Pharmaceutical & Traditional Medicine
Volume 8, Nomor 2, Halaman 8 – 16
e-ISSN: 2548-6365

EVALUASI PENGARUH PERBEDAAN METODE PENGERINGAN TERHADAP KADAR AIR SIMPLISIA KULIT BATANG SUKUN (*Artocarpus altilis cortex*)

Baiq Sri Damayanti[1]
Wulan Ratia Ratulangi[2*]
Sri Idawati[3]
Rosnalia Widyan[4]

[1,2,3,4] Politeknik Medika Farma Husada, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

[*]email: ratiaratulangiw@gmail.com

Kata Kunci:
Kadar air
Kulit batang sukun
Pengeringan
Simplisia

Abstrak

Kulit batang sukun (*Artocarpus altilis cortex*) berpotensi dikembangkan sebagai bahan baku obat tradisional sehingga penanganan pascapanen perlu dilakukan untuk menjaga mutu simplisia. Penelitian ini bertujuan membandingkan kadar air simplisia kulit batang sukun yang dikeringkan menggunakan oven, sinar matahari tidak langsung dengan penutup kain hitam, dan pengangin-anginan. Penelitian laboratorium dilakukan dengan mengeringkan masing-masing 300 g bahan segar. Pengeringan oven dilakukan pada suhu 50 °C selama 24 jam, sedangkan pengeringan matahari berpenutup kain hitam dan pengangin-anginan dilakukan selama delapan hari. Kadar air ditetapkan secara gravimetri melalui pemanasan pada 105 °C hingga bobot konstan. Hasil menunjukkan bobot simplisia kering berturut-turut 123, 127, dan 137 g, sedangkan bobot serbuk 90, 100, dan 106 g. Rendemen serbuk masing-masing sebesar 30,00%, 33,33%, dan 35,33%. Kadar air yang diperoleh adalah 9,36% pada metode oven, 9,52% pada pengeringan matahari berpenutup kain hitam, dan 10,15% pada pengangin-anginan. Dengan acuan batas kadar air ≤10% yang digunakan, metode pengeringan menggunakan oven dan sinar matahari tidak langsung, memenuhi persyaratan, sedangkan pengangin-anginan sedikit melampauinya atau tidak memenuhi persyaratan. Oven memberikan kadar air terendah. Kesimpulan penelitian menunjukkan bahwa metode oven merupakan metode paling efektif karena menghasilkan kadar air terendah dan memenuhi persyaratan mutu simplisia.

Dikirim: 05-08-2024
Diterima: 10-09-2024
Dipublikasi: 20-10-2024

© Dipublikasi oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Politeknik Medica Farma Husada Mataram. DOI: https://doi.org/ptm.pmfhm.xxx

PENDAHULUAN

Simplisia merupakan bahan alam yang digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan obat tradisional dan sediaan berbasis bahan alam. Mutu simplisia sangat dipengaruhi oleh proses penanganan pascapanen, mulai dari pemilihan bahan, pembersihan, pengecilan ukuran, pengeringan, hingga penyimpanan. Salah satu tahapan penting dalam proses tersebut adalah pengeringan, yaitu proses pengurangan kandungan air pada bahan untuk membantu mempertahankan kualitasnya selama penyimpanan. Pengeringan yang tidak dilakukan secara tepat dapat menyebabkan mutu simplisia tidak seragam dan berpotensi mempengaruhi karakteristik fisik maupun kimia bahan. Oleh karena itu, pemilihan metode pengeringan perlu mempertimbangkan karakteristik bahan yang dikeringkan, kondisi proses, waktu pengeringan, serta mutu akhir yang ingin dicapai (Nurhaslina et al., 2022).

Kadar air merupakan salah satu parameter penting dalam evaluasi mutu simplisia karena berkaitan dengan kondisi penyimpanan dan potensi kerusakan bahan selama penyimpanan. Kandungan air yang masih tinggi dapat mendukung berlangsungnya aktivitas mikroorganisme dan sejumlah reaksi yang berkontribusi terhadap penurunan mutu. Namun, kadar air tidak dapat digunakan sebagai satu-satunya indikator keamanan dan stabilitas simplisia karena parameter lain, seperti cemaran mikroba, identitas bahan, dan karakteristik kimia, juga perlu diperhatikan. Dengan demikian, pengeringan tidak hanya ditujukan untuk mengurangi massa bahan, tetapi juga untuk menghasilkan simplisia dengan kadar air yang sesuai dan karakteristik yang dapat dipertahankan. Penelitian mengenai pengeringan simplisia menunjukkan bahwa metode yang berbeda dapat menghasilkan kadar air dan karakteristik mutu yang berbeda pula, sehingga evaluasi metode pengeringan perlu dilakukan secara spesifik terhadap bahan yang digunakan (Fardi & Raharjo, 2022; Wijaya & Noviana, 2022).

Secara umum, pengeringan bahan tanaman dapat dilakukan melalui metode pengeringan menggunakan oven, sinar matahari, sinar matahari tidak langsung dengan penutup kain, maupun pengangin-anginan. Setiap metode memiliki karakteristik yang berbeda dalam hal sumber panas, perpindahan panas dan massa, lama proses, serta ketergantungan terhadap kondisi lingkungan. Pengeringan menggunakan oven memungkinkan suhu diatur sehingga kondisi proses relatif lebih terkendali. Sebaliknya, pengeringan dengan sinar matahari dan pengangin-anginan lebih bergantung pada suhu lingkungan, kelembapan relatif, sirkulasi udara, serta kondisi cuaca. Perbedaan tersebut dapat mempengaruhi laju penguapan air dan waktu yang diperlukan untuk mencapai kondisi kering. Nurhaslina et al. (2022) menjelaskan bahwa pemilihan metode pengeringan tanaman herbal perlu disesuaikan dengan karakteristik bahan dan sifat komponen yang terkandung di dalamnya. Artinya, metode yang menghasilkan pengeringan cepat belum tentu memberikan mutu terbaik untuk semua jenis bahan alam. Oleh karena itu, pemilihan metode perlu mempertimbangkan keseimbangan antara penurunan kadar air, waktu proses, dan pemeliharaan mutu bahan (Fardi & Raharjo, 2022; Nisa et al., 2023; Al-Qudah et al., 2023; Norasmadi et al., 2024; Wang et al., 2025).

Selain mempengaruhi kadar air, metode pengeringan juga dapat menyebabkan perubahan pada karakteristik fisik dan kimia bahan tanaman (Massarioli et al., 2023). Perbedaan suhu dan lama pengeringan dapat mempengaruhi warna, aroma, komposisi senyawa, serta aktivitas biologis komponen tertentu (Areesrisom et al., 2022; Mohapatra et al., 2022; Al-Qudah et al., 2023; Norasmadi et al., 2024; Kalita et al., 2025; Cheenkachorn et al., 2022; Malik & Kumar, 2022). Miao et al. (2022), dalam penelitian mengenai bunga Coreopsis tinctoria, menemukan bahwa metode pengeringan memberikan pengaruh terhadap komposisi kimia dan aktivitas biologis bahan yang dikaji. Temuan tersebut menunjukkan bahwa proses pengeringan perlu dipandang sebagai tahapan pengolahan yang dapat mempengaruhi mutu akhir, bukan sekadar proses untuk menghilangkan air. Meskipun demikian, respons terhadap pengeringan dapat berbeda antarspesies dan bagian tanaman, sehingga hasil penelitian pada satu jenis bahan tidak dapat langsung diterapkan pada bahan lainnya tanpa pengujian lebih lanjut.

Perbedaan hasil pengeringan juga telah dilaporkan pada penelitian simplisia tanaman obat. Fardi dan Raharjo (2022) membandingkan metode pengeringan kering angin dan oven pada simplisia bunga

kecombrang (Etlingera elatior) serta menemukan perbedaan karakteristik mutu pada beberapa parameter yang diamati. Sementara itu, Nisa et al. (2023) melaporkan bahwa pengeringan oven pada suhu 40 °C menghasilkan kadar air simplisia daun cermai yang lebih rendah dibandingkan metode pengeringan lainnya dalam penelitian mereka. Hasil tersebut memberikan dasar ilmiah bahwa metode pengeringan dapat menjadi salah satu faktor yang perlu dievaluasi dalam proses pembuatan simplisia. Namun, suhu dan lama pengeringan yang sesuai untuk daun atau bunga tidak serta-merta menjadi kondisi optimum untuk kulit batang, karena perbedaan struktur jaringan dan karakteristik bahan dapat mempengaruhi proses pelepasan air (Fardi & Raharjo, 2022; Nisa et al., 2023).

Tanaman sukun (*Artocarpus altilis*) merupakan tanaman tropis yang memiliki berbagai bagian dengan karakteristik dan potensi pemanfaatan yang berbeda. Penelitian Ra et al. (2023), misalnya, mengkaji karakteristik serat selulosa alami yang berasal dari kulit batang sukun. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kulit batang sukun dapat menjadi objek kajian ilmiah berdasarkan karakteristik materialnya. Meskipun penelitian tersebut berfokus pada serat alami dan bukan pada standarisasi simplisia untuk penggunaan farmasi, kajiannya memperlihatkan pentingnya karakterisasi kulit batang sukun sebagai bahan biologis. Dalam konteks pengembangan bahan alam, karakterisasi dan penanganan pascapanen perlu disesuaikan dengan tujuan pemanfaatan bahan. Apabila kulit batang sukun akan diolah menjadi simplisia, proses pengeringan perlu dievaluasi agar diperoleh informasi mengenai kadar air dan karakteristik fisik bahan setelah pengeringan.

Salah satu persoalan yang perlu diperhatikan dalam pengeringan kulit batang adalah keseimbangan antara penurunan kadar air, lama proses, dan karakteristik produk yang dihasilkan. Pengeringan menggunakan oven memiliki keunggulan berupa pengaturan suhu yang lebih terkontrol, tetapi penerapannya tetap memerlukan penentuan suhu dan waktu yang sesuai. Pengeringan menggunakan sinar matahari tidak langsung dapat menjadi alternatif, tetapi hasilnya dapat dipengaruhi oleh perubahan kondisi lingkungan. Sementara itu, pengangin-anginan dapat dilakukan tanpa pemanasan langsung, tetapi waktu yang diperlukan untuk menurunkan kadar air dapat lebih panjang dan bergantung pada kondisi sirkulasi udara. Penelitian mengenai teknologi pengeringan tanaman obat juga menekankan pentingnya menilai efisiensi proses bersamaan dengan mutu produk, termasuk retensi komponen bioaktif dan karakteristik fisikokimia bahan (Zamani et al., 2026). Oleh sebab itu, penentuan metode pengeringan sebaiknya didasarkan pada hasil pengukuran, bukan hanya pada pertimbangan praktis atau asumsi bahwa satu metode selalu lebih baik daripada metode lainnya.

Meskipun penelitian tentang metode pengeringan simplisia telah dilakukan pada beberapa tanaman obat, hasilnya bersifat spesifik terhadap jenis dan bagian tanaman, serta kondisi pengeringan yang digunakan. Oleh karena itu, hasil penelitian pada daun dan bunga belum dapat dijadikan dasar untuk menentukan metode pengeringan yang paling sesuai bagi kulit batang sukun. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi perbedaan hasil pengeringan kulit batang sukun menggunakan metode oven, sinar matahari tidak langsung dengan penutup kain hitam, dan pengangin-anginan berdasarkan kadar air, rendemen, serta karakteristik organoleptik. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi awal

mengenai metode pengeringan yang menghasilkan kadar air paling rendah pada kondisi pengujian yang digunakan, sekaligus menjadi dasar bagi penelitian lanjutan mengenai standarisasi mutu simplisia kulit batang sukun.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit batang sukun. Sebanyak 300 g bahan segar digunakan pada setiap metode pengeringan.

Metode

Rancangan dan prosedur pengeringan

Penelitian merupakan eksperimen laboratorium deskriptif yang membandingkan tiga metode. (1) Oven: bahan dikeringkan pada suhu 50 °C selama 24 jam. (2) Sinar matahari tidak langsung: bahan dikeringkan dengan paparan matahari dan ditutup kain hitam selama delapan hari. (3) Pengangin-anginan: bahan diletakkan pada kondisi berventilasi tanpa pemanasan langsung selama delapan hari. Setiap perlakuan dimulai dari 300 g bahan segar. Setelah kering, bahan ditimbang, kemudian dihaluskan dan ditimbang kembali untuk memperoleh massa serbuk.

Pemantauan lingkungan dan organoleptik

Suhu pada metode matahari dan kelembapan pada metode pengangin-anginan dicatat selama delapan hari. Pengamatan organoleptik dilakukan secara deskriptif terhadap bentuk, warna, bau, dan rasa serbuk.

Penetapan kadar air

Kadar air ditetapkan menggunakan pendekatan gravimetri: sampel ditimbang, dipanaskan pada 105 °C selama empat jam, ditimbang kembali, kemudian dipanaskan satu jam tambahan sampai bobot konstan. Bobot yang tidak berubah pada penimbangan berikutnya dianggap sebagai bobot konstan. Secara umum, kadar air basis basah dapat dihitung dengan rumus: kadar air (%) = [(massa sebelum pengeringan − massa setelah pengeringan) / massa sebelum pengeringan] × 100%. Selanjutnya, data dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan massa simplisia kering, massa serbuk, rendemen, bobot pada pengukuran berulang, hasil organoleptik, dan kadar air dari ketiga metode.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Tabel 1. Hasil Pengeringan Simplisia Kulit Batang Sukun

Metode Pengeringan	Bahan Segar (g)	Simplisia Kering (g)	Serbuk Simplisia (g)	Rendemen (%)
Oven	300	123	90	30
Matahari (ditutupi kain hitam)	300	127	100	33,33
Diangin-anginkan	300	137	106	35,33

Metode pengangin-anginan menghasilkan massa simplisia kering dan serbuk paling tinggi (137 g dan 106 g), sedangkan oven menghasilkan massa paling rendah (123 g dan 90 g). Rendemen serbuk yang dilaporkan berkisar 30,00–35,33%, dengan nilai tertinggi pada pengangin-anginan. Rendemen yang lebih tinggi tidak otomatis menunjukkan pengeringan lebih baik karena massa akhir juga dipengaruhi oleh air tersisa.

Tabel 2. Hasil Pemantauan Kondisi Lingkungan selama Pengeringan

Hari	Suhu Metode Matahari (ditutupi kain hitam) (^{O}C)	Kelembaban Metode Diangin-anginkan (%)
1.	30	47
2.	31	50
3.	31	51
4.	32	47
5.	30	51
6.	33	47
7.	31	51
8.	32	46

Suhu yang tercatat pada metode matahari berkisar 30–33 °C, sedangkan kelembapan pada metode pengangin-anginan berkisar 46–51%. Kedua parameter berubah dari hari ke hari. Data ini menunjukkan adanya variasi kondisi lingkungan selama pengeringan alami, tetapi tidak cukup untuk mengisolasi pengaruh masing-masing parameter terhadap kadar air akhir.

Tabel 3. Hasil Pengamatan Organoleptik

Metode Pengeringan	Uji Organoleptik			
	Bentuk	Warna	Bau	Rasa
Oven	Serbuk	Coklat susu cerah	Aroma khas kulit batang	Pahit
Matahari (ditutupi kain hitam)	Serbuk	Coklat susu	Aroma khas kulit batang	Pahit
Diangin-anginkan	Serbuk	Coklat susu gelap	Aroma khas kulit batang	Pahit

Ketiga metode menghasilkan serbuk dengan aroma khas kulit batang dan rasa pahit. Perbedaan yang dicatat terutama pada warna: hasil oven lebih cerah, pengeringan matahari berada di antara keduanya, dan pengangin-anginan menghasilkan warna lebih gelap.

Tabel 4. Hasil Uji Kadar Air Simplisia

Metode Pengeringan	Berat Awal (g)	Berat Cawa Kosong (g)	Berat cawan+sampel (g)	P1 (g)	P2 (g)	P3 (g)	Kadar Air (%)	Kriteria ≤10%
Oven	5,00	27,86	32,88	32,46	32,41	32,41	9,36	Memenuhi
Matahari (ditutupi kain hitam)	5,00	31,61	36,65	36,17	36,17	36,17	9,52	Memenuhi

Diangin-anginkan	5,00	40,67	45,69	45,23	45,18	10,15	Tidak Memenuhi

Keterangan: P1 = Bobot setelah pengeringan pertama (4 jam); P2 = Bobot setelah pengeringan kedua (1 jam); P3 = Bobot setelah pengeringan ketiga (1 jam)

Pengkuruan bobot simplisia yang dilakukan pada metode oven dan pengangin-anginan, bobot turun 0,05 g dari pengukuran pertama ke kedua, kemudian tetap pada pengukuran ketiga. Pada metode matahari, bobot tercatat tetap 36,17 g pada ketiga pengukuran. Hasil tersebut menunjukkan bahwa bobot konstan telah tercapai karena tidak terdapat lagi perubahan bobot pada penimbangan berikutnya. Sedangkan kadar air terendah diperoleh pada metode oven (9,36%), diikuti metode matahari dengan ditutupi kain hitam (9,52%), sedangkan pengangin-anginan memiliki nilai tertinggi (10,15%). Dibandingkan ambang ≤10%, selisih nilai metode matahari dari oven adalah 0,16 persen, sementara nilai pengangin-anginan melampaui ambang sebesar 0,15 persen. Hasil kadar air pada metode oven dan sinar matahari masih memenuhi persyaratan, yaitu tidak lebih dari 10%, sedangkan metode diangin-anginkan melebihi batas tersebut.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode pengeringan berhubungan dengan perbedaan kadar air akhir yang diperoleh. Oven menghasilkan kadar air terendah, yakni 9,36%, dan metode matahari berpenutup kain hitam menghasilkan 9,52%. Hal tersebut terjadi karena oven menyediakan sumber panas yang relatif terkendali dan dapat mempertahankan kondisi pengeringan lebih konsisten daripada lingkungan terbuka. Pengeringan terjadi melalui perpindahan panas ke bahan dan perpindahan uap air dari bagian dalam bahan ke permukaan lalu ke udara. Pada pengeringan alami, perubahan suhu, kelembapan relatif, dan aliran udara dapat membuat laju pelepasan air berubah sepanjang waktu. Peneltian terkait pengeringan obat herbal juga menegaskan bahwa kondisi proses dan jenis tanaman mempengaruhi efisiensi pengeringan serta mutu akhir (Nurhaslina et al., 2022).

Pengangin-anginan memberikan kadar air 10,15%, sedikit di atas batas kriteria pembanding yang digunakan. Pengeringan tanpa pemanasan dapat berlangsung lebih lambat karena gaya pendorong penguapan bergantung pada perbedaan tekanan uap antara permukaan bahan dan udara. Ketika udara sekitar relatif lembap atau pergerakan udaranya terbatas, air lebih lambat berpindah dari bahan. Rentang kelembapan 46-51% yang tercatat bukan satu-satunya faktor penentu; suhu bahan, kecepatan udara, ketebalan potongan, dan distribusi ukuran juga dapat berperan. Penelitian pada berbagai herba menunjukkan bahwa metode pengeringan mengubah waktu pengeringan dan karakteristik mutu, sehingga hasil pada satu jenis bahan tidak boleh langsung digeneralisasi ke tanaman lain (Massarioli et al., 2023; Kalita et al., 2025). Penelitian pada simplisia lain juga menyatakan bahwa hasil pengeringan dan pemenuhan kadar air dapat berbeda menurut bahan dan prosedur yang digunakan (Wijaya & Noviana, 2022; Yunitasari et al., 2024; Lestari et al., 2023).

Berdasarkan perhitungan massa akhir dan rendemen yang dilakukan, pengangin-anginan memberikan rendemen serbuk tertinggi (35,33%), tetapi juga kadar air tertinggi. Air yang masih tertahan menambah massa bahan dan dapat menaikkan rendemen terukur tanpa berarti jumlah padatan kering yang diperoleh

lebih banyak. Penelitian pengeringan simplisia dan herba menunjukkan pentingnya menilai kadar air bersamaan dengan rendemen serta parameter mutu lainnya (Fardi & Raharjo, 2022; Nisa et al., 2023; Yunitasari et al., 2024).

Perbedaan warna juga terlihat secara kualitatif. Serbuk hasil oven berwarna cokelat susu cerah, sedangkan hasil pengangin-anginan lebih gelap. Hal ini dapat disebabkan oleh durasi paparan lingkungan yang lebih lama pada pengeringan alami dapat memberi lebih banyak waktu bagi reaksi enzimatik atau oksidatif, sementara kondisi pengeringan terkendali dapat memperpendek fase bahan berada pada kelembapan tinggi. Warna juga dipengaruhi oleh karakter awal kulit batang, ukuran potongan, paparan cahaya, dan kondisi penyimpanan. Literatur mengenai pengeringan tanaman obat menunjukkan bahwa warna dan komponen bioaktif dapat berubah sesuai teknik, suhu, serta lamanya pengeringan (Jayasuriya et al., 2022; Massarioli et al., 2023; Mohapatra et al., 2022; Norasmadi et al., 2024; Wang et al., 2025).

Kadar air yang lebih rendah umumnya membantu menekan ketersediaan air untuk pertumbuhan mikroorganisme dan memperlambat sebagian reaksi yang mempercepat penurunan mutu. Namun, kadar air total tidak sama dengan aktivitas air, dan kadar air saja tidak cukup untuk menyatakan suatu simplisia bebas mikroba atau stabil selama penyimpanan. Standar mutu simplisia perlu mencakup parameter relevan lain, termasuk cemaran mikroba, kadar abu, kadar sari larut, identitas bahan, serta kandungan kimia sesuai tujuan penggunaannya (Maslahah, 2024; Lestari et al., 2023). Penelitian lain mengenai pengeringan tanaman obat dan pengendalian mutu bahan herbal mendukung pentingnya mengevaluasi parameter fisikokimia secara bersamaan (Massarioli et al., 2023; Areesrisom et al., 2022; Mohapatra et al., 2022).

Secara praktis, oven merupakan pilihan paling menjanjikan di antara tiga metode yang diuji untuk memperoleh kadar air akhir terendah dalam kondisi penelitian ini. Pengeringan matahari tidak langsung juga menghasilkan kadar air di bawah batas pembanding dengan rendemen serbuk yang lebih tinggi, tetapi kondisi cuaca tetap perlu dikendalikan dan dicatat. Pengangin-anginan memerlukan pengawasan waktu dan pengukuran kadar air akhir yang cermat. Rekomendasi tersebut bersifat spesifik pada kondisi uji dan belum membuktikan bahwa oven paling baik untuk mempertahankan seluruh senyawa aktif kulit batang sukun, karena kandungan fitokimia tidak diukur.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh, metode pengeringan menghasilkan kadar air simplisia kulit batang sukun yang berbeda secara deskriptif. Pengeringan oven pada suhu 50 °C selama 24 jam menghasilkan kadar air terendah (9,36%), diikuti pengeringan matahari dengan penutup kain hitam (9,52%) dan pengangin-anginan selama delapan hari (10,15%). Dengan menggunakan kriteria ≤10% untuk mutu simplisia yang baik,, metode oven dan matahari memenuhi kriteria, sedangkan pengangin-anginan sedikit melampauinya. Oven dapat direkomendasikan sebagai metode dengan kadar air terendah pada kondisi uji ini. Akan tetapi, pengujian parameter mutu lain diperlukan sebelum hasil dipakai untuk standardisasi atau klaim mutu yang lebih luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Laboratorium Kimia Politeknik Medica Farma Husada Mataram yang menyediakan fasilitas untuk pengujian sampel.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Qudah, M. A., Al-Jaber, H. I., Abu Orabi, F. M., Hasan, H. S., Aldahoun, A. K., Alhamzani, A. G., Alakhras, A. I., Bataineh, T. T., Rawashdeh, A. M. M., & Abu-Orabi, S. T. (2023). Unveiling the impact of drying methods on phytochemical composition and antioxidant activity of Anthemis palestina. *Plants*, 12(22), 3914. https://doi.org/10.3390/plants12223914

Areesrisom, P., Phungthat, T., Nilawonk, W., Areesrisom, K., & Taokaenchan, N. (2022). Effect of drying conditions on phytochemical compositions, total phenolic contents and antioxidant activities in Artemisia lactiflora. *Maejo Journal of Agricultural Production*. https://li01.tci-thaijo.org/index.php/japmju/article/view/253556

Cheenkachorn, K., Paulraj, M. G., Tantayotai, P., Phakeenuya, V., & Sriariyanun, M. (2022). Characterization of biologically active compounds from different herbs: Influence of drying and extraction methods. *Journal of the Indian Chemical Society*, 99(1), Article 100297. https://doi.org/10.1016/j.jics.2021.100297

Fardi, A. R. A., & Raharjo, S. J. (2022). The effect of wind dry and oven drying methods on the characteristics of kecombrang flower simplicia (Etlingera elatior). *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 9(2), 379–389. https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2022.v09.i02.p17

Kalita, N., Tavhare, S. D., Muthukumar, P., & Dalal, A. (2025). Comparative analysis of biogas hybrid solar dryer and open sun drying: Phytochemical properties in medicinal herbs. *Thermal Science and Engineering Progress*, Article 103574. https://doi.org/10.1016/j.tsep.2025.103574

Lestari, P., Yusuf, F., & Fahdi, F. (2023). Karakterisasi simplisia dan skrining fitokimia herba suruhan (Peperomia pellucida H.B.&K.). *BEST Journal (Biology Education, Sains and Technology)*, 6(2). https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/best/article/view/9699

Malik, A., & Kumar, M. (2022). A review on turmeric drying technologies. *Materials Today: Proceedings*, 62(8), 5358–5364. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.539

Maslahah, N. (2024). Standar simplisia tanaman obat sebagai bahan sediaan herbal. *Warta BSIP Perkebunan*, 2(2). https://epublikasi.pertanian.go.id/berkala/wartabun/article/view/3663

Massarioli, A. P., de Alencar, S. M., Siqueira, A. F., de Melo, M. P., Vidigal, I. G., & Ferreira, A. L. G. (2023). Evaluation of the quality and antioxidant activity of dehydrated medicinal herbs. *Horticulturae*, 9(5), 597. https://doi.org/10.3390/horticulturae9050597

Miao, J., Liu, J., Gao, X., Lu, F., & Yang, X. (2022). Effects of different drying methods on chemical compositions, antioxidant activity and anti-α-glucosidase activity of Coreopsis tinctoria flower tea. *Heliyon*, 8(11), Article e11784. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11784

Mohapatra, P., Ray, A., Jena, S., Nayak, S., & Mohanty, S. (2022). Influence of various drying methods on physicochemical characteristics, antioxidant activity, and bioactive compounds in Centella asiatica L. leaves: A comparative study. *BioTechnologia*, 103(3), 235–247. https://doi.org/10.5114/bta.2022.118666

Nisa, M., Jannah, R., Qodri, U. L., & Sari, D. R. T. (2023). Pengaruh metode pengeringan terhadap kadar flavonoid simplisia daun cermai (Phyllanthus acidus L. Skeels). *Jurnal Farmasi Ma Chung: Sains, Teknologi, dan Klinis Komunitas*, 1(1), 8–12. https://doi.org/10.33479/jfmc.v1i(1).2

Norasmadi, I. N. S., Zulkipli, N. N., Lob, S., Wan Abdullah, W. Z., Jusoh, M. F., & Mubarak, A. (2024). Effect of different drying methods on colour, total phenolic content, flavonoid content, and antioxidant activity retention of Strobilanthes crispus leaves. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 47(4), 1157–1174. https://doi.org/10.47836/pjtas.47.4.07

Nurhaslina, C. R., Bacho, S. A., & Mustapa, A. N. (2022). Review on drying methods for herbal plants. *Materials Today: Proceedings*, 63(Suppl. 1), S122–S139. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.052

Ra, S., Ra, S., & Manimaran, P. (2023). Characterization of new natural cellulosic fiber from the bark of Artocarpus altilis plant. *Journal of Natural Fibers*, 20(1), Article 2150923. https://doi.org/10.1080/15440478.2022.2150923

Wang, B., Wang, S., & Ling, B. (2025). Recent advances in the drying of medicinal herb by novel physical field-based techniques: A review. *Journal of Stored Products Research*, Article 102658. https://doi.org/10.1016/j.jspr.2025.102658

Wijaya, A., & Noviana. (2022). Penetapan kadar air simplisia daun kemangi (Ocimum basilicum L.) berdasarkan perbedaan metode pengeringan. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 4(2), 185–194. https://doi.org/10.33759/jrki.v4i2.246

Yunitasari, N., Djamaludin, N. F. A., & Tiadeka, P. (2024). Quality of pineapple skin simplicia (Ananas comosus (L) Merr.) result of oven and sun drying. *Jurnal Farmasi & Sains Indonesia*, 7(2), 106–111. https://doi.org/10.52216/jfsi.vol7no2p106-111

Zamani, S., Fathi, M., Ebadi, M.-T., Karim, A., Meda, V., & Torshizi, M. V. (2026). Renewable energy-based drying of medicinal plants: Enhancing efficiency, phytochemical retention, and quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 106(13), 7547–7569. https://doi.org/10.1002/jsfa.70560