

Pengaruh suhu pengeringan dan fortifikasi sari belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) terhadap karakteristik *fruit leather* buah carica (*Pubescens lenne*)

The effect of drying temperature and fortification of bilimbi juice (Averrhoa bilimbi) on the characteristic of carica fruit leather (Pubescens lenne)

Cahyaning Rini Utami^{1)*}, Alisatul Fitriani¹⁾

¹⁾Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Yudharta Pasuruan

*Email korespondensi: rini@yudharta.ac.id

Informasi artikel:

Dikirim: 21/01/2025; disetujui: 12/03/2025; diterbitkan: 30/03/2025

ABSTRACT

Fruit leather is a processed fruit product in the form of thin, slightly plastic sheets produced from fruit puree or juice through a drying process. The fortification of bilimbi juice (Averrhoa bilimbi) in this fruit leather functions as an acidity regulator to replace citric acid. It is necessary to pay attention to the drying temperature for fruit leather products so that the nutrition of the fruit raw materials used to make fruit leather does not change much. This research aims to determine the effect of drying temperature and fortification of bilimbi juice on the characteristics of carica fruit leather (Pubescens lenne). This research method uses a Randomized Block Design consisting of two factors, namely differences in drying temperature and fortification of bilimbi. The first factor is the difference in drying temperature, namely S1: 50 °C, S2: 60 °C, and S3: 70 °C. The second factor is fortification of bilimbi content of F1:10% bilimbi juice and F2: 12% bilimbi juice. The results of the calculation for the best treatment effectiveness index were found in S2F2 (temperature of 60°C + 12% bilimbi fortification or 30 ml). The physicochemical parameters of best treatment (S2F2) included antioxidant activity of 25.43%, tensile strength of 9.67 N, elasticity of 8.2%, water content of 0.46%, and ash content of 25.28%. The organoleptic parameters of best treatment were color at 3.48 (moderate), taste at 3.24 (moderate), and texture at 3.36 (moderate). Different drying temperatures (50, 60 and 70°C) with the fortification of bilimbi juice in Carica fruit leather has a significant effect on the parameters of antioxidant activity, tensile strength, elasticity, water content, ash content, and organoleptic tests which include color, taste, and texture.

Keywords: *fruit leather, carica, bilimbi, drying temperature*

ABSTRAK

Fruit leather merupakan produk olahan dari buah yang berbentuk lembaran tipis sedikit plastis dihasilkan dari bubur atau sari buah-buahan melalui proses pengeringan. Fortifikasi sari belimbing wuluh (Averrhoa bilimbi) pada fruit leather ini berfungsi sebagai pengatur keasaman pengganti dari asam sitrat. Suhu pengeringan pada produk fruit leather perlu diperhatikan, agar nutrisi dari bahan baku buah yang dijadikan fruit leather tidak mengalami banyak perubahan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh suhu pengeringan dan fortifikasi sari belimbing wuluh terhadap karakteristik fruit leather buah carica (Pubescens lenne) Metode penelitian ini menggunakan

Rancangan Acak Kelompok (RAK) terdiri dari dua faktor yaitu perbedaan suhu pengeringan dan fortifikasi belimbing wuluh. Faktor pertama adalah perbedaan suhu pengeringan yaitu S1: 50 °C, S2: 60 °C, S3: 70 °C. Faktor kedua adalah fortifikasi belimbing wuluh F1: sari buah belimbing wuluh 10% F2: sari buah belimbing wuluh 12%. Hasil perhitungan indeks efektivitas perlakuan terbaik terdapat pada S2F2 (suhu 60°C+ fortifikasi belimbing wuluh 12% atau sebanyak 30 ml). Parameter fisikokimia perlakuan terbaik (S2F2) meliputi aktivitas antioksidan 25,43%, kuat tarik 9,67 N, elastisitas 8,2%, kadar air 0,46%, kadar abu 25,28%. Parameter organoleptik perlakuan terbaik adalah warna 3,48 (cukup), rasa 3,24 (cukup), tekstur 3,36 (cukup). Suhu pengeringan yang berbeda (50, 60 dan 70°C) dengan fortifikasi sari belimbing wuluh pada fruit leather buah carica berpengaruh nyata terhadap parameter aktivitas antioksidan, kuat tarik, elastisitas, kadar air, kadar abu serta uji organoleptik yang meliputi warna, rasa dan tekstur.

Kata kunci: *fruit leather*, Carica, belimbing wuluh, suhu pengeringan

PENDAHULUAN

Fruit leather adalah produk olahan buah berbentuk lembaran tipis dengan tekstur plastis yang dihasilkan melalui proses pengeringan bubur buah (*puree*), sari maupun ekstraknya. Hingga saat ini, standar mutu resmi untuk *fruit leather* belum ditetapkan. Namun, produk *fruit leather* yang baik umumnya memiliki kadar air 10-20%, tekstur plastis, tampilan menyerupai kulit, dan permukaan yang mengkilap (Ravindra *et al.*, 2025). Dengan umur simpan yang relatif lama serta kemudahan dalam pengemasan, *fruit leather* menjadi alternatif yang potensial untuk memperpanjang masa simpan buah segar. Produk ini juga memiliki keunggulan dalam pengembangan skala industri maupun rumah tangga karena proses pembuatannya sederhana dan tidak membutuhkan biaya tinggi (Gunawan *et al.*, 2024). Selain itu, *fruit leather* umumnya dibuat dari buah-buahan dengan kandungan pektin yang tinggi dan cita rasa kuat (Rodrigues *et al.*, 2023), salah satunya adalah buah carica khas Dieng.

Buah carica (*Carica pubescens*) merupakan buah lokal khas dari kawasan dataran tinggi Dieng, terutama di Kabupaten Wonosobo, dan juga tumbuh subur di dataran tinggi Tengger, Kabupaten Pasuruan. Buah ini memiliki keunikan berupa rasa yang khas, aroma harum, dan tekstur daging buah yang kenyal, sehingga memiliki nilai eksklusivitas tinggi. Meski demikian, buah carica tidak ideal untuk dikonsumsi langsung karena rasa asam dan pahit yang dominan,

meskipun sudah matang. Hingga kini, pengembangan produk dari buah carica sebagian besar masih terbatas pada produk olahan seperti manisan, jus, dan selai (Ainiyah, Utami dan Utami, 2020). Kandungan nutrisi buah carica meliputi vitamin (A, B kompleks, C, dan E), mineral, serat, dan air yang tinggi. Kandungan seratnya tidak hanya baik untuk sistem pencernaan, tetapi juga membantu proses penyerapan protein dalam tubuh. Namun, carica tidak ideal dikonsumsi langsung karena rasanya yang asam dan sedikit pahit (Ainiyah, Utami dan Utami, 2023). Berdasarkan kandungan serat dan pektin yang tinggi, buah carica memiliki potensi besar untuk diolah menjadi *fruit leather* yang bernilai tambah.

Di sisi lain, belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*), yang sering disebut belimbing sayur, merupakan tanaman yang mudah ditemukan di Indonesia. Buah ini kaya akan senyawa bioaktif seperti vitamin C, flavonoid, triterpenoid, asam sitrat, pektin, dan senyawa fenolik yang berfungsi sebagai antibakteri (Duarah *et al.*, 2023). Kandungan vitamin C dalam belimbing wuluh mencapai 25mg per 100gram buah segar, dan pektinnya sebesar 5% dari berat kering (Gawli *et al.*, 2021; Yusoff *et al.*, 2024). Berdasarkan kandungan nutrisinya, belimbing wuluh berpotensi menjadi bahan fortifikasi untuk meningkatkan karakteristik *fruit leather*, seperti mengatur tingkat keasaman alami dan menambah nilai

fungsionalnya.

Suhu pengeringan merupakan faktor kritis dalam produksi *fruit leather* karena mempengaruhi kualitas fisik, kimia, dan sensoris produk. Suhu yang tidak tepat dapat menyebabkan penurunan kandungan nutrisi, perubahan warna, dan tekstur, serta degradasi vitamin yang sensitif terhadap panas (Azeem *et al.*, 2021). Oleh karena itu, pengaturan suhu pengeringan yang optimal sangat penting untuk mempertahankan kualitas nutrisi bahan baku. Selain itu, fortifikasi sari belimbing wuluh sebagai sumber pektin dan vitamin C menawarkan solusi inovatif untuk meningkatkan nilai gizi dan memperbaiki tekstur *fruit leather*. Namun, kajian tentang kombinasi pengaruh suhu pengeringan dan fortifikasi belimbing wuluh pada *fruit leather* buah carica masih sangat terbatas.

Penelitian sebelumnya (Muslimah dan Rosidah, 2024) lebih banyak berfokus pada penggunaan bahan baku tunggal atau teknologi pengeringan tanpa mempertimbangkan interaksi antara suhu pengeringan dan fortifikasi bahan tambahan. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan pemilihan bahan baku yang tepat dengan fortifikasi bahan tambahan mempengaruhi karakteristik *fruit leather* baik secara fisik, sifat kimia dan sensoris. Metode pengeringan dengan suhu pengeringan juga faktor penting untuk diteliti. Hal ini menjadi kontribusi penting untuk mengisi celah penelitian yang belum banyak dijelajahi.

Secara praktis, hasil penelitian dapat memberikan panduan optimal untuk industri kecil maupun rumah tangga dalam menghasilkan *fruit leather* berkualitas tinggi. Secara ilmiah, penelitian ini memberikan pemahaman baru mengenai interaksi antara suhu pengeringan dan bahan fortifikasi, yang dapat memperkaya literatur tentang pengembangan produk berbasis buah. Implikasi penelitian ini meliputi pengembangan diversifikasi produk carica sebagai komoditas unggulan lokal dan pemanfaatan belimbing wuluh sebagai bahan fortifikasi bernilai fungsional tinggi. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat

memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan produk pangan berbasis lokal yang inovatif dan bernilai tambah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh suhu pengeringan dan fortifikasi sari belimbing wuluh terhadap karakteristik fisikokimia dan sensori *fruit leather* buah carica.

METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan *fruit leather* antara lain buah carica segar, buah belimbing wuluh segar, gula pasir dan kappa karagenan. Bahan analisis kimia yang digunakan antara lain DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil), etanol 96%, asam askorbat, dan akuades.

Alat

Alat yang digunakan pada proses pembuatan *fruit leather* antara lain oven (*Modena type BO 1733*), loyang stainless, baskom ukuran sedang, panci ukuran kecil, spatula, timbangan digital (*SF-400*), pisau, *baking paper*, blender jus (*Advance type BL-2*), sendok makan, saringan atom kompor. Alat yang digunakan untuk keperluan analisis antara lain timbangan analitik (*Ohaus PAJ 1003*), alat gelas semua merk (*pyrex*), gelas ukur 100ml dan 500ml, tabung reaksi, rak tabung reaksi, labu ukur 250ml, corong kaca, *watch glass*, batang pengaduk kaca, cawan kecil, desikator *vaccum* 300 ml, penjepit besi, cawan porselen 40ml, oven listrik (*Modena type BO 1733*), pipet volume 5ml dan 10ml, kertas saring, aluminium foil, tisu, botol kaca gelap, mikropipet, kuvet, Spektrofotometer UV-VIS (*Genesys 10*).

Metode

Metode penelitian ini adalah metode eksperimental Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah perbedaan suhu pengeringan yang terdiri dari tiga taraf yaitu: S0: 35–37°C (rentang suhu kamar); S1: 50°C; S2: 60°C; S3: 70°C. Faktor kedua adalah fortifikasi belimbing wuluh yang terdiri dari dua taraf yaitu F2: sari buah belimbing

wuluh 0ml, F1: sari buah belimbing wuluh 10%: 25ml F2: sari buah belimbing wuluh 12%: 30ml. Masing-masing perlakuan diulang 3 kali, sehingga diperoleh 21 perlakuan.

Pelaksanaan penelitian

Pembuatan *fruit leather* buah carica

Pembuatan *fruit leather* diawali dengan proses pembuatan sari belimbing wuluh sebagai bahan fortifikasi *fruit leather*. Buah belimbing wuluh segar ditimbang sebanyak 150gr, setelah itu dibersihkan dan dicuci. Buah belimbing wuluh dipotong kecil-kecil dan dihaluskan menggunakan blender, buah belimbing wuluh yang sudah dihaluskan disaring sampai menghasilkan sari belimbing wuluh.

Setelah proses pembuatan sari belimbing wuluh, dilanjutkan proses

pembuatan *fruit leather* buah carica. Proses pembuatan diawali dengan mengupas dan mencuci bersih buah carica, kemudian buah carica ditimbang sebanyak 250gr. Setelah itu, buah carica di *blanching* menggunakan air mendidih selama 10 menit (Ainiyah Utami dan Masadeeh, 2023). Buah carica yang sudah di *blanching* dihaluskan bersama dengan kappa karagenan, gula pasir, dan ditambah sari belimbing wuluh sesuai perlakuan (F0: 0ml, F1: 25ml dan F2: 30ml) dengan formulasi bahan di Tabel 1. Bubur buah yang dihaluskan dipanaskan kembali menggunakan suhu 80°C (tidak sampai mendidih). Cetak bubur buah dengan menuangkan bubur buah pada loyang yang sudah di alasi dengan *baking paper*. Oven *fruit leather* dengan suhu sesuai perlakuan (S0:37-40°C; S1: 50°C; S2: 60°C; S3:70°C) selama 3 jam. Setelah *fruit leather* mengering, dinginkan dan potong-potong.

Tabel 1. Formulasi bahan

Bahan	S0F0	S1F1	S1F2	S2F1	S2F2	S3F1	S3F2
Carica (g)	250	250	250	250	250	250	250
Belimbing wuluh (ml)	0	25	30	25	30	25	30
K.karagenan (g)	5	5	5	5	5	5	5
Gula (g)	125	125	125	125	125	125	125
Air (ml)	500	500	500	500	500	500	500

Analisis data

Analisis data dari hasil uji fisikokimia dilakukan secara ANOVA dengan selang kepercayaan 5%. Apabila ditemukan pengaruh terhadap salah satu variabel, maka dilanjutkan uji beda nyata terkecil (BNT). Untuk uji organoleptik menggunakan uji Friedman. Perlakuan terbaik menggunakan metode de Garmo yang termodifikasi Susrini. Uji fisikokimia yang dilakukan pada Tabel 2.

Uji sensoris dilakukan di lingkungan pesantren dengan jumlah 25 panelis tidak terlatih. Panelis diminta untuk memberikan penilaian terhadap produk *fruit leather* carica dengan perbedaan suhu pengeringan dan fortifikasi sari belimbing wuluh berdasarkan tingkat kesukaan, menggunakan parameter warna, rasa dan tekstur dengan skala numerik 1-5 (sangat tidak suka sampai sangat suka).

Tabel 2. Uji fisik dan kimia *fruit leather*

Analisa	Simbol	Metode
Kuat Tarik	Σ	<i>Tensile Strength</i>
Elastisitas	<i>E</i>	<i>Tensile Strength</i>
A.Antioksidan	%I	DPPH
Kadar Air	%H	Thermogravimetri
Kadar Abu	%A	Thermogravimetri

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suhu pengeringan dan tingkat fortifikasi sari belimbing wuluh memiliki pengaruh signifikan terhadap karakteristik fisikokimia dan sensori *fruit leather* berbasis buah carica (Tabel 3). Kombinasi perlakuan terbaik ditentukan berdasarkan evaluasi efektivitas, yang mencakup parameter seperti aktivitas antioksidan, kekuatan tarik,

elastisitas, kadar air, kadar abu, serta penilaian organoleptik untuk warna, rasa, dan tekstur. Setiap parameter dianalisis untuk memahami kontribusi masing-masing

faktor dalam menghasilkan produk fruit leather yang optimal dan sesuai standar kualitas.

Tabel 3. Hasil analisa fisik dan kimia *fruit leather* carica

Parameter	S0F0	S1F1	S1F2	S2F1	S2F2	S3F1	S3F2
σ (N)	4,76 $\pm$ 0,06	4,86 $\pm$ 0,05 ^d	8,86 $\pm$ 0,45 ^b	7,70 $\pm$ 0,00 ^c	9,67 $\pm$ 0,08 ^a	3,92 $\pm$ 0,01 ^f	4,20 $\pm$ 0,07 ^e
ε (%)	5,2 $\pm$ 0,03	5,56 $\pm$ 0,01 ^d	7,05 $\pm$ 0 ^b	6,78 $\pm$ 0,01 ^c	8,20 $\pm$ 0,02 ^a	4,15 $\pm$ 0,05 ^f	4,60 $\pm$ 0,02 ^e
I (%)	0,13 $\pm$ 0,9	5,63 $\pm$ 7,7 ^f	8,60 $\pm$ 8,1 ^d	7,90 $\pm$ 4,7 ^e	25,43 $\pm$ 9,6 ^b	22,20 $\pm$ 22,2 ^c	39,67 $\pm$ 20,1 ^a
Air (%)	0,43 $\pm$ 0,02	0,48 $\pm$ 0,01 ^a	0,44 $\pm$ 0,01 ^c	0,43 $\pm$ 0,01 ^d	0,46 $\pm$ 0,02 ^b	0,41 $\pm$ 0,01 ^f	0,43 $\pm$ 0,01 ^e
Abu (%)	21,94 $\pm$ 0,01	23,2 $\pm$ 0,01 ^f	25,1 $\pm$ 0,02 ^d	26,15 $\pm$ 0,02 ^b	25,28 $\pm$ 0,01 ^c	23,8 $\pm$ 0,01 ^e	26,65 $\pm$ 0,00 ^a

Keterangan: Perbedaan notasi huruf menunjukkan adanya beda nyata pada Uji BNT 5%.

S0F0: kontrol

S1F1: Suhu 50°C + Fortifikasi 10% (25 ml) sari belimbing wuluh

S1F2: Suhu 50°C + Fortifikasi 12% (30 ml) sari belimbing wuluh

S2F1: Suhu 60°C + Fortifikasi 10% (25 ml) sari belimbing wuluh

S2F2: Suhu 60°C + Fortifikasi 12% (30 ml) sari belimbing wuluh

S3F1: Suhu 70°C + Fortifikasi 10% (25 ml) sari belimbing wuluh

S3F2: Suhu 70°C + Fortifikasi 12% (30 ml) sari belimbing wuluh

Analisa fisik

Kuat tarik (σ)

Hasil analisis menunjukkan bahwa variasi suhu pengeringan dan tingkat fortifikasi sari belimbing wuluh secara signifikan memengaruhi nilai kuat tarik fruit leather yang dihasilkan. Berdasarkan hasil ANOVA dengan tingkat signifikansi 5% ($P\text{-value} < \alpha = 0,05$), ditemukan adanya pengaruh nyata dari kedua faktor tersebut terhadap kuat tarik. Pada perlakuan S3F1 (suhu 70°C dan fortifikasi 10% sari belimbing wuluh), nilai kuat tarik terendah yaitu 3,92 N. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu pengeringan hingga 70°C berdampak negatif terhadap nilai kuat tarik. Penyebabnya adalah penurunan kadar air yang signifikan akibat suhu tinggi, yang membuat struktur fruit leather menjadi lebih kaku dan rapuh. Hal ini selaras dengan temuan Luketsi et al. (2021) yang menyatakan bahwa pengeringan dengan suhu tinggi mengganggu struktur polimer kappa karagenan, sehingga interaksi antar molekul menjadi kurang stabil, menurunkan daya kuat tarik bahan yang dihasilkan. Implikasi dari hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan suhu pengeringan yang terlalu tinggi tidak cocok untuk menghasilkan fruit leather dengan kekuatan tarik optimal, terutama pada aplikasi yang membutuhkan

daya tahan tarik tinggi, seperti dalam pengemasan atau distribusi produk.

Sebaliknya, nilai kuat tarik tertinggi diperoleh pada perlakuan S2F2 (suhu 60°C dan fortifikasi 12% sari belimbing wuluh) dengan nilai 9,67 N. Suhu pengeringan yang moderat (60°C) memungkinkan retensi kadar air yang cukup untuk menjaga elastisitas dan integritas struktur. Selain itu, konsentrasi fortifikasi yang lebih tinggi (12%) memberikan kontribusi positif terhadap nilai kuat tarik melalui kandungan pektin yang lebih banyak. Pektin, seperti yang disebutkan oleh Alam et al. (2024), berfungsi sebagai agen pembentuk gel selama proses pemanasan. Kandungan ini bekerja bersama gula dan asam untuk membentuk matriks gel yang memperkuat struktur fruit leather. Implikasi dari perlakuan ini adalah suhu pengeringan moderat dan peningkatan fortifikasi dapat diadopsi untuk menghasilkan fruit leather yang tidak hanya memiliki kekuatan tarik tinggi, tetapi juga daya tahan mekanik yang lebih baik untuk produk yang memerlukan kualitas fisik unggul. Korelasi antara tingkat fortifikasi dan nilai kuat tarik juga konsisten dengan penelitian Muslimah dan Rosidah (2024) yang menemukan bahwa peningkatan konsentrasi sari jeruk nipis pada fruit leather carica meningkatkan kekuatan tarik. Dalam

konteks ini, penambahan sari belimbing wuluh yang kaya pektin bertindak sebagai pengikat yang memperkuat daya tarik bahan. Dengan demikian, perlakuan yang meningkatkan konsentrasi sari belimbing wuluh tidak hanya mendukung penguatan struktur, tetapi juga memberikan potensi bagi pengembangan produk berbasis pektin untuk industri pangan fungsional.

Elastisitas (σ)

Elastisitas merupakan salah satu parameter penting untuk menilai kualitas mekanik *fruit leather*, yang menunjukkan sejauh mana kemampuan produk meregang ketika diberi gaya tarik. Tingkat elastisitas berkorelasi dengan struktur internal *fruit leather*, seperti kandungan air dan senyawa pembentuk gel. Semakin tinggi nilai elastisitas, semakin baik kemampuan *fruit leather* mempertahankan bentuknya ketika diberikan tekanan, mencerminkan fleksibilitas produk (Marzelly *et al.*, 2018). Hasil analisis ANOVA pada taraf kepercayaan 5% menunjukkan bahwa variasi suhu pengeringan dan tingkat fortifikasi sari belimbing wuluh secara signifikan memengaruhi elastisitas *fruit leather* (P -value < 0,05).

Berdasarkan Tabel 3, perlakuan S3F1 (suhu 70°C dan fortifikasi 10%) menghasilkan nilai elastisitas terendah ($4,15 \pm 0,05\%$), sedangkan perlakuan S2F2 (suhu 60°C dan fortifikasi 12%) memiliki elastisitas tertinggi ($8,20 \pm 0,02\%$). Penurunan elastisitas pada S3F1 disebabkan oleh suhu pengeringan yang tinggi (70°C), yang mempercepat penguapan air dan mengurangi kadar air produk. Kondisi ini menyebabkan matriks gel menjadi lebih kaku, sehingga kemampuan meregangnya menurun. Penemuan ini konsisten dengan studi Puspaningrum *et al.* (2018), yang menemukan bahwa pengurangan kadar air pada *fruit leather* apel mengakibatkan penurunan elastisitas.

Sebaliknya, elastisitas tertinggi pada S2F2 dapat diatribusikan kepada kombinasi suhu pengeringan yang moderat (60°C) dan fortifikasi sari belimbing wuluh sebesar 12%.

Kandungan pektin dalam belimbing wuluh memiliki peran penting karena senyawa ini meningkatkan kemampuan produk menyerap air dan membentuk matriks gel yang lebih elastis. Gugus hidroksil pada pektin mampu mengikat air secara efektif, menciptakan struktur jaringan yang lebih fleksibel (Juthong *et al.*, 2019). Hasil ini menunjukkan bahwa optimasi proses pengeringan dan formulasi bahan tambahan sangat penting untuk meningkatkan kualitas mekanik dan daya tarik konsumen terhadap *fruit leather*. Elastisitas yang baik tidak hanya mencerminkan kualitas tekstur, tetapi juga memberikan indikasi stabilitas produk selama penyimpanan dan konsumsi. Penyesuaian suhu dan kadar fortifikasi yang tepat dapat menjadi kunci dalam pengembangan produk berbasis buah yang inovatif dan kompetitif.

Analisa kimia

Aktivitas antioksidan (% Inhibisi)

Aktivitas antioksidan merupakan salah satu indikator penting dalam menilai kualitas kimia *fruit leather* karena menggambarkan kemampuan produk untuk menangkal radikal bebas. Aktivitas ini berperan dalam meningkatkan nilai fungsional *fruit leather* sebagai produk pangan fungsional yang mendukung kesehatan. Berdasarkan Tabel 3, hasil ANOVA pada taraf kepercayaan 5% menunjukkan bahwa variasi suhu pengeringan dan tingkat fortifikasi sari belimbing wuluh secara signifikan memengaruhi aktivitas antioksidan *fruit leather* (P -value < 0,05).

Perlakuan S3F2 (suhu 70°C dan fortifikasi 12%) memiliki aktivitas antioksidan tertinggi sebesar $39,67 \pm 20,1\%$, sedangkan perlakuan kontrol (S0F0) menunjukkan aktivitas antioksidan terendah sebesar $0,13 \pm 0,9\%$. Peningkatan signifikan pada S3F2 disebabkan oleh kandungan bioaktif yang tinggi dalam sari belimbing wuluh, terutama flavonoid dan asam askorbat, yang berkontribusi pada kemampuan menangkal radikal bebas (Yanti *et al.*, 2019). Fortifikasi 12% memperkaya kandungan senyawa fenolik, sementara suhu

pengeringan tinggi pada 70°C dapat membantu meningkatkan pelepasan senyawa aktif dari matriks buah. Namun, perlakuan S3F1 (suhu 70°C dan fortifikasi 10%) memiliki aktivitas antioksidan yang lebih rendah dibandingkan S3F2 ($22,20 \pm 22,2\%$). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi fortifikasi dari 10% menjadi 12% memberikan dampak signifikan pada aktivitas antioksidan, karena jumlah senyawa aktif yang lebih banyak tersedia. Penurunan aktivitas antioksidan pada suhu pengeringan yang terlalu tinggi di luar perlakuan optimal dapat disebabkan oleh degradasi sebagian senyawa fenolik dan vitamin C yang sensitif terhadap panas, sebagaimana dilaporkan dalam penelitian Herlina *et al.* (2020).

Suhu pengeringan moderat, seperti pada perlakuan S2F2 (60°C dan fortifikasi 12%), menghasilkan aktivitas antioksidan sebesar $25,43 \pm 9,6\%$, lebih rendah dibandingkan S3F2, tetapi cukup signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa suhu pengeringan yang lebih rendah dapat mempertahankan stabilitas senyawa aktif, meskipun efisiensi pelepasannya tidak seoptimal pada suhu tinggi. Hasil ini memberikan gambaran bahwa pengaturan suhu pengeringan dan tingkat fortifikasi yang tepat dapat meningkatkan potensi antioksidan *fruit leather* tanpa mengorbankan stabilitas senyawa bioaktif. Strategi pengolahan yang optimal tidak hanya meningkatkan nilai fungsional produk tetapi juga mendukung keberlanjutan bahan pangan lokal seperti belimbing wuluh dalam industri pangan.

Kadar air

Kadar air pada *fruit leather* memiliki peran krusial dalam menentukan kualitas dan daya simpan produk. Berdasarkan data pada Tabel 3, kadar air tertinggi ditemukan pada perlakuan S1F1 (0,48%), sedangkan kadar air terendah ada pada S3F1 (0,41%). Perbedaan ini menunjukkan bahwa suhu pengeringan dan tingkat fortifikasi sari belimbing wuluh berkontribusi signifikan terhadap kadar air yang dihasilkan. Suhu pengeringan tinggi (70°C pada S3F1)

terbukti efektif mengurangi kadar air karena proses penguapan yang lebih intensif, yang sesuai dengan prinsip dasar pengeringan untuk menurunkan kadar air produk pangan.

Pada perlakuan S1F1 (50°C, fortifikasi 10%), tingginya kadar air dibandingkan perlakuan lain menunjukkan adanya pengaruh kandungan pektin dari sari belimbing wuluh. Pektin memiliki kemampuan untuk membentuk gel bersama air dan gula, menyebabkan air terperangkap dalam struktur gel tersebut. Mekanisme ini menghambat pelepasan air selama proses pengeringan, sebagaimana diungkapkan oleh penelitian Safitri *et al.* (2023), bahwa kandungan pektin tinggi dapat meningkatkan kadar air karena air terikat lebih kuat dalam matriks gel. Kondisi ini menjelaskan tingginya kadar air pada perlakuan S1F1 meskipun suhu pengeringannya lebih rendah.

Penurunan kadar air pada suhu pengeringan yang lebih tinggi (S3F1 dan S3F2) mencerminkan efisiensi penguapan air, meskipun fortifikasi sari belimbing wuluh tetap dilakukan. Pentingnya keseimbangan antara suhu pengeringan dan komposisi bahan dalam mencapai kadar air optimal untuk daya simpan yang lebih baik. Kendati kadar air yang lebih rendah mendukung masa simpan lebih panjang, proses pengeringan yang terlalu intensif dapat memengaruhi tekstur dan kandungan nutrisi. Oleh karena itu, optimasi proses perlu memperhatikan pengaruh suhu dan bahan tambahan secara sinergis untuk menghasilkan produk *fruit leather* dengan kadar air ideal tanpa mengurangi kualitas lainnya.

Kadar abu

Kadar abu dalam produk pangan, seperti *fruit leather*, merupakan indikator penting yang menunjukkan kandungan mineral dalam bahan tersebut. Pada perlakuan S1F1 (Suhu 50°C + Fortifikasi 10% sari belimbing wuluh), kadar abu terendah ditemukan. Ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh suhu pengeringan yang relatif rendah, yang mengakibatkan penguapan air yang tidak berlangsung

optimal. Sebagai konsekuensinya, sebagian besar air tetap terperangkap dalam produk dan mineral yang ada menjadi lebih terlarut, mengurangi nilai kadar abu yang terukur. Fenomena ini sejalan dengan teori yang menyatakan bahwa semakin rendah suhu pengeringan, semakin sedikit jumlah air yang menguap, dan dengan demikian, kadar abu pun cenderung rendah (Helilusiatiningsih *et al.*, 2024). Peningkatan kadar air yang tersisa dalam produk secara langsung berkorelasi dengan rendahnya kandungan abu, mengingat bahwa kadar air tinggi dapat melarutkan sebagian mineral yang harusnya terdeteksi sebagai abu.

Pada perlakuan S3F2 (Suhu 70°C + Fortifikasi 12%) kadar abu tercatat lebih tinggi. Ini disebabkan oleh fortifikasi dengan sari belimbing wuluh yang kaya akan mineral, seperti kalsium, fosfor, zat besi, dan kalium. Penambahan konsentrasi yang lebih tinggi dari sari buah ini meningkatkan jumlah mineral yang terperangkap dalam produk, sehingga kadar abu pun meningkat. Selain itu, suhu pengeringan yang lebih tinggi memungkinkan penguapan air yang lebih efisien, meninggalkan lebih banyak mineral yang terukur sebagai abu. Penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Muniroh *et al.* (2022), juga mendukung

temuan ini, yang menunjukkan bahwa peningkatan kadar abu seiring dengan peningkatan fortifikasi sari buah belimbing wuluh dalam produk pangan.

Implikasi dari hasil ini dapat dilihat pada desain produk *fruit leather* yang mengutamakan keseimbangan antara kadar abu dan kadar air. Untuk menghasilkan produk dengan kandungan mineral yang lebih tinggi, penggunaan suhu pengeringan yang lebih tinggi dan penambahan fortifikasi sari buah yang lebih banyak bisa menjadi strategi yang efektif. Namun, perlu diingat bahwa meskipun kadar abu yang lebih tinggi menunjukkan kandungan mineral yang lebih banyak, ada kemungkinan perubahan lain dalam tekstur atau rasa produk yang perlu diperhatikan untuk mencapai kualitas yang diinginkan

Analisa sensoris

Hasil uji analisis sensoris terhadap produk *fruit leather* dengan berbagai perlakuan, tercatat pada Tabel 4, menunjukkan perbedaan yang signifikan pada parameter rasa dan tekstur. Berdasarkan uji Friedman, parameter warna *fruit leather* tidak menunjukkan perbedaan yang nyata (X^2 tabel > X^2 hitung), yang berarti bahwa variasi perlakuan tidak memengaruhi persepsi warna produk secara signifikan.

Tabel 4. Nilai rata-rata skor organoleptik *fruit leather*

Perlakuan	Warna	Rasa	Tekstur
S0F0: kontrol	3,36	2,96	3,20
S1F1: Suhu 50oC + Fortifikasi 10% sari belimbing wuluh	3,40	3,20	2,60
S1F2: Suhu 50oC + Fortifikasi 12% sari belimbing wuluh	3,56	2,80	2,48
S2F1: Suhu 60oC + Fortifikasi 10% sari belimbing wuluh	3,76	3,28	3,08
S2F2: Suhu 60oC + Fortifikasi 12% sari belimbing wuluh	3,48	3,24	3,36
S3F1: Suhu 70oC + Fortifikasi 10% sari belimbing wuluh	3,32	3,88	3,80
S3F2: Suhu 70oC + Fortifikasi 12% sari belimbing wuluh	3,28	3,68	3,92

Keterangan: (Sangat suka=5; Suka=4; Cukup=3; Tidak suka=2; Sangat tidak suka=1)

Tabal 4 memperlihatkan hasil uji sensoris parameter warna *fruit leather* buah carica, nilai rata-rata kesukaan panelis berkisar antara 3,32 hingga 3,76, yang menunjukkan bahwa secara umum panelis memberikan penilaian yang cukup terhadap warna produk. Perlakuan S1F1 (suhu

50°C+fortifikasi 10% belimbing wuluh) menghasilkan nilai kesukaan terendah dengan rata-rata 3,32, sedangkan perlakuan S2F1 (suhu 60°C+fortifikasi 10% belimbing wuluh) menghasilkan nilai tertinggi dengan 3,76. Meskipun terjadi variasi dalam nilai kesukaan, hasil uji sensoris menunjukkan

bahwa pengaruh fortifikasi belimbing wuluh dan variasi suhu pengeringan terhadap warna *fruit leather* tidak berbeda signifikan. Perubahan warna yang terjadi, dari kuning cerah menjadi kuning kecokelatan, disebabkan oleh reaksi Maillard dan karamelisasi, yang dipengaruhi oleh suhu pengeringan (Chu *et al.*, 2023). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa suhu pengeringan yang lebih tinggi meningkatkan reaksi pencoklatan non-enzimatis antara gula pereduksi dan asam amino, yang mengakibatkan perubahan warna yang lebih gelap pada *fruit leather* (Yadav *et al.*, 2022).

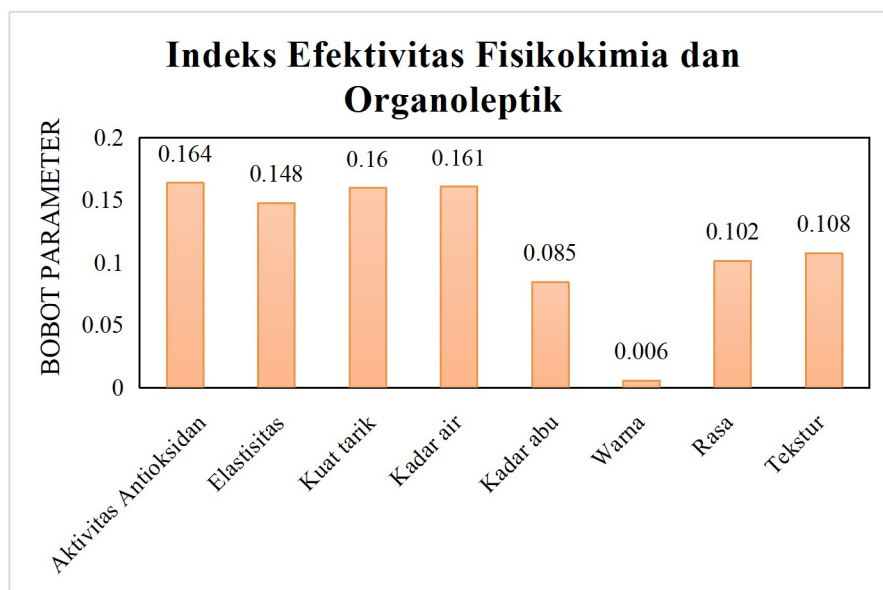
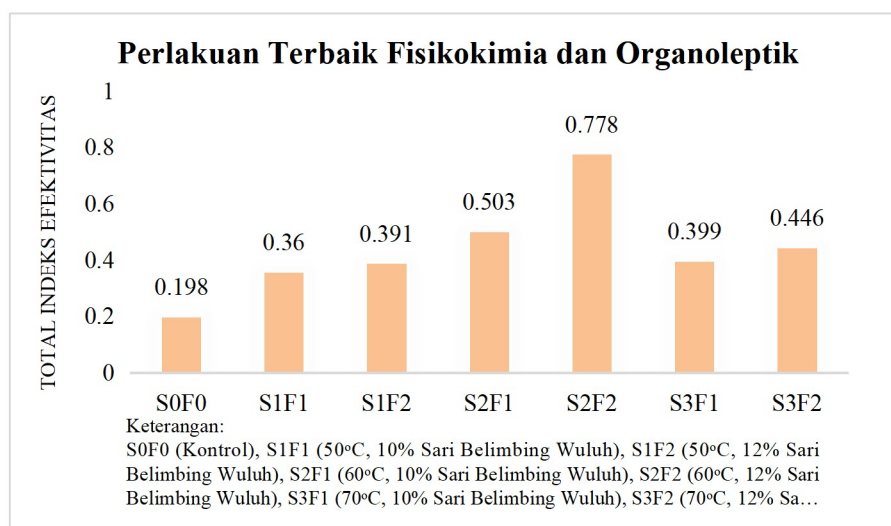
Untuk parameter rasa, hasil uji sensoris menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan, dengan nilai rata-rata kesukaan panelis berkisar antara 2,8 hingga 3,88. Perlakuan S1F2 (suhu 50°C + fortifikasi 12% belimbing wuluh) menghasilkan nilai kesukaan terendah 2,8, sedangkan perlakuan S3F1 (suhu 70°C+fortifikasi 10% belimbing wuluh) menghasilkan nilai tertinggi 3,88. Meskipun demikian, rasa *fruit leather* yang dihasilkan cenderung tidak terlalu berbeda, dengan rasa dominan manis dan asam yang kurang terasa, baik dari buah carica maupun belimbing wuluh. Proses pemanasan yang berulang, baik saat *blanching* maupun pengeringan, dapat mengurangi intensitas rasa asli dari bahan-bahan tersebut (Gunawan *et al.*, 2024). Penelitian sebelumnya juga mengungkapkan bahwa suhu pengeringan yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan komponen rasa, meskipun suhu yang lebih rendah bisa membantu mempertahankan komponen rasa lebih baik (Marzelly *et al.*, 2017).

Pada parameter tekstur, hasil uji sensoris menunjukkan nilai kesukaan panelis berkisar antara 2,48 hingga 3,92, dengan nilai terendah pada perlakuan S1F1 (suhu 50°C + fortifikasi 10% belimbing wuluh) sebesar 2,48 dan nilai tertinggi pada perlakuan S3F2 (suhu 70°C + fortifikasi 12% belimbing wuluh) sebesar 3,92. Panelis lebih

menyukai tekstur *fruit leather* yang dihasilkan pada perlakuan S3F2, yang cenderung lebih kering. Pengaruh suhu tinggi terhadap pengeringan menyebabkan penurunan kadar air dalam *fruit leather*, yang berujung pada tekstur yang lebih kering dan kurang elastis (Luketsi *et al.*, 2021). Hal ini sesuai dengan temuan dalam penelitian Yanti dan Utami (2022) yang menunjukkan bahwa pengeringan pada suhu 70°C menyebabkan produk akhir lebih kering dan kurang elastis. Meskipun lebih kering, tekstur yang dihasilkan dapat meningkatkan kesukaan panelis jika produk tersebut tidak terlalu keras dan mudah dipotong, menunjukkan pentingnya keseimbangan antara suhu pengeringan dan kelembaban dalam mencapai tekstur yang diinginkan.

Perlakuan terbaik

Untuk menentukan perlakuan terbaik fisikokimia dan organoleptik *fruit leather* buah carica dengan fortifikasi sari belimbing wuluh, dilakukan analisis menggunakan metode indeks keefektifan De Garmo. Metode ini memungkinkan evaluasi yang menyeluruh terhadap berbagai parameter, baik yang bersifat fisikokimia maupun organoleptik. Hasil analisis menunjukkan bahwa parameter aktivitas antioksidan memiliki bobot tertinggi dalam menentukan perlakuan terbaik, diikuti oleh parameter lainnya, seperti kadar air, kuat tarik, elastisitas, kadar abu, tekstur, rasa dan warna, yang dipengaruhi oleh suhu pengeringan yang berbeda. Gambar 1 menggambarkan perbandingan bobot masing-masing parameter untuk suhu pengeringan yang diuji. Tingkat penerimaan konsumen terhadap produk menjadi sangat relevan dalam mengukur parameter keseluruhan *fruit leather* buah carica dengan fortifikasi sari belimbing wuluh. Perlakuan dengan penelitian produk paling tinggi adalah perlakuan yang terbaik. Perlakuan terbaik *fruit leather* dengan fortifikasi sari belimbing wuluh disajikan pada Gambar 2.

Gambar 1. Grafik Indeks Efektivitas *Fruit leather*Gambar 2. Histogram Perlakuan Terbaik *Fruit leather*

Hasil perhitungan indeks efektivitas perlakuan terbaik terdapat pada S2F2 (suhu 60 C+fortifikasi belimbing wuluh 12% (30ml) dengan parameter fisikokimia meliputi aktivitas antioksidan 25,43%, kuat tarik 9,67 N, elastisitas 8,2%, kadar air 0,46%, kadar abu 25,28% dan organoleptik pada parameter warna 3,48 (cukup), rasa 3,24 (cukup), tekstur 3,36 (cukup). Hal tersebut sesuai ketentuan SNI 01-1718-1996 tentang kadar air untuk produk buah kering yaitu maksimal 25%. Berdasarkan histogram diatas, perlakuan terbaik pada *fruit leather* carica fortifikasi sari belimbing wuluh pada perlakuan S2F2 selaras dengan penelitian Junaidi *et al.* (2024) bahwa *fruit leather* kulit

jeruk siam yang baik adalah *fruit leather* dengan suhu pengeringan 60°C, dapat menghasilkan *fruit leather* dengan karakteristik plastis dengan kadar air 34,69%.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian *fruit leather* buah carica dengan fortifikasi sari belimbing wuluh pada variasi suhu pengeringan yang berbeda (50°C, 60°C dan 70°C) yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa variasi suhu pengeringan yang berbeda dengan fortifikasi sari belimbing wuluh pada *fruit leather* buah carica berpengaruh nyata terhadap parameter

aktivitas antioksidan, kuat tarik, elastisitas, kadar air, kadar abu serta uji organoleptik yang meliputi warna, rasa dan tekstur. Formulasi perlakuan terbaik uji fisika, kimia dan organoleptik *fruit leather* buah carica fortifikasi sari belimbing wuluh dengan variasi suhu pengeringan yang berbeda yaitu pada perlakuan S2F2 (Suhu 60°C+Fortifikasi 12% sari belimbing wuluh) aktivitas antioksidan 25,43%, kuat tarik 9,67 N, elastisitas 8,2%, kadar air 0,46%, kadar abu 25,28% dan organoleptik pada parameter warna 3,48 (cukup), rasa 3,24 (cukup), tekstur 3,36 (cukup).

Saran yang dapat disampaikan terkait penelitian yang telah dilakukan adalah perlu dilakukan penelitian lebih mendalam mengenai analisa masa simpan, yang mana masa simpan erat kaitannya dengan jumlah kadar air.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainiyah, R., Utami, C. R. & Utami, D. C. (2023). *Produk olahan buah carica*. Yudharta Press.
- Ainiyah, R., Utami, C. R. & Massadeh, M. I. (2023). Inhibition of carica solid soap to the growth of staphylococcus epidermidis bacteria. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 374, p. 00029). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337400029>
- Ainiyah, R., Utami, D. C., & Utami, C. R. (2020). Pengembangan produk olahan buah karika sebagai penunjang ekonomi masyarakat tenggertosari jawa timur. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 4(5), 995-1005. <https://doi.org/10.31764/jmm.v4i5.3153>
- Alam, M., Rawat, M., Kaur, S., Dar, B. N., & Nanda, V. (2024). Transformation of quality attributes of fruit leathers using diverse hydrocolloids: recent application and future perspective. *Journal of Food Process Engineering*, 47(11), e14782. <https://doi.org/10.1111/jfpe.14782>
- Azeem, A., Panhwar, A. A., Meghwar, P., Irshad, A., Soomro, U. A., & Zahra, S. M. (2021). Effect of various drying and dehydration techniques on the organoleptic quality of mango leathers. *RADS Journal of Biological Research & Applied Sciences*, 12(1), 66-74. <https://doi.org/10.37962/jbas.v12i1.411>
- Chu, Q., Li, L., Duan, X., Zhao, M., Wang, Z., Wang, Z., ... & Ren, G. (2023). Effect mechanism of different drying methods on the quality and browning for daylily. *Lwt*, 182, 114862. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114862>
- Duarah, R., Devi, P. V., Narzary, P., & Islam, A. M. D. S. J. (2023). Therapeutic properties of averrhoa carambola l and its utilization in development of value-added food products. *Annals of Multidisciplinary Research, Innovation and Technology (AMRIT)*, 1(2), 10-17.
- Gawli, P., Sarpotdar, S., Nair, S., & Jadhav, V. (2021). A review on recent advances on ethno-medical plant: averrhoa bilimbi. *Journal of Advanced Scientific Research*, 12(03 Suppl 1), 1-9. <https://doi.org/10.55218/JASR.s1202112301>
- Gunawan, M. I. F., Lubis, M. I. A., Salfiana, S., Prayudi, A., Wihansah, R. R. A. S. B., Utami, C. R., & Lubis, M. (2024). *Teknologi pengolahan bahan pangan*. Yayasan Kita Menulis.
- Helilusiatiningsih, N., Patriasih, R., Tartillah, B.A., Mujiyanto, Santosa, B., Utami, C.R., Pangerang, R., Yusnaini, Mayasari, E., Sari, S.P., Hermansyah, M. (2024). Pengantar *teknologi pangan*. Lingkar Edukasi Indonesia: Kediri.
- Herlina, H., Belgis, M., & Wirantika, L. (2020). Karakteristik fisikokimia dan organoleptik fruit leather kenitu (*chrysophyllum cainito* L.) dengan penambahan cms dan karagenan. *Jurnal Agroteknologi*, 14(02), 103. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v14i02.12938>
- Junaidi, F., Hermavita, C. D., & Rismaya, R.

- (2024). Pengaruh jenis pemanis erythritol dan stevia terhadap karakteristik fisikokimia, dan sifat fungsional fruit leather kulit jeruk siam–mangga. *Teknologi Pangan: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 15(1), 36–49.
<https://doi.org/10.35891/tp.v15i1.4616>
- Juthong, T., Theppradit, R., Jitkaew, J., & Kasemsa, O. (2019). Effect of pectin and maltodextrin and drying temperature on qualities of tamarind leather. *Bioresearch Communications-(BRC)*, 5(1), 610-615. Retrieved from <https://www.bioresearchcommunications.com/index.php/brc/article/view/68>
- Luketsi, W. P., Wibowo, R. K. P., & Ramadiansyah, B. A. G. (2021). Pengaruh pengeringan terhadap kuat tarik dan elastisitas fruit leather dari buah nanas (*Ananas cosmosus* L.) subgrade. *Prosiding Sains Nasional dan Teknologi*, 1(1), 11-16.
<http://dx.doi.org/10.36499/psnst.v1i1.5209>
- Marzelly, A. D., Yuwanti, S., & Lindriati, T. (2017). Physical, chemistry and sensoric characteristics of ambon banana (*Musa paradisiaca* S.) fruit leather with added sugar and carrageenan. *Agrotechnology Journal*, 11(02), 172–185.
<https://doi.org/10.19184/J-AGT.V11I02.6526>
- Muniroh, Z., Sani, E. Y., & Larasati, D. (2022). Penambahan sari buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L) terhadap sifat kimia dan organoleptik permen jelly daun katuk (*Sauropus androgynus*). *Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian*, 2, 1–10.
<https://doi.org/10.31764/jau.v7i2.2795>
- Muslimah, Y. A., & Rosida, R. (2024). Characteristics of fruit leather with proportion of carica puree (*Carica pubescens*): lime juice (*Citrus aurantifolia*) and carrageenan and their shelf-life estimation. *AJARCADE (Asian Journal of Applied Research for Community Development and Empowerment)*, 8(2), 81–89.
<https://doi.org/10.29165/ajarcde.v8i2.394>
- Puspaningrum, L., Yuwono, S. S., & Martati, E. (2018). Karakteristik fisikokimia dan sensoris fruit leather apel manalagi (*Malus sylvestris* mill) dengan substitusi pisang candi (*Musa paradisiaca*) physicochemical characteristics and sensory of Fruit leather apple manalagi (*Malus sylvestris* mill) with the substi. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 19(3), 173–182.
<https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2018.019.03.4>
- Ravindra B. Malabadi, Kiran P. Kolkar, Raju K. Chalannavar and Himansu Baijnath. Plant-based leather production: an update. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, 14(01), 031-059.
<https://doi.org/10.30574/wjaets.2025.14.1.0648>
- Rodrigues, G. de M., Garcia, V. A. dos S., Yoshida, C. M. P., Vanin, F. M., Carvalho, R. A. de. Fruit-based leathers: a comprehensive review of terminologies, composition, and quality attributes. *Food Science and Engineering*, 4(2), 216-236.
<https://doi.org/10.37256/fse.4220232791>
- Safitri, I., Irmayadani, I., Sunartaty, R., Rahmiati, T. M., Muhardina, V., & Sari, P. M. (2023). Pengaruh penambahan bubur kulit jeruk manis (*Citrus sinensis*, L) dan suhu pengering terhadap karakteristik fisiko-kimia fruit leather terong belanda (*Solanum betaceum* cav.). *Serambi Journal of Agricultural Technology*, 5(2), 142-152.
<https://doi.org/10.32672/sjat.v5i2.7183>
- Yanti, S., & Suksmayu Saputri, D. (2019). Uji aktivitas antioksidan serbuk ekstrak belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L). *Jurnal TAMBORA*, 3(2), 16–26.
<https://doi.org/10.36761/jt.v3i2.252>
- Yanti, J. S. A., & Utami, C. R. (2022).

- Pengaruh penambahan kopi robusta bubuk (*Coffea canephora* L.) dan jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) sebagai sumber antioksidan pada pembuatan cookies. *Teknologi Pangan: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 13(2), 253-263.
<https://doi.org/10.35891/tp.v13i2.3445>
- Yusoff, I. M., Azelee, N. I. W., Chua, L. S., & Mustafa, R. R. (2024). A comparison of phytoconstituent and functional loaded low moisture food from *Averrhoa bilimbi* using freeze drying and oven drying methods. *Food Measure* 18, 7468–7479 (2024).
<https://doi.org/10.1007/s11694-024-02741-1>.
- Yadav, KC., Dangal, A., Thapa, S., Rayamajhi, S., Chalise, K., Shiwakoti, L. D., ... & Katuwal, N. (2022). Nutritional, phytochemicals, and sensory analysis of Lapsi (*Choerospondias axillaris*) fruit leather. *International Journal of Food Properties*, 25(1), 960-975.
<https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2070203>