

Quality of Simplicia and Composition of Barangan Banana Peel (*M. acuminata* Colla) as Preventive Dental Material with Different Drying Methods

Mutu Simplicia dan Komposisi Kulit Pisang Barangan (*M. acuminata* Colla) Sebagai Bahan Dental Preventif Dengan Metode Pengeringan Berbeda

Astrid Yudhit^{a*}, Sondang Pintauli^b, Ellyza Herda^c, and Aminah Dalimunthe^d

^a Doctoral Program in Dental Science, Faculty of Dentistry, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara, Indonesia

^b Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara, Indonesia

^c Department of Dental Material, Faculty of Dentistry, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia

^d Department of Pharmacology, Faculty of Pharmacy, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara, Indonesia.

*Corresponding Authors: astrid.yudhit@usu.ac.id

Abstract

Background: The drying process in the preparation of herbal material affects the quality, chemical compound content, and mineral composition of herbal ingredients. Barangan banana peel (*Musa acuminata* Colla) has potential as a preventive dental agent due to its phytochemical and mineral content. **Objective:** This study aimed to analyze the simplicia quality (moisture content and total ash content) as well as the chemical compound and mineral composition of Barangan banana peel dried using two different methods. **Methods:** This was a qualitative analytical study. Cleaned and chopped Barangan banana peels were divided into two groups: oven-dried (OD; 60°C for 12 hours) and freeze-dried (FD; -65°C for 4 hours followed by 48 hours of freeze drying). The simplicia was ground using a ball mill (500 rpm for 6 hours). Moisture content was determined using the toluene method, while total ash content was measured by heating at 800°C. Identification of chemical compounds and minerals was performed using GC-MS and XRF, respectively. **Results:** Moisture content of the OD group was 9.23% and of the FD group was 7.11%; total ash content was 10.83% and 10.60%, respectively. Both met the standards of the Indonesian Herbal Pharmacopoeia (moisture content <10%, total ash content <15%). GC-MS identification revealed that the FD group exhibited a greater variety of chemical compounds (12 components) compared to the OD group (7 components). The highest mineral content in both groups was potassium (K), with magnesium (Mg) being higher in the OD group (15.32%) than in the FD group (9.95%). **Conclusion:** The drying method affects the quality and composition of Barangan banana peel. Freeze drying resulted in lower moisture content and greater phytochemical diversity, whereas oven drying tended to preserve higher mineral content for certain elements. The simplicia of Barangan banana peel from both methods has potential to be developed as a preventive dental material.

Keywords: Herbal, Dental Preventive, Phytochemical, Mineral, Banana peel.

Abstrak

Latar Belakang: Proses pengeringan dalam pembuatan simplisia mempengaruhi mutu, kandungan senyawa kimia, dan mineral bahan herbal. Kulit pisang Barangan (*Musa acuminata* Colla) berpotensi sebagai agen dental preventif karena kandungan fitokimia dan mineralnya. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis mutu simplisia (kadar air dan kadar abu total) serta komposisi senyawa kimia dan mineral kulit pisang Barangan yang dikeringkan dengan dua metode berbeda. **Metode:** Penelitian ini merupakan studi analisis kualitatif. Kulit pisang Barangan yang telah dibersihkan dan dicacah dibagi menjadi dua kelompok: pengeringan oven (60°C, 12 jam) dan pengeringan beku (*freeze drying*; -65°C selama 4 jam dilanjutkan 48 jam). Simplicia dihaluskan dengan *ball mill* (500 rpm, 6 jam). Kadar air diuji dengan metode toluena, kadar abu total dengan pemanasan 800°C. Identifikasi senyawa kimia dan mineral dilakukan menggunakan GC-MS dan XRF. **Hasil:** Kadar air kelompok oven (OD) sebesar 9,23% dan kelompok *freeze drying* (FD) sebesar 7,11%; kadar abu total masing-masing 10,83% dan 10,60%. Keduanya memenuhi standar Farmakope Herbal Indonesia (kadar air <10%, kadar abu total <15%). Identifikasi GC-MS menunjukkan kelompok FD memiliki variasi senyawa kimia lebih banyak (12 komponen) dibandingkan OD (7 komponen). Kandungan mineral tertinggi pada kedua kelompok adalah kalium (K), dengan magnesium (Mg) lebih tinggi pada OD (15,32%) dibandingkan FD (9,95%). **Kesimpulan:** Metode pengeringan berpengaruh terhadap mutu dan komposisi kulit pisang Barangan. *Freeze drying* menghasilkan kadar air lebih rendah dan variasi fitokimia lebih banyak, sedangkan pengeringan oven cenderung mempertahankan mineral lebih tinggi pada beberapa unsur. Simplicia kulit pisang Barangan dari kedua metode berpotensi dikembangkan sebagai bahan dental preventif.

Kata Kunci: Herbal, Dental preventif, Fitokimia, Mineral, Kulit pisang.



Copyright © 2020 The author(s). You are free to : **Share** (copy and redistribute the material in any medium or format) and **Adapt** (remix, transform, and build upon the material) under the following terms: **Attribution** — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use; **NonCommercial** — You may not use the material for commercial purposes; **ShareAlike** — If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. Content from this work may be used under the terms of the a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\) License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Article History:

Received: 26/01/2026,
Revised: 08/05/2026,
Accepted: 08/05/2026,
Available Online: 09/05/2026.

QR access this Article



<https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v9i2.1391>

Pendahuluan

Penelitian fitofarmaka modern dapat memenuhi kebutuhan penelitian ilmiah tentang obat herbal yang sebelumnya tidak dipertimbangkan dalam pengembangan formulasi obat. Saat ini, pengembangan tersebut mencakup microspheres[1], nanopartikel[2], liposom[3], dan lainnya [4,5]. Proses awal pembuatan obat herbal adalah dengan melakukan pengeringan bahan herbal menjadi simplisia yang kemudian diproses lebih lanjut untuk menjadikannya bubuk ataupun ekstra [6]. Proses pengeringan menyebabkan terjadinya penyusutan simplisia karena berkurangnya atau hilangnya kandungan air yang terdapat dalam bahan herbal. Farmakope herbal Indonesia mengatur persyaratan mutu simplisia, diantaranya adalah kadar air dan kadar abu total. Kadar air merupakan faktor penting yang mempengaruhi stabilitas, lama penyimpanan, dan pertumbuhan mikroba pada simplisia. Kadar air yang tinggi dapat mempercepat degradasi enzimatis dan kontaminasi mikroba yang pada akhirnya akan menurunkan potensi terapeutik dari simplisia. Kadar abu total mencerminkan jumlah total residu anorganik yang tersisa setelah pembakaran, yang meliputi abu fisiologis (berasal dari jaringan tanaman itu sendiri) dan abu non-fisiologis (berasal dari benda asing seperti tanah, pasir, atau kontaminan). Kadar abu yang berlebihan dapat mengindikasikan proses pembuatan yang kurang baik, adanya kontaminasi, atau ketidakmurnian sehingga dapat menurunkan kualitas dan keamanan bahan baku [7,8].

Proses pengeringan simplisia juga mempengaruhi komposisi fitokimia suatu herbal. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa metode pengeringan bahan herbal mempengaruhi kandungan, retensi dan stabilitas senyawa bioaktif herbal tersebut. Teknik pengeringan yang tidak tepat dapat mengakibatkan degradasi termal, oksidasi, kerusakan enzimatis, atau penguapan bahan-bahan sensitif, sehingga mengurangi mutu obat herbal [9,10]. Teknik pengeringan konvensional seperti pengeringan udara panas atau oven dilaporkan dapat menyebabkan hilangnya senyawa yang tidak tahan panas, terutama ketika suhu melebihi ambang batas tertentu (misalnya $> 60\text{ }^{\circ}\text{C}$) [9]. Belakangan ini dikenalkan teknik pengeringan dengan sublimasi suhu rendah dan vakum, yang dikenal dengan *freeze drying*. Teknik ini dilaporkan dapat lebih menjaga fitokimia termolabil, unsur-unsur yang mudah menguap (volatil), dan kapasitas antioksidan pada simplisia dibandingkan teknik konvensional [11]. Proses pengeringan dengan sinar matahari, oven, dan *freeze drying* menghasilkan bahan dengan kualitas berbeda [12–14].

Pisang (*Musa sp.*) adalah salah satu buah yang paling banyak dibudidayakan di seluruh dunia, menghasilkan sejumlah besar produk sampingan pertanian, terutama kulitnya, yang sering kali dibuang sebagai limbah. Kulit pisang menjanjikan sebagai agen antibakteri karena mengandung bioaktif fenolik, flavonoid, terpenoid, tanin, dan alkaloid yang banyak di antaranya menunjukkan aktivitas antimikroba yang kuat [15]. Beberapa penelitian telah melaporkan bahwa ekstrak kulit pisang dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan negatif, seperti *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan patogen mulut seperti *Streptococcus mutans*, *Porphyromonas gingivalis*, dan *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* [16–18]. Kulit pisang juga mengandung mineral seperti potassium (K), fosfor (P), kalsium (Ca), natrium (Na), mangan (Mn), dan zink (Zn) dan lainnya [19]. Kulit pisang juga dilaporkan dapat memperbaiki porositas email gigi yang terdeminalisasi[20].

Pemanfaatan kulit pisang sebagai bahan fungsional tidak hanya dapat meningkatkan nilai limbah namun juga mendukung pemanfaatan biomassa tanaman secara berkelanjutan dan sirkular. Pisang barangan (*M. acuminata* Colla) merupakan kultivar lokal asal Sumatera Utara, Indonesia yang masih sedikit diteliti dibandingkan varietas pisang lainnya. Kulit pisang barangan berpotensi menjadi sumber alami senyawa

antibakteri dan agen remineralisasi yang dapat dimanfaatkan di kedokteran gigi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi bagaimana dua metode pengeringan yaitu oven dan *freeze drying* mempengaruhi fisikokimia (kadar abu total dan kadar air) serta komposisi fitokimia dan mineral kulit pisang barangan.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan suatu Analisa kualitatif dari simplisia kulit pisang Barangan (*M. Acuminta Colla*).

Bahan dan alat

Bahan pada penelitian ini adalah kulit dari pisang Barangan yang sudah matang dengan usia sekitar 3 bulan yang diambil dari pasar lokal di Medan. Etanol PA (Merck, Jerman), Aquades, dan Toluene (Merck, Jerman). Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Oven, *freeze drying* (BK-FD12PT, Biobase, China), Ball Mill (PM 200, Retsch GmbH, Germany), GC-MS (GCMS, Agilent 5977B, USA), dan X-Ray Fluorescence (S2 PUMA, Brucker, Jerman).

Persiapan sampel

Kulit pisang dipisahkan dengan isinya kemudian dicuci, dikeringkan dan dipotong kecil-kecil. Potongan kecil kulit pisang barangan dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan teknik pengeringan yaitu kelompok oven (OD) dan kelompok *freeze drying* (FD). Kelompok OD dikeringkan di oven pada suhu 60°C selama 12 jam, sedangkan kelompok FD dibekukan menggunakan *freeze drying* (BK-FD12PT, Biobase, China) dengan cara dilakukan air blast freezer (-65°C) selama 4 jam dan dilanjutkan dengan *freeze drying* selama 48 jam. Simplisia kemudian giling dan diayak (100 mesh). Penghalusan dilanjutkan dengan alat *ball mill* (PM 200, Retsch GmbH, Germany) dengan bola baja 4 mm, kecepatan 500 rpm selama 6 jam untuk menghasilkan bubuk halus.

Pengamatan makroskopis simplisia kulit pisang barangan

Gambaran karakteristik berupa warna dan bau simplisia yang dinilai secara visual oleh pengamat.

Uji kadar abu total dan kadar air simplisia kulit pisang barangan

Pengujian kadar abu total dilakukan dengan cara yaitu sebanyak 2g bubuk simplisia ditimbang seksama (W), lalu dimasukkan ke dalam kursibel yang telah ditimbang (W2). Bubuk dimasukkan dalam oven pada suhu 800±25°C hingga arang hilang. Kemudian didinginkan di dalam desikator dan ditimbang berat abu (W1). Dilakukan perhitungan kadar abu dengan rumus:

$$\text{Kadar abu} = \frac{W1-W2}{W} \times 100\% \quad (1)$$

Pengujian kadar air dilakukan dengan cara yaitu toluen dijenuhkan dengan akuades, kemudian alat dipasang dan dilakukan destilasi selama 2 jam. Destilasi dihentikan dan dibiarkan dingin selama sekitar 30 menit. Volume air dalam tabung penerima dibaca dengan ketelitian 0,1ml. Sebanyak 5 g bubuk dimasukkan ke dalam labu alas bulat. Toluene yang telah dijenuhkan ditambahkan ke dalam labu alas bulat dan dipanaskan selama 15 menit. Setelah toluene mulai mendidih, penyulingan diatur 2 tetes/detik dan 4 tetes/detik. Setelah semua tersuling maka pemanasan dilanjutkan selama 5 menit dan kemudian didinginkan hingga mencapai suhu kamar. Volume air di baca setelah toluene dan air memisah dengan sempurna.

Identifikasi senyawa kimia dan mineral

Identifikasi senyawa kimia dalam bubuk kulit pisang dilakukan dengan Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GCMS). Simplisia diencerkan dengan menggunakan etanol PA dan kemudian dianalisis dengan rentang suhu kolom 200-300°C. Identifikasi kandungan mineral dilakukan dengan menggunakan alat X-Ray Fluorescence (XRF). Sampel dipindai pada rentang energi 0-40 keV selama 3-5 menit.

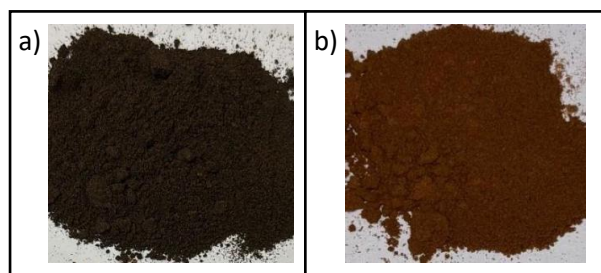
Hasil dan Diskusi

Pengamatan makroskopis simplisia kulit pisang barangan

Hasil pengamatan makroskopis secara visual terhadap karakteristik simplisia kulit pisang barangan dilakukan oleh pengamat dan didapati hasil pada Tabel 1 dan Gambar 1. Terlihat warna pengeringan memberikan hasil yang berbeda, yaitu coklat untuk pengeringan oven dan kuning kecoklatan untuk pengeringan freeze drying. Kedua simplisia memberikan bau yang sama yaitu aroma khas pisang.

Tabel 1. Karakteristik Simplisia Kulit Pisang Barangan (*M. acuminata* Colla) Dengan Metode Pengeringan Oven dan *Freeze Drying*.

Kelompok	Warna	Bau
Oven	Coklat kehitaman	Khas Pisang
<i>Freeze Drying</i>	Coklat muda	Khas Pisang



Gambar 1. Gambaran simplisia kulit pisang Barangan (*M. acuminata* Colla) pada kelompok berbeda: a) Kelompok oven menunjukkan warna lebih gelap (coklat kehitaman) dan b) Kelompok *freeze drying* menunjukkan warna lebih cerah (coklat muda).

Proses pengeringan *freeze drying* dilakukan pada suhu rendah di bawah titik beku dan tekanan vakum, sehingga air di dalam bahan dihilangkan melalui proses sublimasi tanpa melalui fase cair. Kondisi ini mampu meminimalkan reaksi kimia yang dapat mengubah warna bahan, seperti reaksi pencoklatan non-enzimatis dan oksidasi pigmen. Hal inilah yang menyebabkan warna simplisia yang dihasilkan pada pengeringan metode *freeze drying* memiliki warna yang lebih cerah dibandingkan pengeringan oven. Sementara pada pengeringan dengan oven berpotensi menyebabkan simplisia mengalami kerusakan warna[13] yang umumnya menyebabkan kecerahan warna menurun dan ketidakstabilan komponen pigmen sehingga mendorong terjadinya reaksi kecoklatan[21].

Nilai kadar abu total dan kadar air simplisia kulit pisang barangan

Pada Tabel 2. Terlihat nilai kadar air kelompok OD sebesar $\pm 9,23\%$ dan FD sebesar $\pm 7,11\%$. Nilai kadar air pada kedua kelompok memenuhi standar mutu Farmakope Herbal Indonesia yaitu $<10\%$. Persentase kadar abu total untuk kelompok OD adalah $\pm 10,83$ dan FD sebesar $\pm 10,6$, dan juga telah memenuhi standar mutu farmakope herbal Indonesia yaitu $<15\%$.

Kandungan air yang tinggi pada simplisia dapat menyebabkan terjadinya reaksi enzimatik yang memudahkan proses tumbuhnya jamur yang merusak simplisia dan kandungan kimianya[7]. Nilai kadar air pada kelompok *freeze drying* terlihat lebih rendah dibandingkan kelompok oven. Hal ini menunjukkan bahwa simplisia yang dikeringkan dengan teknik *freeze drying* akan dapat lebih tahan lama dibandingkan pengeringan oven. Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa pengeringan dengan *freeze drying* dapat mengurangi kadar air[6,22] bahkan sampai 80%.

Tabel 2. Nilai Kadar Air dan Abu Total Simplisia Kulit Pisang Barangan (*M. acuminata* Colla).

Persentase (%)	Oven	<i>Freeze Drying</i>
Kadar Air	$\pm 9,23$	$\pm 7,11$
Kadar Abu Total	$\pm 10,83$	$\pm 10,6$

Kandungan total abu digunakan untuk mengetahui atau menilai jumlah elemen mineral yang tersisa setelah simplisia mengalami proses pengeringan. Kadar abu yang tinggi ($>10\%$) menunjukkan adanya

kandungan mineral yang tinggi di dalam kulit pisang barangan. Terlihat bahwa baik pengeringan dengan oven maupun *freeze drying* dapat diasumsikan memiliki mineral yang tinggi. Mutu simplisia kulit pisang barangan pada pengeringan oven maupun *freeze drying* menunjukkan telah memenuhi standar farmakope herbal Indonesia yaitu <10% untuk kadar air dan standar Materia Medika Indonesia (MMI) <15% untuk kadar abu total[8].

Identifikasi senyawa kimia dan mineral kulit pisang Barangan (*M. acuminata* Colla)

Pada Tabel 3 terlihat kandungan senyawa kimia yang terskrining pada kelompok OD (7 komponen senyawa) lebih sedikit dibandingkan kelompok FD (12 komponen senyawa) dapat dilihat pada Tabel 3. Tidak adanya panas pada proses pengeringan *freeze drying* menyebabkan potensi degradasi termal pada simplisia menjadi lebih rendah sehingga senyawa fitokimia dapat dipertahankan. Telah dilaporkan bahwa kandungan fitokimia tanaman dengan pengeringan *freeze drying* lebih banyak dibandingkan metode oven[6,9,11].

Beberapa komponen senyawa dijumpai pada kedua kelompok namun dengan jumlah persentase yang berbeda. Terlihat senyawa golongan amida aromatik (benzamida) terdapat paling banyak pada kelompok OD (38,8%) namun rendah di kelompok FD (4,31%). Senyawa yang lain terlihat hampir sama jumlahnya pada kedua kelompok yaitu golongan polisiklik triterpenoid (\pm 24%), steroid (\pm 12-14%), terpenoid non-fenolik (\pm 6-9%), vitamin E dan fitosterol (\pm 2%). Terdapat beberapa kandungan senyawa yang hanya terdapat pada kelompok FD yaitu senyawa aromatik aldehyd-benzaldehyde (13,2%) dan heterosiklik-pyridine (8,84%). Senyawa lain golongan steroid (11,34%) dan triterpenoid (3,34 – 5,51%). Pada kelompok OD ditemukan asam palmitat (1,24%) yang tidak ada pada kelompok FD.

Kandungan fitokimia kulit pisang Barangan memiliki potensi untuk menjadi agen antibakteri, terutama yang berkaitan dengan karies gigi. Senyawa benzamida[23] dan triterpenoid[24] dilaporkan memiliki efek antibakteri terhadap bakteri gram positif yang baik, senyawa ini juga terkandung di kulit pisang Barangan. Telah dilaporkan bahwa senyawa fitokimia yang terkandung dalam tumbuhan memiliki efek antibakteri terhadap bakteri penyebab karies seperti *S. mutans*, *S. aureus*, dan *S. sanguinis* [25]. Kulit pisang juga dilaporkan memiliki efek antibakteri terhadap *S. mutans*[16].

Tabel 3. Kandungan Senyawa Kimia Kulit Pisang Barangan (*M. acuminata* Colla)

Senyawa Fitokimia	Golongan	Kandungan (%)		
		Rumus Senyawa	Oven	Freeze drying
Benzamide,N-(2-cyano-4,5-diethoxypheny)-4-fluoro-	Amida aromatik	C ₁₈ H ₁₇ FN ₂ O ₃	38,84	4,31
1-(2-Hydroxypropan-2-yl)-3a-methyl-6,10-dimethylidene-2,3,4,5,7,8,9,11,12,12a-decahydro-1H-cyclopenta [11]annulene-5,9-diol	Triterpenoid polisiklik	C ₂₀ H ₃₄ O ₃	24,14	24,19
Cyclopropa[5,6] stigmast-22-en-3-one,3',6-dihydro-(5.beta., 6.alpha.,22E)-	Steroid	C ₃₀ H ₄₈ O	14,29	12,28
Benzaldehyde,4-methoxy-3-(3,7,11-trimethyldodeca-2,6,10-trienyl-(E,E)	Aldehyd aromatik	C ₂₃ H ₃₂ O ₂	-	13,12
C(14a)-Homo-27-nor-14.beta.-gammaceran-3.alpha.-ol	Steroid	C ₃₀ H ₅₂ O	-	11,34
4H-1,3-Benzodioxin-4-one,2-(1,1-dimethylethyl) hexahydro-5- methyl-4a-(2-propenyl)-,[2s-(2.alpha.,4a.alpha.,5.beta., 8a.beta.)]	Terpenoid non-fenolik	C ₁₆ H ₂₆ O ₃	9,30	6,71
Pyridine,2-ethoxy-3-[5-(4-fluorophenyl)-[1,2,4] oxadiazol-3-yl]-6-methyl-	Aromatik heterosiklik	C ₁₆ H ₁₄ FN ₃ O ₂	-	8,84
9,919-Cyclolanost-24-en-3-ol,acetate,(3.beta.)-	Triterpenoid	C ₃₂ H ₅₂ O ₂	-	5,51
Lup-20(29)-en-3-one	Triterpenoid	C ₃₀ H ₄₈ O	-	3,34
Vitamin E	Mikronutrien		2,01	2,11
Hexadecanoic acid, methyl ester	Asam palmitat	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	1,24	-
Gamma Sitosterol	Fitosterol	C ₂₉ H ₅₀ O	2,51	2,51

Hasil penelitian ini memperlihatkan kandungan mineral yang hampir sama pada kedua metode pengeringan, terlihat pada Tabel 4. Pengeringan oven dan *freeze drying* memiliki kandungan mineral yang tinggi yaitu sekitar 75 %berat. Kandungan mineral yang paling tinggi pada kedua kelompok adalah potassium (K). Kandungan kalsium (Ca) pada kedua metode terdapat sekitar \pm 5 %berat. Kandungan magnesium (Mg) terlihat lebih tinggi pada metode oven yaitu 15,32 %berat dibandingkan *freeze drying* yang hanya 9,95 %berat.

Terlihat kandungan fosfor (P) hampir mendekati 1 %berat pada kedua metode. Hal ini juga berkaitan dengan nilai kadar abu yang tidak berbeda pada kedua metode. Pada penelitian ini terlihat kulit pisang Barangan yang dikeringkan dengan oven maupun *freeze drying* memiliki mineral-mineral yang berperan dalam proses remineralisasi gigi seperti kalsium (Ca), fosfor (P) dan magnesium (Mg). Penelitian sebelumnya telah melaporkan bahwa kulit pisang dapat mengisi kekosongan email karena demineralisasi[20].

Tabel 4. Kandungan Mineral Kulit Pisang Barangan (*M. acuminata* Colla) Dengan Pengeringan Oven Dan *Freeze Drying*.

Komposisi	Formula	Konsentrasi (%berat)	
		Oven	<i>Freeze Drying</i>
Potassium	K	45,77	52,42
Magnesium	Mg	15,32	9,95
Kalsium	Ca	4,73	5,51
Klorin	Cl	5,22	5,56
Aluminium	Al	1,49	1,55
Fosfor	P	0,78	0,63
Sulfur	S	0,56	0,43
Mangan	Mn	0,51	0,60
Rubidium	Rb	0,32	0,22
Besi	Fe	0,16	0,17
Zink	Zn	0,06	0,13
Tembaga	Cu	-	0,07
Bromin	Br	0,11	0,09
Titanium	Ti	-	0,03
Rodium	Rh	0,04	-
Skandium	Sc	0,01	-

Kesimpulan

Metode pengeringan berpengaruh terhadap karakteristik mutu simplisia, kandungan fitokimia, dan mineral kulit pisang Barangan (*Musa acuminata* Colla). Pengeringan menggunakan *freeze drying* menghasilkan warna simplisia yang lebih cerah (coklat muda), kadar air lebih rendah (7,11%), serta jumlah senyawa kimia yang lebih beragam (12 komponen) dibandingkan pengeringan oven (warna coklat kehitaman, kadar air 9,23%, 7 komponen senyawa). Sebaliknya, pengeringan oven cenderung mempertahankan kadar mineral lebih tinggi, terutama magnesium (15,32% vs 9,95% pada *freeze drying*), meskipun kadar abu total antara kedua metode tidak berbeda secara bermakna ($\approx 10,6-10,8\%$). Kedua metode pengeringan menghasilkan simplisia yang memenuhi persyaratan mutu Farmakope Herbal Indonesia (kadar air <10%, kadar abu total <15%) serta mengandung senyawa fitokimia (benzamide, triterpenoid, steroid) dan mineral (K, Ca, Mg, P) yang berpotensi sebagai bahan baku dental preventif. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri oral dan uji remineralisasi *in vitro*.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan baik yang bersifat finansial, personal, maupun institusional yang dapat mempengaruhi pelaksanaan penelitian, interpretasi data, maupun penyusunan naskah artikel ini. Seluruh pendanaan penelitian ditanggung secara mandiri oleh para penulis tanpa keterlibatan pihak eksternal yang berpotensi menimbulkan benturan kepentingan

Referensi

- [1] Lee YJ, Kim MS. Advances in drug-loaded microspheres for targeted, controlled, and sustained drug delivery: Potential, applications, and future directions. *Biomed Pharmacother* 2025;189:118244. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2025.118244>.
- [2] Karnjana K, Jewboonchu J, Niyomtham N, Tangngamsakul P, Bunluepuech K, Goodla L, et al. The potency of herbal extracts and its green synthesized nanoparticle formulation as antibacterial agents against *Streptococcus*

- mutans associated biofilms. *Biotechnol Reports* 2023;37:e00777. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2022.e00777>.
- [3] Cheng X, Yan H, Pang S, Ya M, Qiu F, Qin P, et al. Liposomes as Multifunctional Nano-Carriers for Medicinal Natural Products. *Front Chem* 2022;10:1–20. <https://doi.org/10.3389/fchem.2022.963004>.
- [4] Arulanandraj N, Dhivya S, Gopal V. A review on Herbal Nanoparticles. *Pharmatutor* 2018;6:32. <https://doi.org/10.29161/pt.v6.i5.2018.32>.
- [5] Chakraborty K, Shivakumar A, Ramachandran S. Nano-technology in herbal medicines: A review. *Int J Herb Med* 2016;4:21–7. <https://doi.org/10.22271/flora.2016.v4.i3.05>.
- [6] Nurhaslina CR, Andi Bacho S, Mustapa AN. Review on drying methods for herbal plants. *Mater Today Proc* 2022;63:S122–39. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.052>.
- [7] World Health Organization. Quality control methods for medicinal plant materials World Health Organization Geneva. Who 1998.
- [8] Direktorat Jenderal Kefarmasian dan Alat Kesehatan. Farmakope Herbal Indonesia. II. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI; 2017.
- [9] Belwal T, Cravotto C, Prieto MA, Venskutonis PR, Daglia M, Devkota HP, et al. Effects of different drying techniques on the quality and bioactive compounds of plant-based products: a critical review on current trends. *Dry Technol* 2022;40:1539–61. <https://doi.org/10.1080/07373937.2022.2068028>.
- [10] Nakra S, Tripathy S, Srivastav PP. Drying as a preservation strategy for medicinal plants: Physicochemical and functional outcomes for food and human health. *Phytomedicine Plus* 2025;5:100762. <https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2025.100762>.
- [11] Manalu LP, Adinegoro H, Yustiningsih N, Astuti, Luthfiyanti R, Maisaroh, et al. Impact of Drying Methods on Bioactive Compounds and Antioxidant Properties of *Kalanchoe ceratophylla*. *Scientifica (Cairo)* 2025;2025. <https://doi.org/10.1155/sci5/7146758>.
- [12] Oliveira-Alves SC, Andrade F, Prazeres I, Silva AB, Capelo J, Duarte B, et al. Impact of drying processes on the nutritional composition, volatile profile, phytochemical content and bioactivity of *salicornia ramosissima* j. Woods. *Antioxidants* 2021;10:1–33. <https://doi.org/10.3390/antiox10081312>.
- [13] Z UBA, M H. A review of the applications of different drying methods of banana flour preparation. *Food Res* 2023;7:297–304. [https://doi.org/https://doi.org/10.26656/fr.2017.7\(1\).651](https://doi.org/https://doi.org/10.26656/fr.2017.7(1).651).
- [14] Mphahlele RR, Fawole OA, Makunga NP, Opara UL. Effect of drying on the bioactive compounds, antioxidant, antibacterial and antityrosinase activities of pomegranate peel. *BMC Complement Altern Med* 2016;16:1–12. <https://doi.org/10.1186/s12906-016-1132-y>.
- [15] Mohd Zaini H, Roslan J, Saallah S, Munsu E, Sulaiman NS, Pindi W. Banana peels as a bioactive ingredient and its potential application in the food industry. *J Funct Foods* 2022;92:105054. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105054>.
- [16] Evbuomwan L, Bright Jacob I, Onodje GO, Patrick CE. Evaluating The Antibacterial Activity OF *Musa acuminata* (Banana) Fruit Peels Against Multidrug Resistant Bacterial Isolates. *Int J Nov Res Life Sci* 2018;5:26–31.
- [17] Anjum S, Sundaram S. Comparative Analysis of Antibacterial Activity of Banana Peel at Different Stages of Ripening. *Int J Pharm Sci Drug Res* 2023;15:1–11. <https://doi.org/10.25004/ijpsdr.2023.150101>.
- [18] Likittrakulwong W, Chanburee S, Kitpot T, Ninjaranai P, Pongpamorn P. Phytochemical Properties, In Vitro Antimicrobial, and Bioactive Compounds of Banana Peel Extractions Using GC-MS. *Nat Life Sci Commun* 2023;22. <https://doi.org/10.12982/NLSC.2023.021>.
- [19] Oyeyinka BO, Afolayan AJ. Comparative evaluation of the nutritive, mineral, and antinutritive composition of *musa sinensis* l. (banana) and *musa paradisiaca* l. (plantain) fruit compartments. *Plants* 2019;8. <https://doi.org/10.3390/plants8120598>.
- [20] Sipahutar A, Pintauli S, Dalimunthe A. Efek Pasta Nanopartikel Kulit Pisang Barangan (*Musa Paradisiaca* Colla) Terhadap Permukaan Enamel Gigi Menggunakan Scanning Electron Microscopy 2024;16:85–92.
- [21] Bashir S, Hussain SZ, Jan N, Naseer B, Zargar IA, Murtaza I, et al. Structural integrity, bioactive components, and physico-chemical characteristics of Kashmiri saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by different drying techniques. *Food Chem* 2025;476. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.143511>.
- [22] Nowak D, Jakubczyk E. The freeze-drying of foods⇒the characteristic of the process course and the effect of its parameters on the physical properties of food materials. *Foods* 2020;9. <https://doi.org/10.3390/foods9101488>.
- [23] Bryan E, Ferrer-González E, Sagong HY, Fujita J, Mark L, Kaul M, et al. Structural and Antibacterial Characterization of a New Benzamide FtsZ Inhibitor with Superior Bactericidal Activity and In Vivo Efficacy Against Multidrug-Resistant *Staphylococcus aureus*. *ACS Chem Biol* 2023;18:629–42. <https://doi.org/10.1021/acscchembio.2c00934>.
- [24] Wrońska N, Szlaur M, Zawadzka K, Lisowska K. The Synergistic Effect of Triterpenoids and Flavonoids — New Approaches for Treating Bacterial Infections? *Molecules* 2022;27. <https://doi.org/10.3390/molecules27030847>.
- [25] Tzimas K, Antoniadou M, Varzakas T, Voidarou C. Plant-Derived Compounds: A Promising Tool for Dental Caries Prevention. *Curr Issues Mol Biol* 2024;46:5257–90. <https://doi.org/10.3390/cimb46060315>.