

Pengaruh jenis pemanis erythritol dan stevia terhadap karakteristik fisikokimia, dan sifat fungsional fruit leather kulit jeruk siam – mangga

The effect of erythritol and stevia sweetener types on physicochemical characteristics, and functional properties of fruit leather siam orange peel - manga

Fahmi Junaidi^{1)*}, Cindi Dwi Hermavita²⁾, Rina Rismaya¹⁾

¹ Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Terbuka, Tangerang Selatan

² Program Studi Biologi, Universitas Terbuka, Tangerang Selatan

*Email korespondensi: fahmijunaidi18@gmail.com

Informasi artikel:

Dikirim: 07/12/2023; disetujui: 15/03/2024; diterbitkan: 30/03/2024

ABSTRACT

Fruit leather refers to a food item obtained by drying pureed fruit in an oven. Typical raw materials used in fruit leather include nutrient-rich tropical and subtropical fruits, high in dietary fiber and vitamin C. This study aims to explore the impact of erythritol and stevia sweeteners on the physic, physicochemical, and functional characteristics of siam-mango orange peel fruit leather. The study employed a factorial complete randomized design (CRD) with two factors: (1) the treatment of the ratio of citrus peel and mango fruit with concentrations of JM1 (50%: 50%), JM2 (40%: 60%), JM3 (30%: 70%), and JM4 (20%: 80%), and (2) the type of sweetener, specifically erythritol (28%) and stevia (5%). The testing parameters included physical characteristics such as texture and color, chemical characteristics such as moisture, ash, protein, fat, and carbohydrate content, as well as functional properties including vitamin C, reducing sugar, antioxidant, and dietary fiber. According to physicochemical testing, the optimal treatment was achieved using a combination of JM2G2 orange peel 10% and mango 90% (JM2) along with Stevia sweetener type (G2). The physicochemical analysis revealed that the moisture content was 14.52%, ash was 0.933%, protein was 3.73%, fat was 2.875%, and carbohydrate content was 77.945%. As well as analyzing the physical properties and functional effects of food on texture content, this study measured total color value, vitamin C, reducing sugar, and antioxidant activity (IC 50). The results showed that the values for each were 3.5, 49, 13.675%, 27.215%, and IC50 value: 76.02, respectively. The utilization of erythritol and stevia sweeteners has been shown to impact the quality of fruit leather.

Keywords: erythritol, stevia, fruit leather, mango, siamese orange peel, gum arabic.

ABSTRAK

Fruit leather merupakan produk makanan hasil olahan pure buah yang dikeringkan dalam oven. Bahan baku fruit leather berasal dari buah tropis maupun subtropis kaya nutrisi, vitamin C dan serat pangan. Tujuan riset ini yaitu Mengetahui pengaruh jenis pemanis erythritol dan stevia terhadap karakteristik fisik, fisikokimia, dan sifat fungsional fruit leather kulit jeruk siam-mangga. Riset ini dilaksanakan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor yaitu perlakuan perbandingan penambahan kulit jeruk siam dan buah mangga dengan 4 taraf perbandingan konsentrasi kulit buah jeruk dan mangga berturut – turut yaitu JM1

(50% : 50%), JM2 (40% : 60%), JM3 (30% : 70%), dan JM4 (20% : 80%) dan jenis pemanis erythritol (28%) dan stevia (5%). Parameter pengujian yaitu karakteristik fisik (tekstur dan warna), karakteristik kimia (kadar air, abu, protein, lemak, dan karbohidrat), serta sifat fungsional (vitamin C, gula pereduksi, antioksidan, dan serat pangan). Berdasarkan hasil pengujian secara fisikokimia didapatkan perlakuan terbaik yakni JM2G2 kulit jeruk 10% : mangga 90% (JM2) dan jenis pemanis Stevia (G2). Analisa fisikokimia kadar air, abu, protein, lemak dan karbohidrat berturut-turut 14,52%; 0,933%; 3,73%; 2,875% dan 77,945%. Serta pada Analisa sifat fisik dan fungsional pangan berpengaruh terhadap kadar tekstur, total nilai warna, vitamin C, gula reduksi serta aktivitas antioksidan IC_{50} berturut – turut 3,5; 49; 13,675%; 27,215% dan nilai IC_{50} : 76,02. Penggunaan jenis pemanis erythritol dan stevia berpengaruh terhadap kualitas *fruit leather*.

Kata kunci : erythritol, *stevia fruit leather*, mangga, kulit jeruk siam, gum arab

PENDAHULUAN

Penyakit degeneratif atau dikenal sebagai *Noncommunicable Chronic Diseases* (NCDs) semakin meningkat dari tahun ke tahun. Saat ini penyakit degeneratif telah menjadi penyebab kematian tertinggi di dunia. Penyakit *Cardiovascular Disease* (CVD), obesitas, diabetes dan kanker merupakan penyakit degeneratif yang menyumbang 60% kematian di seluruh dunia dan 70% kematian di Eropa setiap tahunnya (O'Sullivan, 2020). Peningkatan resiko penyakit degeneratif seperti diabetes dan CVD berkorelasi dengan masalah obesitas/*overweight*. Perubahan pola konsumsi pangan yang cenderung mengkonsumsi makanan siap saji (*fast food*) yang umumnya tinggi gula, tinggi kalori dan rendah serat pangan menjadi faktor utama penyebab obesitas (*overweight*) (Woodbury *et al.*, 2021). Asupan gula berlebih dapat diperankan oleh produk pangan olahan (Castro-Muñoz *et al.*, 2022). Jumlah kalori yang tinggi pada produk pangan olahan salah satunya dapat berasal bahan baku gula pasir yang tinggi kalori (O'Sullivan, 2020). Konsumsi gula berlebih dapat meningkatkan risiko obesitas, diabetes, sindrom metabolik, *dislipidemia*, karies gigi, tekanan darah tinggi, resistensi insulin, kolesterol tinggi, kardiovaskular, karsinogenesis hati, dan penyakit kronis lainnya (Vatankhah *et al.*, 2015; Onaolapo *et al.*, 2020; Arthur *et al.*, 2021; Laguna *et al.*, 2021; Arshad *et al.*,

2022), endometrium dan kanker ovarium (Zhang *et al.*, 2022).

Tanaman mangga (*Mangifera indica*) merupakan suatu jenis tanaman hortikultura yang menghasilkan buah secara musiman dan memiliki asal-usul dari India. Tanaman ini telah menyebar ke berbagai wilayah di Asia Tenggara, termasuk Indonesia (Muh Arsyad, 2022). Mangga memiliki beragam variasi dalam bentuk, ukuran, warna, dan rasa buahnya, menjadikannya sebagai komoditas yang memiliki potensi pengembangan tinggi karena tingkat keragaman genetik yang mencolok (Muh Arsyad, 2022). Buah mangga memiliki kandungan fitokimia, nutrisi, vitamin C, serat pangan dan kaya akan vitamin C serta kandungan betakaroten, sebagai zat gizi esensial yang dapat berfungsi sebagai antioksidan (Hadi *et al.*, 2020). Dari segi fisiologis, buah mangga yang telah dipanen dapat mengalami respirasi dan proses metabolisme lainnya. Proses metabolisme ini mencakup perubahan isi yang tersimpan di dalam buah. Fadhila *et al.* (2022) menyatakan bahwa proses tersebut dapat mempercepat kelayuan dan pembusukan sehingga mangga dapat bertahan 3 hingga 4 hari pada penyimpanan suhu ruang. Oleh sebab itu perlu adanya upaya pengolahan pangan dengan memanfaatkan mangga sebagai bahan baku utama. Salah satunya yaitu diolah menjadi *fruit leather*.

Fruit leather adalah hasil olahan puree buah yang dikeringkan dalam oven, dinamakan "leather" karena proses

pengeringan puree buah menghasilkan produk dengan kilauan dan tekstur mirip kulit (Aryani *et al.*, 2022). Pengeringan fruit leather dapat dilakukan dengan memanfaatkan cahaya matahari atau menggunakan oven dengan suhu 50 - 60°C. Sehingga mempunyai daya simpan yang lama yaitu hingga 12 bulan (Fadhila *et al.*, 2022). Bahan baku fruit leather berasal dari buah tropis maupun subtropis seperti pisang, pepaya, mangga, nanas, apel, nangka, buah naga dan sebagainya (Hadi *et al.*, 2020). Syarat-syarat pembuatan fruit leather ditetapkan berdasarkan kadar gula, serat, dan asam. Kandungan serat pada mangga masih kurang, oleh karena itu, perlu dipadukan dengan kulit jeruk siam.

Jeruk siam (*Citrus nobilis*) merupakan jenis jeruk yang banyak dikembangkan di Indonesia karena memiliki potensi yang cukup besar. Sekitar 70-80% jeruk yang dikembangkan di Indonesia adalah jeruk siam dan sisanya berkisar 20 – 30% adalah jeruk keprok (Febrianti *et al.*, 2019). Kulit jeruk siam mengandung senyawa antioksidan seperti asam fenolik, flavonoid, polifenol, karoten, vitamin C, vitamin E, dan likopen. Senyawa-senyawa ini berfungsi sebagai agen antioksidan yang mampu menghambat pembentukan radikal bebas berlebihan, sehingga berperan sebagai pelindung dari efek negatif radikal bebas (Febrianti *et al.*, 2019). Oleh karena itu kulit jeruk siam sangat layak untuk dikembangkan sebagai produk olahan pangan

Beberapa riset tentang *fruit leather* berbahan dasar buah mangga terfortifikasi telah dilakukan seperti *fruit leather* dari beberapa jenis mangga (*Mangifera indica L.*) dengan perbedaan konsentrasi gum (Hadi *et al.*, 2020), *fruit leather* dari buah jeruk pamelon (*Citrus maxima*) dengan inovasi penambahan kulit buah naga (Aryani *et al.*, 2022). Namun demikian, riset terkait jenis pemanis erythritol dan stevia pada *fruit leather* kulit jeruk siam-mangga belum pernah dilakukan sehingga tujuan dari riset ini untuk mengetahui pengaruh jenis pemanis erythritol dan stevia terhadap

karakteristik fisikokimia, dan sifat fungsional *fruit leather* kulit jeruk siam-mangga.

METODE

Riset ini dilaksanakan di laboratorium pengolahan pangan dan laboratorium kimia pangan Universitas Widyagama Malang pada tanggal 10 Juli 2023 hingga 15 Oktober 2023

Bahan

Bahan yang digunakan pada pembuatan *fruit leather* adalah buah mangga, buah jeruk, gum arab. Sedangkan bahan kimia yang dibutuhkan adalah larutan Asam Sitrat, Na₂S₂O₃ NaOH 0, 1 N, larutan iodine 0,1 N, indikator amilum, etanol 95%, DPPH (2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl), Pb Asetat, Na Oksalat, Nelson A, Nelson B, Reagen Arsenomolibdat dan aquades, kertas saring, H₂SO₄, HgO, K₂SO₄, larutan 60% NaOH-5% Na₂S₂O₃.5H₂O, H₂BO₃, HCl, NaOH, indikator, etanol, air destilata, asam potassium phthalate (KHP), aseton, enzim termamyl, enzim pepsin, enzim pankreatin dan buffer fosfat.

Alat

Peralatan yang digunakan pada riset ini antara lain : neraca analitik, hot plate, glassware, buret, statif, klem, kompor, peralatan dapur, oven, dan loyang, spektrofotometri UV-VIS, microplate reader dan Universal Testing Instrument Machine model Lloyd.

Analisa data

Metode Riset dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap faktorial 4x4 dua faktor yaitu perbandingan jumlah kulit jeruk siam-mangga dengan jenis pemanis (erythritol dan stevia). Adapun jumlah sampel yang diuji sebanyak 8 sampel dengan dilakukan dua kali pengulangan. Berdasarkan hasil faktorial sebagai berikut:

1. Perlakuan yang akan diujikan adalah perbandingan buah yang terdiri dari 4 ras yakni :

- JM1 = kulit jeruk : Mangga = 0 : 100
 JM2 = kulit jeruk : Mangga = 10 : 90
 2. Faktor kedua yang diujikan adalah variasi konsentrasi jenis pemanis sebagai bahan penstabil yang terdiri dari
- JM3 = kulit jeruk : Mangga = 20 : 80
 JM4 = kulit jeruk : Mangga = 30 : 70
 2 ras, yakni :
 G1 : Erythritol 28%
 G2 : Stevia 5

Tabel 1. Perbandingan buah jeruk, mangga dan gum arab

Faktorial	JM 1	JM 2	JM 3	JM 4
G1	JM1 G1 (F1)	JM2 G1 (F2)	JM3 G1 (F3)	JM 4G1 (F4)
G2	JM1 G2 (F5)	JM2 G2 (F6)	JM3 G2 (F7)	JM 4G2 (F8)

Tabel 2. Rancangan formula *fruit leather* kulit jeruk siam-mangga

Bahan (g)	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Kulit jeruk siam	0	10	20	30	0	10	20	30
Puree mangga	100	90	80	70	100	90	80	70
Erythritol	28	28	28	28	0	0	0	0
Stevia	0	0	0	0	5	5	5	5
Gum arab	2	2	2	2	2	2	2	2
Asam Sitrat	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Prosedur riset

Pembuatan pure buah

Buah mangga dan buah jeruk yang digunakan merupakan buah yang telah masak dengan ciri fisik berwarna kuning dan memiliki tekstur yang masih keras (Aryani *et al.*, 2022). Pada kedua buah kemudian dilakukan pencucian hingga bersih dan ditimbang sesuai dengan perbandingan yang telah ditentukan. Buah dapat dipotong menjadi bagian yang lebih kecil dan kemudian dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi pure buah. Pada buah jeruk, biji jeruk dapat dipisahkan terlebih dahulu dengan proses penyaringan sehingga diperoleh pure buah tanpa biji

Pembuatan fruit leather

Pure buah jeruk dan mangga ditimbang dengan konsentrasi masing-masing (50%:50%), (40% : 60%), (30% : 70%), (20% : 80%) dan ditambahkan jenis pemanis (erythritol dan stevia). Adonan kemudian ditambahkan 0,2% asam sitrat, gum arab 2%, dan jenis pemanis erythritol dan stevia setara gula pasir 20 % dihomogenkan dengan dipanaskan di atas *hotplate* pada suhu 70°C selama 2 menit sambil diaduk. Erythritol memiliki tingkat

kemanisan 60-80% kemanisan gula, sehingga kesetaraannya 70% kemanisan sukrosa (28%), sementara tingkat kemanisan stevia 1 sachet (2.6 g) setara dengan dua sendok teh gula (@5 g/sendok teh), sehingga 20 g gula setara dengan 2 sachet. Adonan *fruit leather* kemudian dapat dituang ke dalam cetakan yang sebelumnya telah dilapisi aluminium foil dengan tebal adonan kurang lebih 3-5 mm. Tahapan selanjutnya yakni proses pengeringan yang dilakukan dengan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 20 jam. Produk yang telah jadi (berupa lembaran) dapat dipotong dengan ukuran tertentu dan disimpan.

Analisis karakteristik fisikokimia dan sifat fungsional fruit leather kulit jeruk-mangga

Analisis fisik meliputi pengukuran warna menggunakan Chromameter mengacu pada metode Maria *et al.*(2014) dan pengukuran tekstur mengacu pada penelitian Feili *et al.*(2013). Analisis kimia proksimat meliputi kadar air, abu, protein, lemak dan karbohidrat mengacu pada metode AOAC (2006). Analisis serat pangan total mengacu pada metode Arshad *et al.*(1992). Penentuan kadar gula reduksi dilakukan dengan metode Nelson Somogyi menggunakan spektrofotometer UV-Vis Fadhila *et*

al.(2022) dan antioksidan dengan metode DPPH (Partayasa *et al.*, 2017).

Analisa data

Hasil pengukuran dianalisis untuk menilai homogenitasnya menggunakan uji homogenitas (*Levene's test*). Apabila data tergolong homogen ($p > 0,05$), maka proses analisis data dilanjutkan dengan metode statistik, yaitu analisis sidik ragam (Univariate Analysis of Variance). Jika hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kedua faktor memiliki pengaruh yang signifikan, maka tahap selanjutnya melibatkan analisis *Duncan Multiple Range Test* untuk mengidentifikasi perbedaan rata-rata hasil pengukuran antara perlakuan dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Jika interaksi antara kedua faktor memberikan dampak yang signifikan terhadap respon, langkah berikutnya melibatkan Estimated Marginal Means melalui *Syntax General Linear Model* untuk mengevaluasi pengaruh interaksi kedua faktor (simple effect). Seluruh analisis statistik data dilakukan

menggunakan perangkat lunak SPSS 25 (IBM SPSS version 25.0, SPSS Inc, Chicago).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik fisikokimia

Kadar air

Kadar air merupakan komponen makanan yang memiliki dampak signifikan terhadap daya tahan dan stabilitas makanan selama penyimpanan (Rismaya *et al.*, 2022). Berdasarkan analisis sidik ragam, perlakuan perbandingan konsentrasi puree mangga dengan kulit jeruk dengan perlakuan jenis gula serta interaksi kedua faktor berpengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap kadar air. Nilai rata-rata kadar air pada pemanis Erythritol berkisar 12,24% - 12,59% sementara penilaian pada jenis pemanis stevia lebih tinggi dengan rentang 14,08% - 15,83%. Sehingga kadar air tertinggi ada pada sampel dengan jenis pemanis yang stevia.

Tabel 3. Pengaruh perbandingan konsentrasi pure buah mangga dan kulit jeruk serta jenis pemanis terhadap nilai Kadar Air Fruit Leather

Perbandingan konsentrasi puree mangga (MP) dan kulit jeruk (OP)	Jenis pemanis		Rata-Rata
	Erythritol	Stevia	
100%: 0%	12,59±0.03Aa	15,83±0.03Ba	14,21±1,62a
90%:10%	12,46±0.03Ab	14,52±0.03Bb	13,49±1,03b
80%:20%	12,25±0.03Acd	14,38±0.03Bc	13,31±1,06c
70%:30%	12,24±0.03Ad	14,04±0.03Bd	13,14±0,9d
Rata-Rata	12,38±0.14A	14,69±0.67B	

*Keterangan: Pada baris yang sama angka yang diikuti huruf besar yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan dari pengaruh jenis gula ($p < 0,05$); dan pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan dari pengaruh konsentrasi perbandingan puree mangga dan kulit jeruk ($p > 0,05$) dengan uji lanjut Duncan.

Peningkatan konsentrasi kulit jeruk dengan jenis pemanis berbeda cenderung menurunkan nilai kadar air fruit leather. Hal ini disebabkan Biosorben kulit jeruk siam dapat menurunkan kadar air (Dwipayana *et al.*, 2017). Perbedaan konsentrasi gula juga menyebabkan kandungan kadar air berkurang karena terjadi proses gelatinisasi (Anggita dan Rejeki, 2019). Kurniawati *et al.*(2019) menyatakan bahwa konsentrasi air yang dihasilkan berkorelasi negatif dengan

konsentrasi gula. Hasil penelitian ini didukung (Aryani *et al.*, 2022) yang menyatakan bahwa penurunan kadar air dipengaruhi oleh kulit buah, dan kandungan gula berkontribusi pada pembentukan komponen seperti gel, sehingga menyebabkan penangkapan air.

Penurunan kadar air fruit leather berhubungan dengan kandungan tekstur dan serat pangan. Kemampuan serat pangan dalam mengikat air dihubungkan dengan

hidrofilik (Rismaya *et al.*, 2022). Hal ini menandakan bahwa air yang terikat pada gugus hidrofilik akan sukar keluar meski pada proses pengeringan.

Kadar abu

Kadar abu dilaksanakan dengan metode gravimetri, dengan mengoksidasi sampel pada suhu 600°C dengan furnace hingga didapatkan abu sempurna berwarna putih (Sidi *et al.*, 2014). Berdasarkan analisis sidik ragam, perlakuan

perbandingan konsentrasi puree mangga dengan kulit jeruk dengan perlakuan jenis gula serta interaksi kedua faktor berpengaruh signifikan ($p < 0.05$) terhadap kadar abu. Nilai rata-rata kadar abu pada pemanis Erythritol berkisar 0,913% - 9,840% sementara penilaian pada jenis pemanis stevia lebih tinggi dengan rentang 0,921% - 0,988%. Sehingga kadar abu tertinggi pada sampel dengan jenis pemanis stevia.

Tabel 4. Pengaruh perbandingan konsentrasi pure buah mangga dan kulit jeruk serta jenis pemanis terhadap nilai kadar abu *fruit leather*

Perbandingan konsentrasi puree mangga (MP) dan kulit jeruk (OP)	Jenis pemanis		Rata-Rata
	Erythritol	Stevia	
100%: 0%	0,913±0.002Aa	0,921±0.002Ba	0,917±0,004d
90%:10%	0,926±0.002Ab	0,933±0.002Bb	0,929±0,004c
80%:20%	0,934±0.002Acd	0,941±0.002Bc	0,937±0,003b
70%:30%	0,940±0.002Ad	0,988±0.002Bd	0,964±0,024a
Rata-Rata	0,928±0.01A	0,945±0.02B	

Keterangan: Pada baris yang sama angka yang diikuti huruf besar yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan dari pengaruh jenis gula ($p < 0.05$); dan pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan dari pengaruh konsentrasi perbandingan puree mangga dan kulit jeruk ($p > 0.05$) dengan uji lanjut Duncan.

Peningkatan konsentrasi kulit jeruk dengan jenis pemanis berbeda cenderung meningkatkan kadar abu *fruit leather*. Kadar abu sangat dipengaruhi oleh adanya kandungan logam pada kulit jeruk dan jenis pemanis (Hadi *et al.*, 2020). Pada tabel 4. dapat diketahui bahwa kadar abu dengan jenis pemanis stevia adalah 0,921% dengan konsentrasi kulit jeruk 0% dan pada konsentrasi kulit jeruk 30% hasil kadar abu adalah 0,988 hal ini berarti kandungan logam pada kulit jeruk semakin bertambah seiring peningkatan konsentrasi perlakuan. Penelitian ini selaras dengan sidi *et al.*(2015) yang menyatakan bahwa Penambahan konsentrasi komposisi meningkatkan kadar abu pada *fruit leather*. Sehingga semakin

tinggi kadar abu suatu bahan menandakan kualitas bahan semakin kurang baik, karena kandungan mineralnya yang tinggi (Karyantina *et al.*, 2010).

Kadar protein

Kadar Protein *fruit leather* perbandingan konsentrasi puree mangga dengan kulit jeruk dengan perlakuan jenis gula serta interaksi kedua faktor berpengaruh signifikan ($p < 0.05$). Nilai rata-rata kadar protein pada pemanis Erythritol berkisar 3,235% - 3,675% sementara penilaian pada jenis pemanis stevia lebih tinggi dengan rentang 3,475% - 3,955%. Sehingga kadar protein tertinggi ada pada sampel dengan jenis pemanis stevia dengan rata – rata 3,756%.

Tabel 5. Pengaruh perbandingan konsentrasi pure buah mangga dan kulit jeruk serta jenis pemanis terhadap nilai Kadar Protein Fruit Leather

Perbandingan konsentrasi puree mangga (MP) dan kulit jeruk (OP)	Jenis pemanis		Rata-Rata
	Erythritol	Stevia	

Perbandingan konsentrasi puree mangga (MP) dan kulit jeruk (OP)	Jenis pemanis		Rata-Rata
	Erythritol	Stevia	
100%: 0%	3,235±0.015Aa	3,475±0.015Ba	3,355±0,12d
90%:10%	3,405±0.015Ab	3,730±0.015Bb	3,567±0,16c
80%:20%	3,445±0.015Ab	3,865±0.015Bc	3,655±0,21b
70%:30%	3,675±0.015Ac	3,955±0.015Bd	3,815±0,36a
Rata-Rata	3,44±0.156A	3,756±0,181B	

Keterangan: Pada baris yang sama angka yang diikuti huruf besar yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan dari pengaruh jenis gula ($p < 0.05$); dan pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan dari pengaruh konsentrasi perbandingan puree mangga dan kulit jeruk ($p > 0.05$) dengan uji lanjut Duncan.

Kadar Protein *Fruit Leather* meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi puree kulit jeruk dan jenis pemanis. Protein memiliki peran penting dalam memberikan dukungan energi dan membangun struktur tubuh (Hudi *et al.*, 2023). Peningkatan kandungan protein pada kulit buah terjadi seiring penambahan jumlah konsentrasi kulit jeruk karena kulit jeruk memiliki kadar protein 3.51% (Permata *et al.*, 2018). Proses pengolahan pangan juga memiliki dampak signifikan terhadap nilai kadar protein. Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai kadar protein meliputi pemanfaatan suhu tinggi atau rendah, kondisi lingkungan yang bersifat

asam atau basa ekstrem, dan terjadinya proses denaturasi (Kumalasari dan Larasati, 2023).

Kadar lemak

Kadar Lemak *fruit leather* perbandingan konsentrasi puree mangga dengan kulit jeruk dengan perlakuan jenis gula serta interaksi kedua faktor berpengaruh signifikan ($p < 0.05$). Nilai rata-rata kadar lemak pada pemanis Erythritol berkisar 2,230% - 2,730% sementara penilaian pada jenis pemanis stevia lebih tinggi dengan rentang 2,605% - 3,130%. Sehingga kadar lemak tertinggi pada sampel dengan jenis pemanis stevia.

Tabel 6. Pengaruh perbandingan konsentrasi pure buah mangga dan kulit jeruk serta jenis pemanis terhadap nilai Kadar Lemak *Fruit Leather*

Perbandingan konsentrasi puree mangga (MP) dan kulit jeruk (OP)	Jenis pemanis		Rata-Rata
	Erythritol	Stevia	
100%: 0%	2,230±0.002Aa	2,605±0.002Ba	2,417±0,187d
90%:10%	2,420±0.002Ab	2,875±0.002Bb	2,647±0,22c
80%:20%	2,480±0.002Ab	3,930±0.002Bc	3,205±0,725a
70%:30%	2,730±0.002Ac	3,130±0.002Bd	2,930±0,2b
Rata-Rata	2,465±0,178A	3,135±0,495B	

Keterangan: Pada baris yang sama angka yang diikuti huruf besar yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan dari pengaruh jenis gula ($p < 0.05$); dan pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan dari pengaruh konsentrasi perbandingan puree mangga dan kulit jeruk ($p > 0.05$) dengan uji lanjut Duncan.

Kadar lemak pada *fruit leather* dengan penambahan puree mangga dan puree kulit jeruk siam terjadi peningkatan seiring penambahan konsentrasi puree kulit jeruk dan manga, namun pada jenis pemanis stevia mengalami perubahan secara fluktuatif dimana terjadi peningkatan pada konsentrasi 80% : 20% sebesar 3,930% dan mengalami penurunan pada konsentrasi

70%:30% sebesar 3,13% kadar lemak. Kenaikan kadar lemak pada *fruit leather* disebabkan oleh suhu pengeringan yang tinggi dan durasi pengeringan yang lama. Faktor ini menyebabkan peningkatan kadar lemak, dan sebaliknya, terjadi penurunan kadar air jika suhu dan waktu pengeringan juga meningkat (Kumalasari dan Larasati, 2023). Penelitian ini selaras dengan

penelitian Eibad (2023) yang menyatakan bahwa Peningkatan kadar lemak pada *fruit leather* pisang dapat terjadi karena proses pengeringan, yang mengakibatkan rendahnya kadar air dalam produk dan sebagai hasilnya, meningkatkan kadar lemak.

Kadar karbohidrat

Analisis karbohidrat dilakukan dengan metode *by difference*, di mana nilai diperoleh dengan mengurangkan 100% dari total komponen yang ada, termasuk kadar air, kadar abu, kadar protein, dan kadar lemak (Farhati dan Rosid, 2022). Kadar Karbohidrat *fruit leather* perbandingan konsentrasi puree mangga dan kulit jeruk dengan perlakuan jenis gula serta interaksi

kedua faktor berpengaruh signifikan ($p < 0.05$). Nilai rata-rata karbohidrat pada pemanis Erythritol berkisar 81,035% - 80,895% sementara penilaian pada jenis pemanis stevia lebih rendah dengan rentang 77,165% - 77,945%. Sehingga kadar karbohidrat tertinggi pada sampel dengan jenis pemanis Erythritol. Pada Tabel 7 kadar karbohidrat pada *fruit leather* penambahan puree mangga dan puree kulit jeruk siam terjadi perubahan yang fluktuatif, hal ini selaras dengan penelitian Kumalasari dan Larasati(2023) yang disebabkan oleh keberadaan berbagai jenis karbohidrat, mulai dari gula sederhana hingga kompleks dalam bahan yang digunakan.

Tabel 7. Pengaruh perbandingan konsentrasi pure buah mangga dan kulit jeruk serta jenis pemanis terhadap nilai Kadar Karbohidrat *fruit leather*

Perbandingan konsentrasi puree mangga (MP) dan kulit jeruk (OP)	Jenis pemanis		Rata-Rata
	Erythritol	Stevia	
100%: 0%	81,035±0.052Aa	77,165±0,052Ba	79,1±1,935c
90%:10%	80,785±0.052Ab	77,945±0.052Bb	79,365±1,42a
80%:20%	80,895±0.052Ab	76,880±0.052Bc	78,887±2,00d
70%:30%	80,410±0.052Ac	77,880±0.052Bd	79,145±1,265b
Rata-Rata	80,781±0,231A	77,467±0,456B	

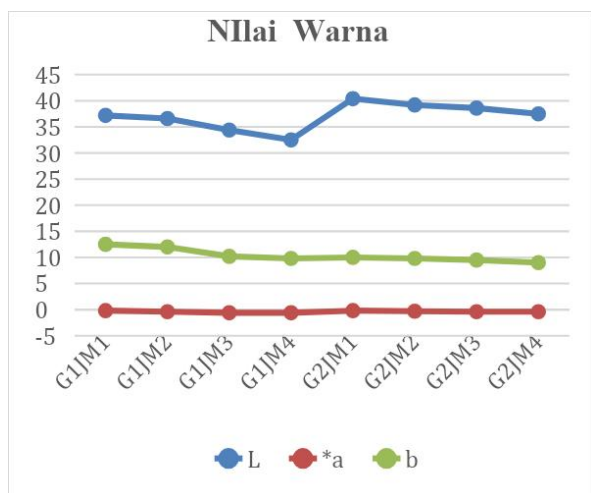
Keterangan: Pada baris yang sama angka yang diikuti huruf besar yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan dari pengaruh jenis gula ($p < 0.05$); dan pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan dari pengaruh konsentrasi perbandingan puree mangga dan kulit jeruk ($p > 0.05$) dengan uji lanjut Duncan.

Karakteristik fisik

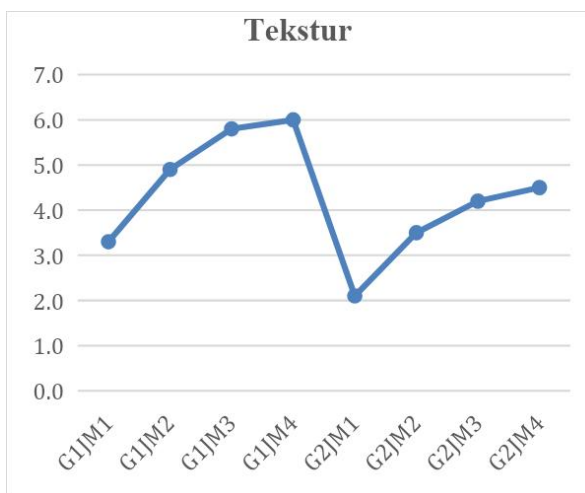
Analisa warna

Analisa warna pada *fruit leather* dilakukan menggunakan Chromameter. Sistem warna Hunter Lab memiliki tiga atribut utama: L, a, dan b. Nilai L adalah tingkat kecerahan sampel, berkisar dari gelap hingga terang dengan skala 0-100. Nilai adalah perubahan warna dari merah (a+) ke hijau (a-), dengan rentang skala -80 hingga 100. Sementara nilai b mencerminkan perubahan warna dari kuning (b+) ke biru (b-), dengan skala -70 hingga

70 (Fadhila *et al.*, 2022). Pada Gambar 1. Dapat diketahui bahwa nilai total perbedaan warna Fruit leather kulit jeruk dan puree mangga dengan jenis pemanis Erythritol berada pada rentang 42 – 50. Sedangkan nilai total perbedaan warna *fruit leather* kulit jeruk dan puree mangga dengan jenis pemanis Erythritol Pada rentang 46 -50. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada fruit leather kulit jeruk dan puree mangga terjadi peningkatan seiring banyaknya kulit jeruk yang ditambahkan sehingga terjadi kerusakan karotenoid yang mempengaruhi tingkat kecerahan (Wahyuni, 2015).



Gambar 1. Analisa warna



Gambar 2. Analisa tekstur bebas (Chauliyah dan Murbawani, 2015). Aktivitas antioksidan IC₅₀ pada penelitian ini berkisar pada nilai 20,77 – 77,66.

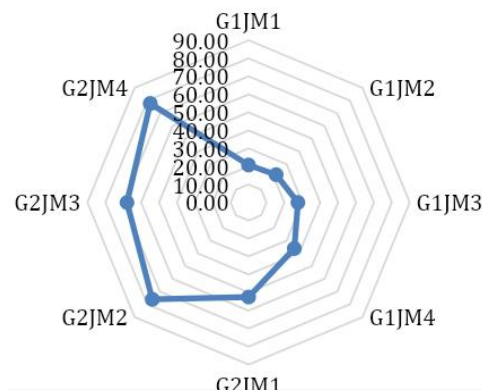
Analisa tekstur

Pengukuran tekstur dilakukan dengan menggunakan *Lloyd Texture Analyzer* dengan parameter kekerasan (hardness). Pada Gambar 2, terlihat bahwa perubahan tekstur secara proporsional terjadi seiring dengan peningkatan konsentrasi kulit jeruk. nilai tekstur pada *fruit leather* dengan jenis pemanis Erythritol berkisar 3,3 gf – 6 gf. Sedangkan jenis pemanis stevia berkisar 2,1gf – 4,5 gf. Hasil penelitian ini sebanding lurus terhadap nilai tekstur dan penambahan konsentrasi pure kulit jeruk dan manga, namun demikian pengaruh lainnya terdapat pada penambahan jenis pemanis dengan jumlah 25 g Erythritol , sehingga mempengaruhi pada tekstur *fruit leather*. Penelitian ini sejalan dengan Maria *et al.*(2014), yang mencatat bahwa penambahan variasi konsentrasi dalam perlakuan dapat meningkatkan nilai tekstur yang dihasilkan.

Sifat fungsional pangan

Aktivitas antioksidan

Aktivitas antioksidan merujuk pada kapabilitas senyawa antioksidan dalam bahan pangan untuk berinteraksi dengan radikal bebas (Febrianti *et al.*, 2019). Prinsip Metode DPPH untuk menganalisis aktivitas antioksidan melibatkan kemampuan senyawa tersebut untuk menyerap kuat pada radikal bebas. Secara stoikiometri, absorbansi akan mengalami penurunan ketika elektron berpasangan dengan radikal



Gambar 3. Analisa Aktivitas Antioksidan fruit leather

Berdasarkan gambar 3, nilai IC₅₀ pada *fruit leather* dengan jenis pemanis Erythritol berkisar 20,77 – 36,13. Sedangkan jenis pemanis stevia berkisar 52,54 – 77,66. Tingginya aktivitas antioksidan IC₅₀ pada sampel dengan jenis pemanis stevia dikarenakan kandungan vitamin C yang tinggi (Febrianti *et al.*, 2019). Keefektifan suatu senyawa sebagai antioksidan dapat diukur berdasarkan nilai IC₅₀, di mana senyawa tersebut dianggap sangat kuat jika IC₅₀ kurang dari 50, kuat jika antara 50 hingga 100, sedang jika antara 100 hingga 150, dan lemah jika antara 151 hingga 200. Semakin kecil nilai IC₅₀, semakin tinggi aktivitas antioksidan yang dimiliki oleh senyawa tersebut.

Kadar gula reduksi

Gula pereduksi adalah jenis gula karbohidrat yang memiliki kemampuan untuk mereduksi senyawa penerima elektron. Semua jenis senyawa monosakarida, seperti glukosa, fruktosa, dan galaktosa, serta disakarida seperti laktosa dan maltosa, termasuk dalam kategori gula pereduksi. Berdasarkan analisis sidik ragam, perlakuan perbandingan konsentrasi puree mangga

dengan kulit jeruk dengan perlakuan jenis gula serta interaksi kedua faktor berpengaruh signifikan ($p < 0.05$) terhadap kadar gula reduksi. Nilai rata-rata kadar gula reduksi pada pemanis Erythritol berkisar 20,50% - 24,54% sementara penilaian pada jenis pemanis stevia lebih tinggi dengan rentang 23,635% - 29,470%. Sehingga kadar gula reduksi tertinggi pada sampel dengan jenis pemanis stevia.

Tabel 8. Pengaruh perbandingan konsentrasi pure buah mangga dan kulit jeruk serta jenis pemanis terhadap Kadar Gula Reduksi *fruit leather*

Perbandingan konsentrasi puree mangga (MP) dan kulit jeruk (OP)	Jenis pemanis		Rata-Rata
	Erythritol	Stevia	
100%: 0%	24,540±0,113Aa	29,470±0,113Ba	27,005±3,48a
90%:10%	22,855±0,113Ab	27,215±0,113Bb	25,035±3,08b
80%:20%	22,635±0,113Ab	26,365±0,113Bc	24,500±2,637c
70%:30%	20,500±0,113Ad	23,635±0,113Bd	22,067±2,216d
Rata-Rata	22,632±1,65A	26,67±2,41B	

Keterangan: Pada baris yang sama angka yang diikuti huruf besar yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan dari pengaruh jenis gula ($p < 0.05$); dan pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan dari pengaruh konsentrasi perbandingan puree mangga dan kulit jeruk ($p > 0.05$) dengan uji lanjut Duncan.

Berdasarkan tabel 7, dapat diketahui bahwa semakin kecil konsentrasi pure mangga dan kulit jeruk pada jenis pemanis stevia dan erythritol maka akan meningkatkan kadar gula reduksi. Hasil penelitian ini selaras dengan Praseptianga *et al.*(2016) yang menyatakan bahwa

Peningkatan kadar gula reduksi dalam *fruit leather* juga disebabkan adanya komponen gula yang terkandung didalam buah. Komponen gula didalam buah mangga adalah sukrosa dan fruktosa. Fruktosa termasuk sebagai monosakarida yang memiliki sifat pereduksi.

Kadar vitamin C

Tabel 9. Pengaruh perbandingan konsentrasi pure buah mangga dan kulit jeruk serta jenis pemanis terhadap nilai kadar vitamin C *fruit leather*

Perbandingan konsentrasi puree mangga (MP) dan kulit jeruk (OP)	Jenis pemanis		Rata-Rata
	Erythritol	Stevia	
100%: 0%	11,285±0,073Aa	13,055±0,073Ba	12,170±1,25d
90%:10%	12,755±0,073Ab	13,675±0,073Bb	13,215±0,65c
80%:20%	14,545±0,073Ac	14,195±0,073Bc	14,370±0,24b
70%:30%	16,060±0,073Ad	18,290±0,073Bd	17,175±1,57a
Rata-Rata	13,66±2,081A	14,80±2,370B	

Keterangan: Pada baris yang sama angka yang diikuti huruf besar yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan dari pengaruh jenis gula ($p < 0.05$); dan pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan dari pengaruh konsentrasi perbandingan puree mangga dan kulit jeruk ($p > 0.05$) dengan uji lanjut Duncan.

Riset ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi penambahan kulit buah jeruk berpotensi meningkatkan kadar vitamin C pada *fruit leather*. Hal ini disebabkan oleh kandungan vitamin C yang signifikan dalam kulit jeruk, yakni mencapai 16-24% (Fadhila *et al.*, 2022). Penelitian ini sejalan dengan penelitian Fitriana dan Fitri(2020) yang menyatakan bahwa kulit jeruk memiliki kandungan sebagai reduktor yang cukup tinggi sehingga dapat dilakukannya titrasi dengan menggunakan larutan iodin. Semakin tingginya konsentrasi zat reduktor maka akan meningkatkan kadar vitamin C

Kadar serat pangan

Serat pangan (dietary fiber) merupakan bagian dari bahan pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan, sebagian besar bersumber dari bahan nabati (Praseptiangga *et al.*, 2016). Dalam *fruit leather* kulit jeruk dan puree mangga serta penambahan jenis pemanis stevia atau erythritol, kandungan serat pangan tertinggi berasal dari buah mangga dan sebagian dari gum arab. Fiber atau serat pangan dalam buah-buahan terdiri dari komponen-komponen seperti selulosa, substansi pektat, hemiselulosa, dan beberapa jenis glikoprotein. Pengujian kadar serat pangan dilakukan terhadap sampel dengan perlakuan terbaik yakni JM2G1; JM2G2; JM4G1 dan JM4G2 dengan hasil kadar serat pangan berturut-turut : 5,47%; 8, 31%; 4,24% dan 6,25%. Kandungan serat pangan dalam *fruit leather* menunjukkan, semakin tinggi konsentrasi perlakuan buah mangga menyebabkan kandungan serat pangan semakin meningkat. Kenaikan jumlah serat pangan dalam *fruit leather* juga terjadi karena pemberian gum arab. Muchtadi (2001) menyatakan bahwa gum arab termasuk dalam jenis serat pangan larut (SDF). Sementara itu, penambahan asam sitrat tidak mempengaruhi total kandungan serat pangan karena asam sitrat tidak mengandung unsur-unsur komponen serat pangan (Praseptiangga *et al.*, 2016).

KESIMPULAN

Peningkatan konsentrasi kulit jeruk dan mangga serta jenis pemanis erythritol dan stevia berpengaruh signifikan ($p < 0.05$) terhadap karakteristik fisikokimia dan sifat fungsional pangan *fruit leather*. Berdasarkan hasil pengujian secara fisikokimia didapatkan perlakuan terbaik yakni JM2G2 kulit jeruk 10% : mangga 90% (JM2) dan jenis pemanis Stevia (G2). Dengan nilai uji sensori rasa, warna, aroma, tekstur dan overall berturut – turut adalah : 3,83; 3,70; 3,60; 3,70 dan 3,93. Pada Analisa fisikokimia kadar air, abu, protein, lemak dan karbohidrat berturut-turut 14,52%; 0,933%; 3,73%; 2,875% dan 77,945%. Serta pada Analisa sifat fisik dan fungsional pangan berpengaruh terhadap kadar tekstur, total nilai warna, vitamin C, gula reduksi serta aktivitas antioksidan yang dinyatakan dengan nilai IC_{50} berturut – turut 3,5; 49; 13,675%; 27,215% dan nilai IC_{50} : 76,02.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Terbuka atas pendanaan penelitian tahun anggaran 2023 serta fasilitas yang telah disediakan untuk mendukung setiap langkah dalam proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariesdianto, R. H., Fitri, Z. E., Madjid, A., & Imron, A. M. N. (2021). Identifikasi penyakit daun jeruk siam menggunakan k-nearest neighbor. *Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, 1(2), 133–140. <https://doi.org/10.54082/jiki.14>
- Arshad, S., Rehman, T., Saif, S., Rajoka, M. S. R., Ranjha, M. M. A. N., Hassoun, A., Crotova, J., Trif, M., Younas, A., & Aadil, R. M. (2022). Replacement of refined sugar by natural sweeteners: focus on potential health benefits. *Heliyon*, 8(9).

- <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10711>
- Arthur, R. S., Kirsh, V. A., Mossavar-Rahmani, Y., Xue, X., & Rohan, T. E. (2021). Sugar-containing beverages and their association with risk of breast, endometrial, ovarian and colorectal cancers among canadian women. *Cancer epidemiology*, 70(August 2020), 101855. <https://doi.org/10.1016/j.canep.2020.101855>
- Aryani, I., Malle, S., & Reta, R. (2022). Inovasi pembuatan fruit leather buah jeruk pameló (Citrus maxima) dengan penambahan kulit buah naga. *Agrokompleks*, 22(1), 24–33. <https://doi.org/10.51978/japp.v22i1.377>
- Castro-Muñoz, R., Correa-Delgado, M., Córdova-Almeida, R., Lara-Nava, D., Chávez-Muñoz, M., Velásquez-Chávez, V. F., Hernández-Torres, C. E., Gontarek-Castro, E., & Ahmad, M. Z. (2022). Natural sweeteners: sources, extraction and current uses in foods and food industries. *Food Chemistry*, 370(August 2021). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130991>
- Cisneros, J. E. R., Vasconcelos-Ulloa J Javier, González-Mendoza, D., Beltrán-González, G., & Díaz-Molina, R. (2020). Effect of dietary intervention with a legume-based food product on malondialdehyde levels, HOMA index, and lipid profile. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición (English ed.)*, 67(4), 235–244. <https://doi.org/10.1016/j.endien.2019.08.007>
- Dwipayana, A. A. G. A. S., Sudiarta, I. W., & Suyasa, I. W. B. (2017). Karakteristik dan kapasitas biosorben kulit jeruk siam lumajang (*Citrus nobilis tan*) teraktivasi H₂SO₄ dalam menurunkan kadar ca dan mg dalam air. *Jurnal Kimia*. <https://doi.org/10.24843/JCHEM.2017.v11.i01.p05>
- Fadhila, P. T., Kusumaningtyas, R. N., Subaktilah, Y., & Rakhmadevi, A. G. (2022). Aktivitas antioksidan dan karakteristik kimia fruit leather buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) dengan substitusi labu kuning (*Cucurbita moschata*). *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 9(1). <https://doi.org/10.34128/jtai.v9i1.151>
- Fagundes, M. G., Smith Taillie, L., Zancheta Ricardo, C., Amaral Mais, L., Bortoletto Martins, A. P., & Duran, A. C. (2022). Prevalence of low-calorie sweeteners and related front-of-package claims in the brazilian packaged food supply. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 122(7), 1296–1304. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2021.12.009>
- Farhati, M., & Rosid, M. S. (2022). Identifikasi bidang gelincir dengan metode geolistrik tahanan jenis 2 dimensi di Daerah Kranggan, Tangerang Selatan. *Positron*, 12(1), 1–8. <https://doi.org/10.26418/positron.v12i1.53584>
- Febrianti, D. R., Ariani, N., Niah, R., & Jannah, R. (2019). Aktivitas antioksidan ekstrak metanol kulit jeruk siam banjar (*Citrus reticulata*). *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 2(1), 1–6.
- Fitriana, Y. A. N., & Fitri, A. S. (2020). Analisis kadar vitamin c pada buah jeruk menggunakan metode titrasi iodometri. *Jurnal Sainteks*, 17(1), 27. <https://doi.org/10.30595/sainteks.v17i1.8530>
- Góngora Salazar, V. A., Vázquez Encalada, S., Corona Cruz, A., & Segura Campos, M. R. (2018). Stevia rebaudiana: a sweetener and potential bioactive ingredient in the development of functional cookies. *Journal of Functional Foods*, 183–190. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.03.007>

- Hartanto, S. (2017). Implementasi fuzzy rule based system untuk klasifikasi buah mangga. *Jurnal Teknik Informatika*, 9(2), Article 2. <https://doi.org/10.29103/techsi.v9i2.217>
- Hadi, A. K., Suhartatik, N., & Widanti, Y. A. (2020). Fruit leather dari beberapa jenis mangga (*mangifera indica* l.) dengan perbedaan konsentrasi gum. *JITIPARI (Jurnal Ilmiah Teknologi dan Industri Pangan UNISRI)*, 5(2), 26–36. <https://doi.org/10.33061/jitipari.v5i2.4069>
- Hudi, L., Alfiyanti, T. Y., & Utami, R. (2023). Sifat fisik dan organoleptik tepung rumput laut *gracilaria verrucosa* dari berbagai penanganan. *Teknologi Pangan : Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 14(2), 204–210. <https://doi.org/10.35891/tp.v14i2.3664>
- Eibad, K. (2023). Fruit leather pisang kepok (*Musa paradisiaca formatypica*) sebagai diversifikasi pangan lokal. In *Prosiding : Seminar Nasional Ekonomi dan Teknologi*, 65–73. <https://doi.org/10.24929/prosd.v0i0.2369>
- Karyantina, M., Kurniawati, L., & Wardana, A. S. (2010). Kajian karakteristik fruit leather dengan variasi jenis pisang (*Musa paradisiaca*) dan suhu pengeringan. *Joglo*, 26(1)
- Kulthe, A. A., Pawar, V. D., Kotecha, P. M., Chavan, U. D., & Bansode, V. V. (2014). Development of high protein and low calorie cookies. *Journal of Food Science and Technology*, 51(1), 153–157. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0465-2>
- Kumalasari, I. D., & Larasati, A. (2023). Karakteristik organoleptik dan fisikokimia minuman serbuk daun kersen (*Muntingia calabura*) dan daun binahong (*Anredera cordifolia*) dengan pemanis stevia. *Jurnal Agroindustri*, 13(1), 71–84. <https://doi.org/10.31186/jagroindustri.13.1.71-84>
- Laguna, Alegret, M., Cofán, M., Sánchez-Tainta, A., Díaz-López, A., Martínez-González, M. A., Sorlí, J. V., Salas-Salvadó, J., Fitó, M., Alonso-Gómez, Á. M., Serra-Majem, L., Lapetra, J., Fiol, M., Gómez-Gracia, E., Pintó, X., Muñoz, M. A., Castañer, O., Ramírez-Sabio, J. B., Portu, J. J., ... Ros, E. (2021). Simple sugar intake and cancer incidence, cancer mortality and all-cause mortality: A cohort study from the PREDIMED trial. *Clinical Nutrition*, 40(10), 5269–5277. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.07.031>
- Muh Arsyad. (2022). Konsentrasi buah mangga dan buah naga terhadap karakteristik fisikokimia dan organoleptik serbuk instan: concentration of mango fruit and dragon fruit on physicochemical and organoleptic characteristics of instant powder. *Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 10(3), 348–357. <https://doi.org/10.30605/perbal.v10i3.2047>
- Naik, V., & Poyil, T. (2022). Application of stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*) In food products. *The Pharma Innovation Journal*, 11(7), 2056–2060.
- Onalapo, A. Y., Onalapo, O. J., & Olowe, O. A. (2020). An overview of addiction to sugar. Dalam dietary sugar, salt and fat in human health. INC. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-816918-6.00009-3>
- O’Sullivan, M. G. (2020). Nutritional optimization—reduced-sugar products and challenges in salt, fat and sugar reduction. *Sensory Approaches for Nutritional Reformulation of Foods and Beverages*, 29-61. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819741-7.00002-x>
- Permata, A. N., Kurniawati, A., & Lukiati, B. (2018). Screening fitokimia, aktivitas antioksidan dan antimikroba pada buah jeruk lemon (*Citrus limon*)

- dan jeruk nipis (*Citrus aurantiifolia*). *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 3(1), 64-76.
- Praseptianga, D., Aviany, T. P., & Parnanto, N. H. R. (2016). Pengaruh penambahan gum arab terhadap karakteristik fisikokimia dan sensoris fruit leather nangka (*Artocarpus heterophyllus*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 9(1). <https://doi.org/10.20961/jthp.v9i2.12858>
- Rice, T., Zannini, E., K. Arendt, E., & Coffey, A. (2020). A review of polyols–biotechnological production, food applications, regulation, labeling and health effects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(12), 2034–2051. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1625859>
- Rismaya, R., Yesika Kristiani, Elvira Syamsir, & Didah Nur Faridah. (2022). Pengaruh suhu perendaman dengan larutan natrium metabisulfit terhadap karakteristik fisikokimia tepung labu kuning (*Cucurbita moschata d.*). *Food Scientia : Journal of Food Science and Technology*, 2(1), 1–19. <https://doi.org/10.33830/fsj.v2i1.2488>. 2022
- Sidi, N. C., Widowati, E., & Nursiwi, A. (t.t.). Pengaruh penambahan karagenan pada karakteristik fisikokimia dan sensoris fruit leather nanas (*Ananas comosus l. Merr.*) dan wortel (*Daucus carota*). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 3(4).
- Singh, P., & Kashyap, L. (2020). Sugar and sugar derivatives: changing consumer preferences Singapore. *Springer*. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-6663-9>
- Suez, J., Cohen, Y., Valdés-Mas, R., Mor, U., Dori-Bachash, M., Federici, S., Zmora, N., Leshem, A., Heinemann, M., Linevsky, R., Zur, M., Ben-Zeev Brik, R., Bukimer, A., Eliyahu-Miller, S., Metz, A., Fischbein, R., Sharov, O., Malitsky, S., Itkin, M., ... Elinav, E. (2022). Personalized microbiome-driven effects of non-nutritive sweeteners on human glucose tolerance. *Cell*, 185(18), 3307-3328.e19. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2022.07.016>
- Vatankhah, M., Garavand, F., Elhamirad, A., & Yaghbani, M. (2015). Influence of sugar replacement by stevioside on physicochemical and sensory properties of biscuit. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 7(3), 393–400. <https://doi.org/10.3920/QAS2014.0396>
- Woodbury, T. J., Lust, A. L., & Mauer, L. J. (2021). The effects of commercially available sweeteners (sucrose and sucrose replacers) on wheat starch gelatinization and pasting, and cookie baking. *Journal of Food Science*, 86(3), 687–698. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15572>
- Zhang, X., Zhao, L., Coday, M., Garcia, D. O., Li, X., Manson, J., McGlynn, K., Mossavar-Rahmani, Y., Naughton, M., Lopez-Pentecost, M., Saquib, N., Sesso, H., Shadyab, A., Simon, M., Snetselaar, L., Tabung, F., Tinker, L., Tobias, D., & VoPham, T. (2022). Sugar sweetened beverage consumption and liver cancer risk. *Journal of Hepatology*, 77, S912. [https://doi.org/10.1016/s0168-8278\(22\)02111-0](https://doi.org/10.1016/s0168-8278(22)02111-0)