanganan bahan pangan dengan cara memanfaatkan energi panas untuk menguapkan kandungan air pada suatu bahan secara simultan (Tanggasari *et al.*, 2022). Pengeringan merupakan salah satu proses pengolahan yang penting dalam industri pangan. Hal ini dikarenakan pengeringan dapat mengurangi kadar air sehingga dapat meningkatkan daya tahan dan kualitas bahan pakan tersebut. Kadar air yang tinggi dapat memicu pertumbuhan mikroorganisme dan meningkatkan aktivitas enzim, yang dapat menyebabkan kerusakan dan penurunan kualitas bahan. Selain itu, pengeringan juga dapat menghasilkan produk kering sehingga mempermudah proses pengolahan dan distribusi serta memperpanjang umur simpan bahan (Tanggasari *et al.*, 2023; Tanggasari & Jatnika, 2023). Terdapat dua metode pengeringan yang umum digunakan, yaitu pengeringan alami dan pengeringan buatan. Pengeringan alami yaitu menggunakan sinar matahari dan pengeringan dengan dianginkan ditempat teduh. Sinar matahari adalah sumber daya pengeringan alami, namun metode pengeringan ini memiliki beberapa kekurangan, antara lain rentan terkena debu, ketidakseragaman suhu dan intensitas sinar matahari mempengaruhi proses pengeringan alami yang untuk mencapai standar kualitas yang konsisten, selain itu pengeringan alami memakan waktu lama (Ridwan *et al.*, 2018). Metode lain yang dapat digunakan adalah metode pengeringan buatan yang memungkinkan pengeringan terlepas dari cuaca, dengan memanfaatkan energi yang berasal dari listrik maupun kompor (Sonjaya *et al.*, 2022). Beberapa metode pengeringan buatan telah banyak dikembangkan. Metode pengeringan ini dianggap lebih menguntungkan karena akan terjadi pengurangan kadar air dalam jumlah besar dalam waktu yang singkat, sehingga meningkatkan efisiensi energi dan waktu proses pengeringan (Guswandi & Rivai, 2014; Sellami *et al.*, 2012; Winangsih *et al.*, 2013). Beberapa metode pengeringan juga sudah dikembangkan dengan memanfaatkan gelombang elektromagnetik seperti pengering microwave sebagai metode pengeringan alternatif untuk berbagai produk makanan. Selain itu juga pengembangan

teknologi pengering beku saat ini merupakan teknologi terbaru (Hamrouni-Sellami *et al.*, 2013). Namun metode terbaru ini memiliki kelemahan, yaitu biaya operasional dan biaya awal yang tinggi untuk skala industri (Degobert & Aydin, 2021; Zhang *et al.*, 2006). Sehingga metode pengeringan dengan udara panas merupakan salah satu metode yang baik untuk dikembangkan dalam skala industri dalam proses pembuatan daun sirsak kering. Pengeringan udara konvensional adalah salah satu operasi yang paling sering digunakan untuk dehidrasi produk makanan (Roshanak, Rahimmalek, & Goli, 2016). Metode pengeringan yang lebih efektif yaitu menggunakan alat pengering udara. Salah satunya yaitu metode *tray dryer* yang dipilih dalam penelitian ini karena menurut (Purnamasari *et al.*, 2019), proses pengeringan dengan *tray dryer* tergolong proses dengan tingkat efisiensi penggunaan energi yang cukup efisien, sedikit energi yang digunakan dan menggunakan suhu yang tidak terlalu tinggi sekitar 45°C hingga 55°C. Dalam sistem pengeringan *tray dryer*, bahan yang akan dikeringkan dalam bentuk lembaran yang tersebar di atas *tray* dan media pengering berhubungan langsung dengannya (Misha *et al.*, 2013).

Studi mengenai proses pengeringan daun sirsak menjadi minuman fungsional telah dikembangkan. Mardiana *et al.* (2022) dalam studinya memanfaatkan metode oven kabinet untuk memproduksi minuman herbal berbahan dasar daun sirsak menggunakan variasi suhu pengeringan 50, 55 dan 60 °C. Adapun Rahayu (2021), juga memanfaatkan *food dryer* pada suhu 70°C dilanjutkan dengan suhu 50°C dan dikeringkan dengan waktu yang berbeda dalam proses pengeringan minuman seduhan daun sirsak dan jenuk nipis. Penggunaan suhu dan metode yang sama juga dilakukan oleh Adri & Hersoelistyorini (2013) menggunakan variasi waktu pengeringan yang berbeda. Berdasarkan studi sebelumnya yang telah dijabarkan, proses pengeringan daun sirsak menggunakan metode *tray dryer* dengan suhu pengeringan dimulai dari 45°C belum pernah dilakukan. Proses pengeringan dan karakteristik produk akhir akan dipengaruhi oleh faktor-faktor eksternal seperti suhu, waktu, serta faktor internal seperti kadar air dan kondisi fisik bahan. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa pemanasan berkepanjangan dan penggunaan suhu yang tinggi dapat mengurangi aktivitas antioksidan yang terdapat dalam produk tersebut. Rentang suhu pengeringan biasanya berkisar antara 30°C hingga 90°C, tetapi suhu yang optimal untuk pengeringan sebaiknya tidak melampaui 60°C (Kholifah *et al.*, 2021). Semakin tinggi suhu, maka laju reaksi berbagai senyawa kimia di dalam bahan pangan akan semakin cepat, sehingga dalam menduga kecepatan penurunan mutu, faktor suhu harus selalu diperhitungkan (Aprilandani & Tanggasari, 2022). Hasil yang diharapkan dari proses pengeringan adalah bahan kering yang mempunyai kadar air setara dengan kadar air keseimbangan udara (atmosfer) normal atau setara dengan nilai aktivitas air (*aw*) yang aman dari kerusakan mikrobiologis, enzimatik dan kimiawi serta kualitas komponen bioaktif yang terjaga (Hafiz & Tanggasari, 2023). Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu pengeringan dengan metode *tray dryer* terhadap kualitas daun sirsak yang dikeringkan. Adapun suhu yang digunakan adalah 45°C, 50°C, dan 55°C dengan waktu pengeringan 2 jam dari permasalahan yang telah dipaparkan, maka dilakukannya penelitian tentang pengeringan daun sirsak menggunakan mesin *tray dryer* dengan suhu yang berbeda.

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah satu set mesin pengering *tray dryer*, mangkok/wadah plastik, timbangan digital, desikator, pipet, labu ukur dan wadah aluminium, Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah air demineralisasi, Folin cicocalteu, Na₂CO₃, asam galat, n-heksan:ethanol, KOH, LB (Liebermann-Burchard), asam sulfat,

kloroform dan daun sirsak segar yang ditandai dengan warna hijau, utuh dan dalam kondisi baik yang di ambil di Desa Penyaring, Kecamatan Moyo Utara, Kabupaten Sumbawa.

2.2. Prosedur Penelitian (Proses Pengeringan)

Dalam pengelolaan daun sirsak menjadi bahan kering menggunakan mesin pengering *tray dryer*, langkah-langkah tertentu perlu diikuti untuk memastikan hasil yang optimal. Pertama-tama, persiapkan satu set mesin pengering *tray dryer*. Selanjutnya, pastikan bahwa bahan yang akan digunakan, yaitu daun sirsak, dipilih dengan cermat. Daun sirsak yang dipilih dalam kondisi segar, bersih, bebas dari ulat atau kotoran, dan berwarna hijau utuh dalam kondisi baik. Setelah daun sirsak disortir, dan dibersihkan dari kotoran. Daun sirsak yang telah dibersihkan kemudian ditimbang sebanyak 100 gram setiap rak. Proses ini diulang untuk rak satu dan rak dua, di mana daun sirsak diletakkan. Sebelum memasukkan daun sirsak ke dalam mesin *tray dryer*, atur terlebih dahulu suhu yang akan digunakan, yakni 45°C, 50°C, dan 55°C, serta waktu pengeringan selama 2 jam. Setelah mengatur suhu dan waktu, daun sirsak ditempatkan di mesin *tray dryer*. Selama proses pengeringan, dilakukan pengukuran massa pengeringan daun sirsak tiap rak setiap 20 menit sekali. Setelah dua jam, daun sirsak yang telah kering dikeluarkan dari mesin *tray dryer*, dan disiapkan untuk analisa. Proses pengeringan diulang sebanyak 3 kali untuk memastikan konsistensi hasil.

2.3. Analisis susut bobot

Pengukuran Susut bobot merupakan besarnya penurunan berat dari suatu bahan yang dikeringkan. Susut bobot diukur dengan persentase berat awal bahan dan berat akhir bahan. Berat awal bahan (b_o) dan berat akhir bahan (b_i), yang dinyatakan dalam persen, dibandingkan untuk menghitung Susut bobot. Pengukuran susut bobot selama pengeringan dilakukan setiap 20 menit sekali pada suhu 45°C, 50°C, dan 55°C. Pengukuran susut bobot setiap 20 menit bertujuan untuk mengetahui berapa banyak susut bobot yang mengalami penurunan selama pengeringan. Menurut Lubis (2016), untuk menghitung susut bobot, rumus yang digunakan yaitu :

$$\text{Susut bobot (\%)} = \frac{b_o - b_i}{b_o} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

b_o = berat bahan awal (gram)

b_i = berat bahan akhir (gram)

2.4. Analisis Kadar Air

Dalam Langkah-langkah untuk menganalisis kadar air dalam suatu bahan dapat dijelaskan sebagai berikut. Pertama-tama, bahan sebanyak 5 gram ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan. Selanjutnya, cawan bersama bahan dipanaskan dalam oven selama 1 jam pada suhu 105°C, diikuti oleh pendinginan di udara selama dua menit dan di desikator selama lima menit. Setelah proses pendinginan, dilakukan penimbangan berat bahan dan kembali dimasukkan ke dalam oven hingga beratnya konstan. Untuk menentukan kadar air saat bahan dikeringkan menggunakan *tray dryer* selama 2 jam pada suhu 45°C, 50°C, dan 55°C, langkah pertama adalah menimbang bahan sebanyak 200 gram, dengan 100 gram ditempatkan di rak atas dan 100 gram di rak bawah. Selama proses pengeringan, setiap 20 menit sekali, bahan sebanyak 5 gram diambil untuk diukur kadar airnya menggunakan oven, dengan metode yang sama seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Dengan serangkaian langkah ini, analisis kadar air dalam bahan dapat dilakukan dengan teliti

dan konsisten. Menurut (Santoso *et al.*, 2018), rumus yang digunakan untuk menghitung kadar air menggunakan persamaan 2:

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{berat bahan (awal-akhir)}}{\text{berat awal}} \times 100\% \quad (2)$$

2.5. Analisis Spektrofotometri Kuantitatif Kandungan Tanin

2.5.1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Ambil 10,0 mg asam galat dan larutkan dengan penambah air demineralisasi hingga volume mencapai 100,0ml, sehingga menghasilkan standar dengan konsentrasi 100,0 bpj (basis persen jamak). Pipet sejumlah larutan baku stok asam galat sebanyak 10,0 ml ke dalam labu ukur, kemudian tambahkan 1 ml reagen Folin Ciocalteu. Campur rata dan biarkan selama 5 menit. Selanjutnya, tambahkan 2 ml Na_2CO_3 15% ke dalam larutan, aduk merata, dan biarkan selama 5 menit. Tambahkan air demineralisasi hingga volume mencapai 10,0 ml dan ukurlah pada panjang gelombang antara λ 500-900 nm (Ryanata, 2015).

2.5.2. Penentuan Waktu Stabil

Pipet 10,0 ml larutan baku stok asam galat ke dalam labu ukur. Tambahkan 1 ml ereaksi Folin Ciocalteu ke dalam labu tersebut, lalu aduk rata dan diamkan selama 5 menit. Setelah itu, tambahkan 2 ml larutan Na_2CO_3 15% ke dalam labu ukur dan aduk hingga larutan tercampur secara homogen. Diamkan larutan selama 5 menit. Selanjutnya, tambahkan air demineralisasi sebanyak 10,0 ml ke dalam labu ukur hingga absorbansinya mencapai panjang gelombang 765 nm. Amati waktu pengamatan pada interval 0,5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, hingga 110 menit pada panjang gelombang maksimum (Ryanata, 2015).

Pembuatan kurva baku asam galat yaitu pipet 10,0 ml larutan baku asam galat ke dalam labu ukur. Tambahkan 1 ml pereaksi Folin Ciocalteu ke dalam labu ukur dan aduk rata, kemudian diamkan selama 5 menit. Setelah itu, tambahkan 2 ml larutan Na_2CO_3 15% ke dalam labu ukur dan aduk hingga larutan tercampur secara homogen. Diamkan larutan selama 5 menit. Selanjutnya, tambahkan air demineralisasi sebanyak 10,0ml ke dalam labu ukur, aduk hingga larutan homogen, dan diamkan selama 90 menit. Setelah itu, amati absorbansi pada panjang gelombang maksimum. Lakukan proses ini dengan mengambil larutan abku asam galat sebanyak tujuh kali untuk menghasilkan tujuh konsentrasi yang berbeda. Selanjutnya, buatlah kurva baku standar asam galat (Ryanata, 2015).

2.5.3. Penetapan Kandungan Tanin Total

Sampel dengan berat 50,0 mg dilarutkan dalam air demineralisasi hingga volume mencapai 50,0 ml. Setelah itu, ambil sejumlah larutan ekstrak yang ditentukan, dan tambahkan 1 ml pereaksi Folin Ciocalteu. Aduk larutan tersebut dan diamkan selama 5 menit. Kemudian, tambahkan 2 ml larutan Na_2CO_3 15% dan aduk hingga larutan homogen atau tercampur rata, lalu diamkan selama 5 menit. Air demineralisasi ditambahkan hingga volume mencapai 10,0 ml, dan biarkan larutan tersebut diam dalam interval waktu yang stabil. Absorbansi larutan ekstrak diamati pada panjang gelombang maksimum. Konsentrasi yang diperoleh akan direplikasi dua kali. Kandungan total tanin kemudian dihitung dengan mengacu pada ekuivalen asam galat (Ryanata, 2015).

2.6. Analisis Spektrofotometri Kuantitatif Kandungan Fitosterol

2.6.1. Ekstraksi Fitosterol

100 g sampel diekstraksi dengan 200 ml n-heksan:ethanol (82:12) selama 24 jam. Kemudian disaring, residunya diekstraksi selama 24 jam. Evaporasi pelarut dengan rotary evaporator pada suhu 40°C, saponifikasi hingga pH 10,0 dengan KOH (Herawati & Saptarini, 2020).

2.6.2. Uji Kuantitatif Fitosterol

Pereaksi asetat Liebermann-Burchard (LB) didinginkan selama 30 menit. Kemudian dicampur dengan asam sulfat pekat 10:1. Kemudian 50 mg ekstrak dilarutkan dengan 25 ml kloroform, diambil 1 ml, ditambahkan 5 ml pereaksi LB, diberi tanda batas jika terlalu pekat. Kandungan fitosterol tidak dihitung dengan menggunakan kurva regresi (Herawati & Saptarini, 2020).

2.6. Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Percobaan, Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yang terdiri dari tiga perlakuan. Perlakuan-perlakuan tersebut adalah sebagai berikut:

Perlakuan 1 : Pengeringan Daun Sirsak dengan Suhu 45°C

Perlakuan 2 : Pengeringan Daun Sirsak dengan Suhu 50°C

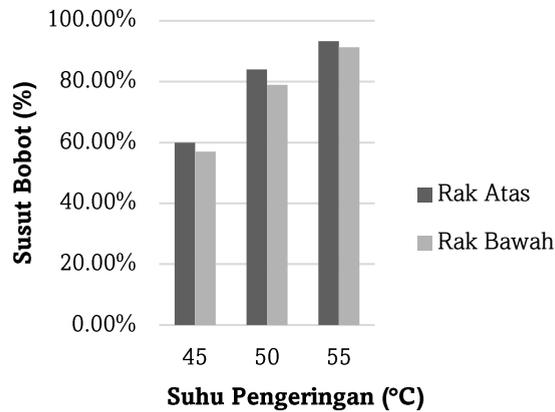
Perlakuan 3 : Pengeringan Daun Sirsak dengan Suhu 55°C

Uji Anova akan digunakan untuk menganalisis hasil penelitian. Dalam penelitian ini terdapat 9 unit percobaan, karena setiap perlakuan diulang tiga kali. Uji Duncan dilanjutkan dengan peningkatan signifikan 5% jika ada perbedaan nyata. Data diolah menggunakan aplikasi SPSS.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Susut Bobot

Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pengeringan daun sirsak mengalami susut bobot selama proses pengeringan yang berlangsung selama 2 jam. Hasil uji Anova terhadap susut bobot pengeringan daun sirsak rak atas pada perlakuan suhu, menunjukkan bahwa perbedaan suhu mempengaruhi nilai susut bobot pada rak atas secara signifikan dimana nilai F-hitung (614,154) > F-tabel (5,14) dan nilai P-value (0,000) < nilai α (0,05). Hasil Anova terhadap susut bobot pengeringan daun sirsak rak bawah pada perlakuan suhu menunjukkan bahwa perbedaan suhu mempengaruhi nilai susut bobot pada rak bawah secara signifikan karena memiliki nilai F-hitung (628,231) > dari F-tabel (5,14) dan nilai P-value (0,000) < nilai α (0,05). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perlakuan suhu mempengaruhi susut bobot pengeringan daun sirsak baik pada rak atas dan rak bawah. Hasil susut bobot pengeringan daun sirsak bisa dilihat pada Gambar 1.



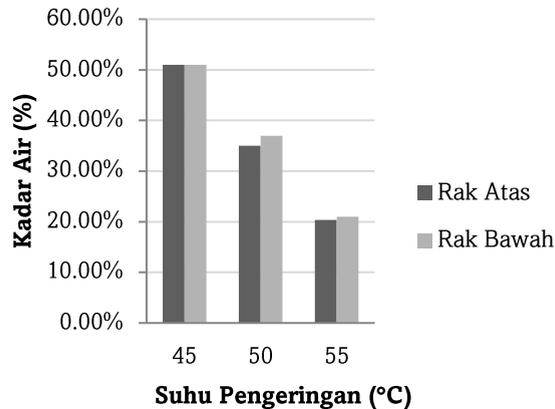
Gambar 1. Susut Bobot daun sirsak yang dikeringkan dengan suhu berbeda

Penurunan susut bobot pada bagian rak atas dan rak bawah. Berat awal daun sirsak sebelum dikeringkan yaitu sebesar 100 gram pada tiap rak. Susut bobot pengeringan daun sirsak menggunakan *tray dryer* pada rak atas dengan suhu 45°C mengalami susut bobot sebesar 60%, suhu 50°C mengalami susut bobot sebesar 84%, dan suhu 55°C mengalami susut bobot yaitu sebesar 93,33%. Sedangkan pada pengeringan daun sirsak menggunakan *tray dryer* pada rak bawah dengan suhu 45°C mengalami susut bobot sebesar 57%, suhu 50°C mengalami susut bobot sebesar 79%, dan suhu 55°C mengalami susut bobot yaitu sebesar 91,33%. Dapat disimpulkan bahwa selama 2 jam, susut bobot pengeringan daun sirsak mencapai titik tertinggi pada suhu 55°C dan titik terendah pada suhu 45°C. Peningkatan susut bobot daun sirsak dengan semakin meningkatnya suhu disebabkan karena tingginya air yang teruapkan selama proses pengeringan. Hasil ini sesuai dengan studi yang dilakukan oleh Mardiana *et al.* (2022), dimana semakin tinggi suhu maka kadar air dari daun sirsak semakin rendah. Perbedaan suhu antara media pemanas dan bahan yang semakin besar menyebabkan makin cepatnya perpindahan ke dalam bahan sehingga penurunan susut bobot meningkat (Wardani & Tanggasari, 2023). Suhu yang meningkat selama pengeringan daun sirsak menyebabkan beratnya menurun. Ini sesuai dengan pernyataan (Manik *et al.*, 2019), bahwa proses pengeringan menghasilkan panas yang mampu mengurangi susut bobot bahan karena semakin tinggi suhu dan semakin lama pengeringan, maka susut bobot pada bahan akan semakin tinggi, sebaliknya jika semakin rendah suhu dan semakin cepat pengeringan, maka susut bobot pada bahan akan semakin rendah. Adanya penurunan susut bobot ini dipengaruhi oleh suhu, karena semakin tinggi suhu akan semakin banyak penurunan susut bobot yang terjadi. Hal ini sesuai dengan pendapat Parfiyanti *et al.* (2016), bahwa semakin tinggi suhu pengeringan, semakin cepat penguapan sel dalam proses pengeringan, yang berdampak pada penurunan susut bobot daun sirsak. Metode pengeringan digunakan untuk memperpanjang masa penyimpanan bahan pangan dan mempertahankan bahan-bahan yang ada di dalamnya karena tujuan pengeringan adalah menghilangkan air dari bahan yang telah menguap.

3.2. Analisis Kadar Air

Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pengeringan daun sirsak mengalami penurunan kadar air selama proses pengeringan yang berlangsung selama 2 jam. Hasil uji Anova terhadap kadar air pengeringan daun sirsak rak atas pada perlakuan suhu menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan Nilai F-hitung (6,352) > F-tabel (5,14) dan

nilai P-value < nilai α (0,05). Hasil uji Anova terhadap kadar air pengeringan daun sirsak rak bawah pada perlakuan suhu menunjukkan perbedaan yang signifikan Nilai F-hitung (721,000) > F-tabel (5,14) dan P-value (0,000) < nilai α (0,05). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perlakuan suhu mempengaruhi kadar air dari daun sirsak baik pada rak atas dan rak bawah. Semakin tinggi suhu pengeringan maka rasio pengerutan dan kadar air akhir semakin rendah Gambar 2 memperlihatkan hasil untuk kadar air setelah pengeringan.

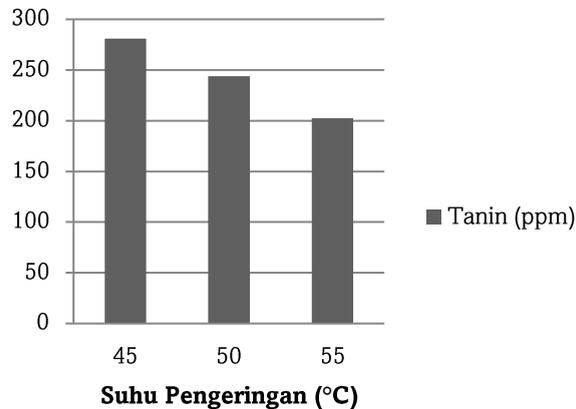


Gambar 2. Kadar Air daun sirsak yang dikeringkan dengan suhu berbeda

Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui bahwa terjadi penurunan kadar air pada rak atas dan rak bawah. Kadar air sebelum dilakukan pengeringan daun sirsak yaitu 72%. Kadar air pengeringan daun sirsak menggunakan tray dryer pada rak satu dengan suhu 45°C sebesar 51%, suhu 50°C sebesar 35%, dan suhu 55°C sebesar 20,33%. Sedangkan kadar air pengeringan daun sirsak menggunakan tray dryer pada rak dua dengan suhu 45°C sebesar 51,67%, suhu 50°C sebesar 36,67%, dan suhu 55°C sebesar 21%. Berdasarkan gambar 2 dapat disimpulkan bahwa kadar air pengeringan daun sirsak mencapai titik terendah di suhu 55°C, sedangkan titik tertinggi di suhu 45°C. Hal ini berarti bahwa perlakuan suhu pengeringan mempengaruhi kadar air daun sirsak. Penurunan kadar air ini menunjukkan terjadinya penguapan air dalam bahan menuju keluar bahan (Nursyafitri & Tanggasari, 2022). Hal ini sesuai dengan pernyataan Parfiyanti *et al.* (2016), bahwa proses pengeringan memiliki kemampuan untuk mempengaruhi dan menghilangkan kadar air dari bahan pangan. Kadar air adalah sifat kimia bahan pangan yang menunjukkan jumlah air yang ada di dalamnya. Penurunan kadar air ini menunjukkan terjadinya penguapan air dalam bahan menuju keluar bahan. Semakin tinggi suhu pengeringan maka rasio pengerutan dan kadar air akhir semakin rendah. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa perlakuan suhu pengeringan mempengaruhi kadar air pengeringan daun sirsak rak atas. Hal ini sesuai dengan pendapat (Utami *et al.*, 2015), bahwa perlakuan suhu pengeringan mempengaruhi hilangnya kadar air dalam bentuk penguapan, karena saat daun dikeringkan air akan menguap dan berdifusi ke udara melalui permukaannya. Semakin tinggi suhu pengeringan, stomata daun melebar dan proses penguapan menjadi lebih cepat, karena suhu permukaan daun lebih tinggi daripada suhu udara. Hal ini sesuai dengan pendapat Arsyad (2018), bahwa suhu uap panas yang mengalir di atas permukaan bahan meningkat saat proses pengeringan dimulai. Selama proses ini, massa berpindah dari bahan ke udara dan permukaannya mengering. Ini terjadi karena air bergerak dari dalam ke permukaan bahan.

3.3. Uji Kandungan Tanin

Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pengeringan daun sirsak mengalami penurunan kandungan tanin selama proses pengeringan yang berlangsung. Berdasarkan hasil uji Anova perbedaan suhu pengeringan mempengaruhi kadar tanin secara signifikan yang memiliki nilai P-value < nilai α (0,05). Semakin meningkatnya suhu pengeringan maka kadar tanin daun sirsak akan semakin rendah. Gambar 3 memperlihatkan hasil untuk kandungan tanin setelah pengeringan.

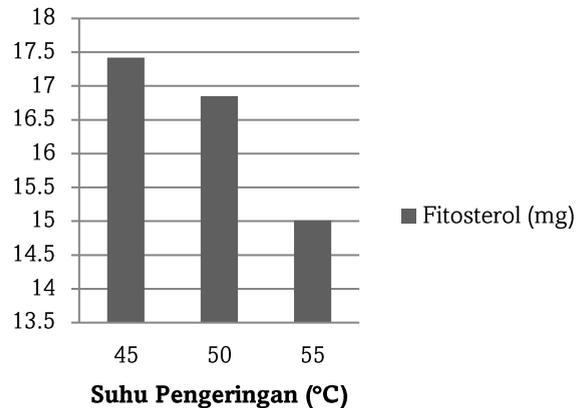


Gambar 3. Kandungan Tanin daun sirsak yang dikeringkan dengan suhu berbeda

Dari hasil pengujian didapatkan kandungan tanin pengeringan daun sirsak dalam waktu 2 jam pada suhu 45°C sebesar 281,0 ppm, suhu 50°C sebesar 244,0 ppm, dan suhu 55°C sebesar 202,5 ppm. Dari hasil penjabaran tersebut kandungan tanin mengalami penurunan pada suhu 50°C dan suhu 55°C, sedangkan pada suhu 45°C tidak mengalami penurunan dikarenakan hasil kandungan tanin pada daun sirsak segar sama dengan hasil kandungan tanin pada saat dikeringkan di suhu 45°C dalam waktu 2 jam yaitu 281,0 ppm. Hasil ini sejalan dengan studi yang dilakukan oleh Sari *et al.* (2020) Hal ini menandakan bahwa kandungan tanin masih terjaga dengan baik meskipun sudah dikeringkan selama 2 jam dengan suhu 45°C, sedangkan terjadinya penurunan kandungan tanin pada suhu 50°C dan 55°C, ini menandakan bahwa adanya kenaikan suhu dalam proses pengeringan ternyata berpengaruh terhadap hasil kandungan tanin daun sirsak. Karena pada studi sebelumnya menunjukkan bahwa kandungan tanin mencapai 281 ppm dalam waktu ekstraksi 2 jam (Chintya & Utami, 2017). Berdasarkan data hasil uji kandungan tanin, dapat disimpulkan bahwa pengeringan di suhu 45°C dengan waktu 2 jam menghasilkan kandungan tanin terbaik sebesar 281,0 ppm. Tanin adalah komponen dari senyawa fenol bermolekul besar yang memiliki kemampuan untuk membentuk senyawa kompleks dengan protein. Tanin tidak dapat dicerna oleh lambung dan tanin terikat dengan protein, karbohidrat, vitamin dan mineral (Sri *et al.*, 2018). Berat molekul tanin berkisar antara 500-3000, dan memiliki banyak gugus hidroksi fenolik yang memungkinkannya berikatan baik dengan protein dan molekul lain seperti polisakarida, asam amino, asam lemak, dan asam nukleat (Ulfasari, 2021).

3.3. Uji Kandungan Fitosterol

Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pengeringan daun sirsak mengalami penurunan kandungan fitosterol selama proses pengeringan yang berlangsung selama 2 jam. Berdasarkan hasil uji Anova menunjukkan bahwa perbedaan suhu pengeringan mempengaruhi kadar fitosterol secara signifikan yang ditandai dengan nilai P-value < nilai α (0,05). Semakin tinggi suhu pengeringan maka kandungan fitosterol daun sirsak akan semakin rendah. Gambar 4 memperlihatkan hasil untuk kadar air setelah pengeringan.



Gambar 4. Kandungan Fitosterol daun sirsak yang dikeringkan dengan suhu berbeda

Dari hasil pengujian didapatkan kandungan fitosterol pengeringan daun sirsak dalam waktu 2 jam pada suhu 45°C sebesar 17,42 mg, suhu 50°C sebesar 16,85 mg, dan suhu 55°C sebesar 15,01 mg. Dari hasil penjabaran tersebut kandungan fitosterol mengalami penurunan pada suhu 50°C dan 55°C, sedangkan pada suhu 45°C tidak mengalami penurunan dikarenakan hasil kandungan fitosterol pada daun sirsak segar sama dengan hasil kandungan fitosterol pada saat dikeringkan di suhu 45°C dalam waktu 2 jam yaitu sebesar 17,42 mg. Hal ini menandakan bahwa kandungan fitosterol masih terjaga dengan baik meskipun sudah dikeringkan selama 2 jam dengan suhu 45°C, sedangkan terjadinya penurunan kandungan fitosterol pada suhu 50°C dan 55°C, ini menandakan bahwa adanya kenaikan suhu dalam proses pengeringan ternyata berpengaruh terhadap hasil kandungan fitosterol daun sirsak. Karena pada studi sebelumnya menunjukkan bahwa kandungan fitosterol mencapai 17,42 mg dalam 100 g simplisia (Herawati & Saptarini, 2020). Berdasarkan data hasil uji kandungan fitosterol, dapat disimpulkan bahwa pengeringan daun sirsak dalam waktu 2 jam di suhu 45°C menghasilkan kandungan fitosterol terbaik sebesar 17,42 mg. Menurut (Khasanah, 2011), dalam ilmu kesehatan, fitosterol termasuk komponen penting dalam sintesis vitamin D3. Mengonsumsi fitosterol dengan jumlah yang cukup membantu menjaga keseimbangan gula darah. Selain itu, fitosterol memiliki ketahanan terhadap oksidasi, sehingga digolongkan menjadi antioksidan pangan. Menurut Santoso & Press (2021), dalam bidang pengolahan pangan, antioksidan efektif meningkatkan daya simpan berbagai produk makanan. Diperkirakan antioksidan mampu memperpanjang daya simpan makanan sekitar 15-200 kali.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian pengeringan menggunakan alat pengering *tray dryer* menunjukkan adanya pengaruh perlakuan suhu terhadap susut bobot, kadar air, kandungan tanin, dan fitosterol. Semakin tinggi suhu pengeringan maka akan semakin meningkatkan susut bobot serta meningkatkan kadar air, kadar tanin dan kadar fitosterol dari daun sirsak yang dikeringkan. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan penurunan susut bobot pengeringan daun sirsak terbaik pada suhu 55°C dengan penurunan sebesar 93,33% untuk rak atas dan 91,33% untuk rak bawah. Suhu pengeringan terbaik untuk menurunkan kadar air daun sirsak pada suhu 55°C dengan hasil kadar air sebesar 20,33% untuk rak atas dan 21% untuk rak bawah. Suhu pengeringan terbaik untuk kandungan tanin daun sirsak adalah pada suhu 45°C dan suhu pengeringan terbaik kandungan fitosterol pengeringan daun sirsak adalah pada suhu 45°C.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih banyak kepada semua pihak yang telah terlibat dan membantu dalam penulisan artikel dan penelitian ini terutama keluarga besar Fakultas Teknologi Pertanian UTS.

6. DEKLARASI

Pernyataan kepentingan bersaing

Artikel ini dan isinya belum pernah dipublikasikan sebelumnya oleh salah satu penulis, juga tidak sedang dipertimbangkan untuk dipublikasikan di jurnal lain saat ini. Semua penulis telah melihat dan menyetujui naskah yang direvisi untuk diserahkan.

Taksonomi peran kontributor

Qothrun Nada Sulistiani : Penulisan – draf asli, Semua penulis menulis naskah dan menyetujui versi finalnya. **Devi Tanggasari** : Menulis – draf asli. Semua penulis menulis naskah dan menyetujui versi finalnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adri, D., & Hersoelistyorini, W. (2013). Aktivitas Antioksidan dan Sifat Organoleptik Teh Daun Sirsak (*Annona muricata* Linn.) Berdasarkan Variasi Lama Pengeringan. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 04(07).
- Aprilandani, S., & Tanggasari, D. (2022). The Effect of Temperature And Humidity on Banana Sale Products in Variation of Packaging Types with Long Storage Time. *Protech Biosystem Journal*, 2(2), 91–97. <https://doi.org/10.31764>
- Arsyad, M. (2018). Pengaruh Pengeringan Terhadap Laju Penurunan Kadar Air dan Berat Jagung (*Zea mays* L.) Untuk Varietas Bisi 2 dan NK22. *Jurnal Agropolitan*, 5(1).
- Chintya, N., & Utami, B. (2017). Ekstraksi Tannin dari Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) sebagai Pewarna Alami Tekstil. *JC-T (Journal Cis-Trans): Jurnal Kimia Dan Terapannya*, 1(1), 22–29. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17977/um026v1i12017p022>
- Degobert, G., & Aydin, D. (2021). Lyophilization of nanocapsules: Instability sources, formulation and process parameters. *Pharmaceutics*. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics13081112>
- Elidar, Y. (2017). Budidaya Tanaman Sirsak Dan Manfaatnya Untuk Kesehatan. *Jurnal Abdimas Mahakam*, 1(1). <https://doi.org/10.24903/jam.v1i1.238>
- Guswandi, R. W., & Rivai, H. (2014). Pengaruh Cara Pengeringan Dengan Oven, Kering Angin dan Cahaya Matahari

- Langsung Terhadap Mutu Simplisia Herba Sambiloto. *Fakultas Farmasi Universitas Andalas (UNAND) Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi (STIFARM) Padang*, 6(2).
- Haikal Hafiz, M., & Tanggasari, D. (2023). Protech Biosystems Journal The Effect of Maturity Quality of Kepok Banana on the Sweetness Level of Banana Sale Pengaruh Kualitas Kematangan Pisang Kepok Terhadap Tingkat Kemanisan Pisang Sale. *Protech Biosystems Journal*, 3(1), 26–35. <https://doi.org/10.31764>
- Hamrouni-Sellami, I., Rahali, F. Z., Rebey, I. B., Bourgou, S., Limam, F., & Marzouk, B. (2013). Total Phenolics, Flavonoids, and Antioxidant Activity of Sage (*Salvia officinalis* L.) Plants as Affected by Different Drying Methods. *Food and Bioprocess Technology*, 6(3). <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0877-7>
- Handoyo, D. L. Y., & Pranoto, M. E. (2020). Pengaruh Variasi Suhu Pengeringan Terhadap Pembuatan Simplisia Daun Mimba (*Azadirachta Indica*). *Jurnal Farmasi Tinctura*, 1(2). <https://doi.org/10.35316/tinctura.v1i2.988>
- Herawati, I. E., & Saptarini, N. M. (2020). Analisis Kadar Total Fitosterol Pada Ekstrak Daun Selada (*Lactuca sativa* L.) Dengan Metode Kolorimetri. *Jurnal Sabdariffarma Tahun*, 9(1), 7–10.
- Khasanah, N. (2011). Kandungan Buah-Buahan dalam Alqur'an: Buah Tin (*Ficus carica* L), Zaitun (*Olea europea* L), Delima (*Punica granatum* L), Anggur (*Vitis vinifera* L), dan Kurma (*Phoenix dactylifera* L) untuk Kesehatan. *Jurnal Phenomenon*, 1(2), 5–29.
- Kholifah, A. N., Dewa, I., Permana, G. M., & Yusasrini, N. L. A. (2021). Itepa: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan, The Effect of Temperature and Drying Time on Antioxidant Activity of Herbal Tea Bag of Starfruit Leaves (*Averrhoa bilimbi* L.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 10(4), 634–645.
- Lubis, A. (2016). *Aplikasi Metode Respon Surface untuk optimasi kuantitas susut bobot buah manggis*. Fakultas Pertanian.
- Manik, A. maharani, Karo-karo, T., & Lubis, linda masniary. (2019). Pengaruh Suhu Pengeringan dan Lama Pengeringan Buah Asam Gelugur (*Garcinia atroviridis*) Terhadap Mutu Asam Potong. *Jurnal Rekayasa Pangan*, 7(1), 1–10.
- Mardiana, N., Khathir, R., & Agustina, R. (2022). Pengaruh Suhu Pengeringan Terhadap Mutu Teh Herbal Daun Sirsak (*Annona muricata* Linn.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(4), 799–808. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v7i4.22104>
- Maryam sri, Abdul Wahid Jamaluddin, A. R. (2018). Uji Perbandingan Efektivitas Daya Anthelmintik Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.). *Jurnal Agrisistem*, 14(1), 37–45.
- Mawardi, Y. (2016). Kadar Air, Tanin, Warna dan Aroma Off-Flavour Minuman Fungsional Daun Sirsak (*Annona muricata*) Dengan Berbagai Konsentrasi Jahe (*Zingiber officinale*). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(3). <https://doi.org/10.17728/jatp.179>
- Misha, S., Mat, S., Ruslan, M. H., Sopian, K., & Salleh, E. (2013). Review on the application of a tray dryer system for agricultural products. *World Applied Sciences Journal*, 22(3). <https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2013.22.03.343>
- Nursyafitri, I., & Tanggasari, D. (2022). Pengaruh Pengeringan Menggunakan Oven Terhadap Suhu, Kelembaban, Kadar Air Produk Pisang Sale dengan Bahan Dasar Pisang Kepok. *Protech Biosystem Journal*, 2(2), 57–64.
- Parfiyanti, E. A., Budihastuti, R., & Hastuti, E. D. (2016). Pengaruh Suhu Pengeringan yang Berbeda Terhadap Kualitas Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Biologi*, 5(1), 82–92.
- Purnamasari, I., Meidinariasty, A., & Hadi, R. N. (2019). Prototype Alat Pengering Tray Dryer Ditinjau dari Pengaruh Temperatur dan Waktu Terhadap Proses Pengeringan Mie Kering. *Jurnal Kinetika*, 10(03), 25–28.
- Putri, D. A., Murtini, E. S., & Sunarharum, W. B. (2021). The characteristics of dried Suji (*Dracaena angustifolia* (medik.) Roxb.) leaves powder produced by different drying methods and temperatures. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 733(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/733/1/012084>
- Rahayu, F. (2021). *Pengaruh Variasi Waktu Pengeringan Daun Sirsak (Annona Muricata L.) Dan Penambahan Sari Jeruk Nipis*

- (*Citrus Aurantifolia*) Terhadap Sifat Fisik, Kimia Dan Tingkat Kesukaan Seduhan Daun Sirsak. Yogyakarta.
- Ridwan, K., Lestari, S. P., Erlinawati, Fatria, Prayogatama, A., Safitri, D., ... M.aditya. (2018). Prototipe Pengereng Tenaga Surya ditinjau dari Penggunaan Kolektor Termal Ganda dan Sistem Fotovoltaik. *Jurnal Kinetika*, 9(1).
- Roshanak, S., Rahimmalek, M., & Goli, S. A. H. (2016). Evaluation of seven different drying treatments in respect to total flavonoid, phenolic, vitamin C content, chlorophyll, antioxidant activity and color of green tea (*Camellia sinensis* or *C. assamica*) leaves. *Journal of Food Science and Technology*, 53(1). <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2030-x>
- Ryanata, E. (2015). Penentuan Jenis Tanin dan Penetapan Kadar Tanin dari Kulit Buah Pisang Masak (*Musa paradisiaca* L.) Secara Spektrofotometri dan Permanganometri. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, 4(1), 1–16.
- Santoso, D., Muhidong, D., & Mursalim, M. (2018). Model Matematis Pengerengan Lapisan Tipis Biji Kopi Arabika (*Coffeae arabica*) Dan Biji Kopi Robusta (*Coffeae cannephora*). *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 22(1), 86. <https://doi.org/10.25077/jtpa.22.1.86-95.2018>
- Santoso, U. (2021). *Antioksidan Pangan*. UGM PRESS.
- Sari, D. K., Affandi, D. R., & Prabawa, S. (2020). Pengaruh Waktu dan Suhu Pengerengan Terhadap Karakteristik Teh Daun Tin (*Ficus Carica* L.). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 12(2). <https://doi.org/10.20961/jthp.v12i2.36160>
- Sellami, I. H., Rebey, I. B., Sriti, J., Rahali, F. Z., Limam, F., & Marzouk, B. (2012). Drying Sage (*Salvia officinalis* L.) Plants and Its Effects on Content, Chemical Composition, and Radical Scavenging Activity of the Essential Oil. *Food and Bioprocess Technology*, 5(8). <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0661-0>
- Sonjaya, A. N., Djamruddin, D., Nulhakim, L., & Rahmadani, A. (2022). Analisis Laju Pengerengan Pada Cetakan Piring Keramik Kapasitas 2880. *Jurnal Teknologi*, 9(2), 52–62. <https://doi.org/10.31479/jtek.v9i2.149>
- Suwandi, J. F., & Irfa, R. (2016). Studi Pustaka Khasiat Daun Sirsak (*Annona muricata*) Dalam Menurunkan Nyeri Pada Pasien Gout Arthritis. *Jurnal Majority*, 5(3), 145.
- Tanggasari, D., Ariskanopitasari, A., & Afgani, C. A. (2023). Characteristics of drying banana kepok based on the thickness of the slices and the alternating process in making banana sale. *Jurnal Agrotek Ummat*, 10(1), 66–75.
- Tanggasari, D., & Jatnika, A. R. (2023). Effect of Thin-Layer Drying of Corn (*Zea mays* L) as Feedstuff at Different Temperatures. *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 11(1), 73–81. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2023.011.01.07>
- Tanggasari, D., Nelwan, L. O., Yulianto, M., & Astika, I. W. (2022). Effect of Static Height and Tempering Process on The Quality Rice Dried with Fluidized Bed Dryer. *Journal of Agro-Based Industry*, 39(2), 95–103.
- Ulfasari, S. (2021). *Penetapan Kadar Tanin Ekstrak Etanol Daun Ketepeng Cina (Cassia alata L.) Menggunakan Metode Spektrofotometri Uv-Vis*. UIN Allauddin Makassar. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Retrieved from <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/19599/>
- Utami, H. F., Hastuti, R. B., Hastuti, D., & Biologi, J. (2015). Kualitas Daun Binahong (*Anredera cordifolia*) pada Suhu Pengerengan Berbeda. *Jurnal Biologi*, 4(2), 51–59.
- Wardani, L. lukita, & Tanggasari, D. (2023). Pengaruh Penambahan Daun Gamal, Kelor, dan Karbit Dalam Proses Pemeraman Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L). *Jurnal Teknologi Dan Mutu Pangan*, 1(2), 83–89.
- Warnis, M., Aprilina, L. A., & Maryanti, L. (2020). Pengaruh Suhu Pengerengan Simplisia Terhadap Kadar Flavonoid Total Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.). *Seminar Nasional Kahuripan*.
- Winangsih, Prihastanti, E., & Parman, S. (2013). Pengaruh Metode Pengerengan Terhadap Kualitas Simplisia. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 21(1).
- Zhang, M., Tang, J., Mujumdar, A. S., & Wang, S. (2006). Trends in microwave-related drying of fruits and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2006.04.011>