Original Research

jurnal SAGO gizi dan kesehatan

Kadar gula total dan aktivitas antioksidan kukis tepung gaplek dan tepung tempe sebagai pangan alternatif bagi *penyakit seliak*

Total sugar content and antioxidant activity of cookies made from cassava chip flour and tempeh flour as a potential alternative food for celiac disease

SAGO: Gizi dan Kesehatan
2026, Vol. 7(3) 770-780
© The Author(s) 2026
DOI: http://dx.doi.org/10.30867/gikes.v7i3.3480
https://ejournal.poltekkesaceh.ac.id/index.php/gikes
Poltekkes Kemenkes Aceh

Diandra Dayu Nirmala[1*], Sudrajah Warajati Kisnawaty[2], Fitriana Mustikaningrum[3]

Abstract

Background: Celiac disease is an autoimmune disorder requiring a strict gluten-free diet. Cassava chip flour and tempeh flour offer complementary nutritional and bioactive properties for alternative food products. However, their combination in cookies remains underexplored. This study investigated their different proportions and effects on total sugar content and antioxidant activity as product characteristics.
Objectives: This study aims to analyze the total sugar content and antioxidant activity of cookies made with varying proportions of cassava flour and tempeh flour, and to identify the formulation exhibiting the most suitable characteristics based on the two measured parameters.
Methods: This experimental study used a completely randomized design with four formulations: F1 (100 g wheat flour) as the control, F2 (75 g tempeh flour, 25 g cassava chip flour), F3 (50 g tempeh flour, 50 g cassava chip flour), and F4 (25 g tempeh flour, 75 g cassava chip flour). Each formulation was produced in two independent batches, duplicate laboratory measurements were treated as technical replicates and averaged within each batch. Total sugar was analyzed using the phenol-sulfuric acid method and antioxidant activity using DPPH
Results: Descriptively, F2 had the lowest total sugar content (19.33 ± 0.82%), where a F3 had the highest antioxidant activity (55.29 ± 3.04%). F2 had the second-highest antioxidant activity (49.69 ± 1.41%).
Conclusion: F2 was selected based on the two measured parameters and showed a favorable profile for further development. Gluten content and cross-contamination should be assessed before consideration for individuals with celiac disease.

Keywords:
Antioxidant activity, *Celiac Disease*, cookies, cassava chip flour, tempeh flour, total sugar

Abstrak

Latar Belakang: Penyakit seliak merupakan gangguan autoimun yang mengharuskan penerapan diet bebas gluten secara ketat. Tepung gaplek dan tepung tempe memiliki sifat nutrisi dan bioaktif yang saling melengkapi untuk produk pangan alternatif. Namun, penggunaan kombinasi kedua bahan tersebut dalam pembuatan kukis masih belum banyak diteliti. Penelitian ini mengkaji berbagai proporsi campuran tersebut serta pengaruhnya terhadap kandungan total gula dan aktivitas antioksidan sebagai karakteristik produk.
Tujuan: Penelitian ini bertujuan menganalisis kadar gula total dan aktivitas antioksidan kukis dengan berbagai proporsi tepung gaplek dan tepung tempe serta mendeskripsikan formulasi yang menunjukkan karakteristik paling sesuai berdasarkan kedua parameter yang diukur.

[1] Program Sarjana Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia. E-mail: diandradayun@gmail.com
[2] Program Sarjana Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia. E-mail: swk329@ums.ac.id
[3] Program Sarjana Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia. E-mail: fm250@ums.ac.id

Penulis Koresponding:
Diandra Dayu Nirmala: Program Sarjana Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia.
E-mail: diandradayun@gmail.com

Diterima: 16/08/2026 Revisi: 31/08/2026 Disetujui: 10/09/2026 Diterbitkan: 08/11/2026

Metode: Penelitian eksperimental ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat formulasi: F1 (100 g tepung terigu) sebagai kontrol, F2 (75 g tepung tempe, 25 g tepung gaplek), F3 (50 g tepung tempe, 50 g tepung gaplek), dan F4 (25 g tepung tempe, 75 g tepung gaplek). Setiap formulasi diproduksi dalam dua batch independen, pengukuran laboratorium secara duplo diperlakukan sebagai replikat teknis dan dirata-ratakan dalam setiap batch. Kadar gula total dianalisis menggunakan metode fenol-asam sulfat, sedangkan aktivitas antioksidan dianalisis menggunakan metode DPPH.
Hasil: Secara deskriptif, F2 memiliki kandungan total gula terendah (19,33 ± 0,82%), sedangkan F3 memiliki aktivitas antioksidan tertinggi (55,29 ± 3,04%). F2 memiliki aktivitas antioksidan tertinggi kedua (49,69 ± 1,41%).
Kesimpulan: F2 dipilih berdasarkan dua parameter yang diukur dan menunjukkan profil yang baik untuk pengembangan lebih lanjut. Kandungan gluten dan kontaminasi silang perlu dievaluasi sebelum mempertimbangkan produk ini bagi individu dengan penyakit seliak.

Kata Kunci:
Aktivitas antioksidan, kadar gula total, kukis, *penyakit seliak*, tepung gaplek, tepung tempe

Pendahuluan

Penyakit seliak (*Celiac Disease*) merupakan penyakit autoimun kronis yang dipicu oleh konsumsi gluten pada individu dengan predisposisi genetik. Respons imun terhadap gluten menyebabkan kerusakan mukosa usus halus, yang dapat mengganggu fungsi absorpsi zat gizi. Tata laksana utama penyakit seliak hingga saat ini adalah penerapan diet bebas gluten secara ketat dan berkelanjutan disertai pemantauan medis dan status gizi (Rubio-Tapia et al., 2023). Secara global, penyakit seliak diperkirakan terjadi pada sekitar 1% populasi, sedangkan di kawasan Asia-Pasifik prevalensi serologis pada kelompok berisiko rendah mencapai 1,2% dan prevalensi berdasarkan biopsi sebesar 0,61% pada kelompok berisiko rendah serta 4,3% pada kelompok berisiko tinggi (Ashtari et al., 2021). Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pengembangan produk pangan berbasis bahan bebas gluten yang dapat menjadi alternatif pilihan makanan bagi individu dengan penyakit seliak.

Kukis adalah salah satu makanan yang bisa dikembangkan dengan menggunakan bahan-bahan yang tidak mengandung gluten. Tepung yang terbuat dari singkong adalah salah satu pilihan bahan alternatif karena singkong secara alami tidak mengandung gluten. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa tepung gaplek telah dapat digunakan sebagai substituen dalam kukis. Pemanfaatan tepung gaplek dan tepung tempe dalam pembuatan kukis telah diteliti oleh Nariah et al. (2024) melalui pembuatan kukis berbahan tepung gaplek dan tepung tempe sebagai produk bebas gluten yang berpotensi untuk penderita *celiac disease*. Penelitian tersebut menggunakan substitusi tepung gaplek dan tepung tempe dengan perbandingan 25%:75%, 50%:50%, dan 75%:25%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kukis dengan kombinasi tepung gaplek dan tepung tempe memiliki kadar protein yang berbeda pada setiap formulasi, dengan kadar protein tertinggi terdapat pada formulasi 25% tepung gaplek dan 75% tepung tempe sebesar 7,95%. Namun, penelitian tersebut berfokus pada kadar protein dan tingkat kekerasan kukis, sehingga belum mengkaji kadar gula total dan aktivitas antioksidan sebagai parameter yang dapat menggambarkan karakteristik kimia dan potensi fungsional produk.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tepung gaplek dan tepung tempe dapat dimanfaatkan sebagai bahan dalam pembuatan kukis. Penelitian dari Nariah et al. (2024) tersebut mengembangkan kukis berbahan tepung gaplek dan tepung tempe sebagai salah satu alternatif produk pangan yang berpotensi untuk penderita *celiac disease*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi tepung gaplek dan tepung tempe dapat memengaruhi karakteristik kukis, terutama terhadap kadar protein dan tingkat kekerasannya. Namun, penelitian tersebut hanya berfokus pada kadar protein dan tingkat kekerasan produk, serta belum mengkaji kadar gula total dan aktivitas antioksidan. Oleh karena itu, penelitian mengenai analisis kadar gula total dan aktivitas antioksidan pada kukis berbahan tepung gaplek dan tepung tempe perlu dilakukan untuk melengkapi informasi mengenai karakteristik dan potensi fungsional produk tersebut.

Di sisi lain, penelitian tentang tepung tempe menunjukkan kemungkinannya untuk dikembangkan dalam pembuatan kukis. Permatasari et al. (2021)

memeriksa kemampuan menangkal radikal bebas dan kualitas rasa kukis yang menggunakan tepung tempe dengan mengganti sebagian tepung bit merah. Sementara itu, Hidayah & Yolanda (2025) menunjukkan bahwa perubahan rasio tepung terigu dan tepung tempe memengaruhi sifat fisik dan kimia kue kering, seperti kandungan protein, lemak, karbohidrat, serat kasar, kesempurnaan tekstur, dan tingkat kekruhannya. Penelitian mengenai kombinasi bahan yang berbasis singkong dan tepung tempe juga pernah dilakukan oleh Kristanti (2022), menggunakan MOCAF dan tepung tempe. Penambahan tepung tempe ke dalam tepung komposit tersebut memengaruhi berbagai sifat fisikokimia dan fungsional, seperti kandungan protein, lemak, karbohidrat, kapasitas menyerap air, serta pola gelatinisasi. Namun, penelitian itu menggunakan MOCAF, bukan tepung gaplek, dan fokusnya pada karakteristik tepung komposit, bukan pada penggunaan langsung tepung gaplek dan tepung tempe dalam pembuatan kukis.Pada penelitian tersebut, peneliti juga melakukan pengujian kadar gula total dan aktivitas antioksidan secara bersamaan.

Berdasarkan temuan tersebut, kekurangan dari penelitian sebelumnya adalah belum dijelaskan bagaimana penggunaan campuran langsung tepung gaplek dan tepung tempe dengan berbagai perbandingan memengaruhi kadar gula total serta aktivitas antioksidan pada kukis. Oleh karena itu, kesenjangan penelitian tidak terletak pada penggunaan tepung gaplek atau tepung tempe secara terpisah, karena kedua bahan tersebut sudah diteliti dalam pembuatan kukis, melainkan pada kombinasi tertentu dari tepung gaplek dan tepung tempe serta pengujian dua parameter kimia secara bersamaan. Inovasi dalam penelitian ini adalah membuat kukis dengan menggabungkan tepung gaplek dan tepung tempe sebagai bahan-bahan lokal dengan persentase yang berbeda, lalu mengukur jumlah gula total dan kemampuan antioksidannya untuk mengetahui sifat kimia dari setiap jenis formula yang dibuat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis kadar gula total dan aktivitas antioksidan kukis dengan berbagai proporsi tepung gaplek dan tepung tempe serta mendeskripsikan formulasi yang menunjukkan karakteristik paling sesuai berdasarkan kedua parameter yang diukur. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai karakteristik kimia dan fungsional produk yang dihasilkan.

Metode

Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif eksperimental dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas empat formulasi kukis, yaitu F1 sebagai kontrol, F2 (75% tepung tempe:25% tepung gaplek), F3 (50%:50%), dan F4 (25%:75%).

Penelitian telah dilakukan pada bulan Juni-Juli tahun 2026. Penelitian tentang pembuatan kukis menggunakan tepung tempe dan tepung gaplek ini dilakukan di Laboratorium Ilmu Bahan Pangan Universitas Muhammadiyah Surakarta. Penelitian tentang kandungan gizinya dilakukan di laboratorium Chem-mix Pratama, Bantul.

Setiap formulasi dibuat dalam dua batch produksi independen sehingga diperoleh delapan batch. Setiap batch diproduksi secara terpisah dengan formulasi dan prosedur yang sama. Sampel setiap batch kemudian dianalisis kadar gula total dan aktivitas antioksidannya oleh laboratorium. Jika dilakukan duplo, hasilnya merupakan ulangan teknis yang dirata-ratakan untuk memperoleh satu nilai per batch dan tidak diperlakukan sebagai ulangan independen dalam analisis statistik. Pengacakan dilakukan terhadap urutan produksi delapan batch dengan memberikan kode pada setiap formulasi dan menentukan urutan pembuatannya secara acak menggunakan undian. F1 yang menggunakan tepung terigu hanya digunakan sebagai kontrol eksperimen untuk membandingkan karakteristik kukis dan tidak ditujukan sebagai produk pangan bagi individu dengan penyakit seliak karena mengandung gluten.

Alat dan Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung gaplek, tepung tempe, dan tepung terigu. Bahan pendukung lainnya meliputi tepung maizena, margarin, kuning telur, vanili, garam dan gula halus. Tepung gaplek diperoleh dari singkong yang melalui proses pengeringan, pencucian, pengeringan kembali, penggilingan, dan penyaringan menggunakan ayakan 60 mesh. Tepung tempe diperoleh dari tempe yang kemudian dikeringkan, digiling, dan disaring menggunakan ayakan 60 mesh.

Informasi mengenai varietas atau jenis singkong, produsen bahan, lama fermentasi tempe, dan kadar air awal tepung tidak tersedia dalam dokumentasi penelitian, sehingga informasi tersebut tidak dapat dilaporkan secara spesifik.

Alat yang digunakan dalam pembuatan tepung dan kukis meliputi oven, grinder, ayakan 60 mesh, mixer, timbangan, loyang, dan alat pencetak kukis. Analisis kadar gula total dan aktivitas antioksidan dilakukan di Laboratorium Chem-Mix Pratama menggunakan metode analisis yang diterapkan oleh laboratorium. Analisis kadar gula total dilakukan menggunakan metode fenol–asam sulfat dengan standar glukosa, sedangkan aktivitas antioksidan dianalisis menggunakan metode DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*) dengan konsentrasi akhir ekstrak sampel sebesar 1%. Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan kontrol DPPH dan blanko pelarut, dengan vitamin C sebagai pembanding. Analisis aktivitas antioksidan tidak dilakukan untuk penentuan IC50 karena pengujian menggunakan satu konsentrasi ekstrak.

Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan dalam 4 tahap. Tahap pertama mencakup proses pembuatan tepung tempe serta tepung gaplek. Tahap kedua adalah proses pembuatan kukis dengan empat variasi bahan, yaitu F1 menggunakan 100% tepung terigu, F2 (25% tepung gaplek : 75% tepung tempe), F3 (50% tepung gaplek : 50% tepung tempe), serta F4 (75% tepung gaplek : 25% tepung tempe).

Tahap ketiga adalah mempersiapkan sampel kukis untuk dianalisis. Tahap keempat adalah pengujian kadar antioksidan dengan metode DPPH dan penentuan kadar gula total dengan metode fenol-asam sulfat.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Tepung Gaplek

Singkong dikupas, dicuci, dan dipotong menjadi bagian yang lebih kecil. Potongan singkong dikeringkan hingga diperoleh gaplek kering. Gaplek yang telah kering dicuci kembali untuk membersihkan kotoran yang masih menempel. Setelah pencucian, gaplek dikeringkan kembali hingga kondisi kering sebelum dilakukan penggilingan. Gaplek yang telah kering kemudian digiling menggunakan grinder hingga menjadi tepung dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh untuk memperoleh ukuran partikel yang relatif seragam. Tepung gaplek selanjutnya disimpan dalam wadah tertutup hingga digunakan.

Pembuatan Tepung Tempe

Pembuatan tepung tempe diawali dengan memotong tempe segar menjadi potongan sekitar ±1 cm dan dikeringkan pada suhu 150°C selama 60 menit menggunakan oven hingga kering. Tempe kering kemudian digiling menggunakan grinder hingga menjadi tepung dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh. Tepung tempe yang diperoleh disimpan dalam wadah tertutup hingga digunakan dalam pembuatan kukis.

Tempe dikeringkan menggunakan oven pada suhu 150°C selama 60 menit. Kondisi tersebut diterapkan secara konsisten pada seluruh batch untuk menstandarkan proses pengolahan dan memastikan metode dapat direplikasi. Pemilihan kondisi ini dikaitkan dengan penelitian terdahulu oleh Simic et al. (2024) yang menerapkan perlakuan panas kering selama 60 menit pada rentang suhu 100–165°C dalam pengolahan tepung, termasuk suhu 150°C sebagai salah satu tingkat perlakuan. Selain itu, penelitian pada bahan pangan berbasis kacang-kacangan menunjukkan bahwa pemanasan pada suhu tinggi dapat memengaruhi komponen fenolik dan kapasitas antioksidan. Oleh karena itu, suhu 150°C selama 60 menit dalam penelitian ini digunakan sebagai kondisi proses yang terstandar, bukan sebagai kondisi yang secara khusus diklaim paling optimal untuk mempertahankan senyawa fenolik, isoflavon, atau aktivitas antioksidan.

Analisis Kadar Gula Total

Kadar gula total dianalisis menggunakan metode fenol–asam sulfat (*phenol-sulfuric acid method*) yang mengacu pada prinsip kolorimetri Dubois et al. (1951). Metode ini didasarkan pada pembentukan senyawa berwarna sebagai hasil reaksi karbohidrat dengan fenol dan asam sulfat, yang selanjutnya diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 490 nm.

Sebanyak 1 g sampel kukis ditimbang dan ditambahkan 10 mL akuades. Sampel kemudian dipanaskan selama 15 menit menggunakan *water bath* dan disaring untuk memperoleh filtrat. Sebanyak 1 mL filtrat diambil, kemudian ditambahkan 1 mL larutan fenol 5% dan 5 mL asam sulfat pekat. Campuran didiamkan selama 10 menit, kemudian absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 490 nm.

Penetapan kadar gula total dilakukan menggunakan larutan standar D-glukosa anhidrat. Larutan stok dibuat dengan menimbang 100 mg D-glukosa anhidrat dan melarutkannya dengan akuades hingga volume 500 mL sehingga diperoleh

konsentrasi stok sebesar 0,2 mg/mL. Larutan standar kemudian dibuat pada konsentrasi 0; 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; dan 0,10 mg/mL. Masing-masing larutan standar direaksikan dengan pereaksi fenol 5% dan asam sulfat pekat dengan prosedur yang sama seperti sampel. Absorbansi larutan standar digunakan untuk membuat kurva standar glukosa.

Berdasarkan hasil pengukuran larutan standar, diperoleh nilai absorbansi berturut-turut sebesar 0,076; 0,233; 0,318; 0,479; 0,654; dan 0,758 untuk konsentrasi 0; 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; dan 0,10 mg/mL. Kurva standar menghasilkan persamaan regresi linear y = 6,9057x + 0,0744 dengan nilai R^2 = 0,99296. Persamaan tersebut digunakan untuk menentukan konsentrasi gula total pada sampel berdasarkan nilai absorbansi yang diperoleh.

Blanko dibuat menggunakan pereaksi yang sama dengan larutan sampel tanpa penambahan sampel. Nilai absorbansi sampel selanjutnya digunakan dalam persamaan kurva standar untuk memperoleh konsentrasi gula total. Dalam perhitungan kadar gula total, sampel mengalami pengenceran sehingga digunakan faktor pengenceran (FP) sebesar 2.500. Faktor pengenceran tersebut diperhitungkan dalam menentukan kadar gula total berdasarkan berat sampel.

Kadar gula total dihitung berdasarkan konsentrasi yang diperoleh dari kurva standar, berat sampel, dan faktor pengenceran. Hasil analisis dinyatakan dalam persen (%), berdasarkan wet basis (as-is), yaitu kadar gula total dihitung berdasarkan berat sampel dalam kondisi sebagaimana dianalisis tanpa dikonversikan ke basis bahan kering. Setiap sampel dianalisis sebanyak dua kali pengulangan.

Analisis dilakukan terhadap masing-masing formulasi kukis dengan pengulangan sesuai dengan rancangan penelitian. Hasil pengukuran digunakan untuk menentukan kadar gula total pada setiap formulasi kukis tepung gaplek dan tepung tempe.

Analisis Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan dianalisis menggunakan metode DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*). Sampel kukis dihaluskan, kemudian sebanyak 1 g sampel diekstraksi menggunakan 10 mL etanol 96%. Sampel divortex selama ±1 menit dan didiamkan selama 24 jam untuk proses maserasi. Selanjutnya, sampel disentrifugasi dan filtrat digunakan untuk analisis aktivitas antioksidan.

Ekstrak sampel digunakan pada konsentrasi akhir 1% dalam campuran reaksi DPPH. Larutan DPPH digunakan sebagai kontrol, sedangkan blanko pelarut digunakan untuk mengoreksi absorbansi yang berasal dari pelarut. Pengukuran dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang yang sesuai dengan karakteristik DPPH.

Aktivitas antioksidan ditentukan berdasarkan kemampuan ekstrak sampel dalam menghambat radikal bebas DPPH. Persentase inhibisi dihitung berdasarkan perbandingan absorbansi kontrol dengan absorbansi sampel. Vitamin C digunakan sebagai pembanding aktivitas antioksidan.

Penelitian ini menggunakan satu konsentrasi akhir ekstrak sampel, yaitu 1%, sehingga nilai IC50 tidak dihitung. Penentuan IC50 memerlukan pengujian menggunakan beberapa konsentrasi sampel untuk memperoleh hubungan antara konsentrasi ekstrak dan persentase inhibisi. Oleh karena itu, hasil aktivitas antioksidan pada penelitian ini dilaporkan berdasarkan persentase inhibisi pada konsentrasi ekstrak yang digunakan dan dibandingkan dengan vitamin C, bukan sebagai nilai IC50 maupun ekuivalen Trolox.

Setiap sampel dianalisis sesuai dengan jumlah pengulangan yang ditetapkan dalam rancangan penelitian. Persentase inhibisi dihitung menggunakan persamaan:

$$\%inhibisi = \frac{(Akontrol - Asampel)}{Akontrol} \times 100\%$$

Hasil aktivitas antioksidan dinyatakan dalam satuan **%** inhibisi.

Kendali analitik dilakukan dengan menggunakan kontrol dan blanko serta pengukuran secara duplo untuk memastikan keterulangan hasil analisis. Analisis dilakukan oleh Laboratorium Chem-Mix Pratama, Bantul sesuai prosedur analisis yang digunakan oleh laboratorium.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengujian diproses melalui tahap editing, entry data, coding, cleaning, dan tabulating. Data kemudian disajikan secara deskriptif dalam bentuk rata-rata dan standar deviasi berdasarkan batch produksi independen. Setiap formulasi diproduksi dalam dua batch independen, sedangkan pengukuran duplo pada setiap batch diperlakukan sebagai ulangan teknis dan dirata-ratakan sebelum analisis.

Analisis inferensial menggunakan uji Kruskal–Wallis untuk mengevaluasi perbedaan kadar gula total dan aktivitas antioksidan antarformulasi. Apabila terdapat perbedaan yang signifikan ($p<0,05$), analisis dilanjutkan dengan uji perbandingan berpasangan dengan koreksi Bonferroni. Mengingat jumlah batch independen pada setiap formulasi terbatas, hasil analisis inferensial diinterpretasikan secara hati-hati. Seluruh analisis dilakukan menggunakan SPSS versi 27.

Penelitian ini tidak melibatkan manusia atau hewan sebagai subjek penelitian sehingga tidak dilakukan intervensi atau pengambilan data biologis dari subjek.

Hasil

Uji Kadar Gula Total

Hasil uji kadar gula total pada keempat formulasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata kadar gula total kukis

Formulasi	Batch I (%)	Batch II (%)	Mean ± SD (%)	p-value
F1	23,72	23,69	23,70 ± 0,02	0,005
F2	19,91	18,75	19,33 ± 0,82	
F3	22,51	21,18	21,85 ± 0,93	
F4	21,99	22,88	22,43 ± 0,63	

Hasil uji Kruskal–Wallis menunjukkan adanya perbedaan kadar gula total antarformulasi p= 0,005. Uji lanjut *Pairwise Comparisons* dengan koreksi Bonferroni menunjukkan bahwa perbedaan yang signifikan hanya terdapat antara F1 dan F2 (p=0,002), sedangkan pasangan formulasi lainnya tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan (p>0,05). Secara deskriptif, kadar gula total tertinggi terdapat pada F1 sebesar 23,70%, sedangkan kadar terendah terdapat pada F2 sebesar 19,33%, diikuti oleh F3 sebesar 21,85% dan F4 sebesar 22,43%. Dengan demikian, hasil inferensial menunjukkan adanya perbedaan antara F1 dan F2, tetapi belum menunjukkan bahwa perbedaan proporsi tepung secara keseluruhan menghasilkan pola perubahan kadar gula total yang signifikan antar seluruh formulasi.

Uji Aktivitas Antioksidan

Hasil uji aktivitas antioksidan pada keempat formulasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata aktivitas antioksidan kukis

Formulasi	Batch I (%)	Batch II (%)	Mean ± SD (%)	p-value
F1	16,10	18,49	17,29 ± 1,68	0,003
F2	48,70	50,69	49,69 ± 1,41	
F3	57,43	53,14	55,29 ± 3,04	
F4	41,56	42,80	42,18 ± 0,87	

Hasil uji Kruskal–Wallis menunjukkan adanya perbedaan aktivitas antioksidan antarformulasi p=0,003. Uji lanjut *Pairwise Comparisons* dengan koreksi Bonferroni menunjukkan bahwa perbedaan yang signifikan hanya terdapat antara F1 dan F3 (p=0,002), sedangkan pasangan F1–F2, F1–F4, F2–F3, F2–F4, dan F3–F4 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan (p>0,05). Secara deskriptif, aktivitas antioksidan tertinggi terdapat pada F3 sebesar 55,29%, diikuti oleh F2 sebesar 49,69% dan F4 sebesar 42,18%, sedangkan aktivitas terendah terdapat pada F1 sebesar 17,29%. Dengan demikian, hasil inferensial menunjukkan adanya perbedaan aktivitas antioksidan antara F1 dan F3, tetapi tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan pada pasangan formulasi lainnya. Oleh karena itu, pola perbedaan aktivitas antioksidan berdasarkan variasi proporsi tepung tidak dapat dinyatakan sebagai pengaruh yang terbukti secara statistik berdasarkan hasil uji pasangan tersebut.

Pembahasan

Kadar Gula Total

Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi kadar gula total antarformula kukis. Secara deskriptif, F1 sebagai kontrol memiliki kadar gula total tertinggi sebesar 23,70%, sedangkan F2 memiliki kadar

terendah sebesar 19,33%. F3 dan F4 masing-masing memiliki kadar gula total sebesar 21,85% dan 22,43%, sehingga secara deskriptif terdapat kecenderungan peningkatan kadar gula total dari F2 seiring meningkatnya proporsi tepung gaplek. Namun, hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perbedaan yang signifikan hanya terdapat antara F1 dan F2, sedangkan pasangan formulasi lainnya tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Dengan demikian, peningkatan proporsi tepung gaplek tidak dapat dinyatakan secara statistik sebagai penyebab peningkatan kadar gula total pada seluruh formula.

Perbedaan kadar gula total diduga berkaitan dengan perbedaan komposisi bahan penyusun kukis. Tepung gaplek terutama merupakan sumber karbohidrat dalam bentuk pati, sedangkan tepung tempe memiliki komposisi yang lebih kompleks dan mengandung protein serta komponen hasil fermentasi. Selama fermentasi tempe, mikroorganisme memanfaatkan sebagian karbohidrat sebagai sumber energi dan menghasilkan perubahan pada komposisi kimia bahan (Asbur & Khairunnisyah, 2021). Kondisi tersebut diduga berkontribusi terhadap perbedaan kadar gula total pada formula yang mengandung proporsi tepung tempe dan tepung gaplek yang berbeda.

Peningkatan kadar gula total pada F3 dan F4 dibandingkan F2 juga diduga berkaitan dengan semakin besarnya proporsi tepung gaplek yang digunakan. Tepung gaplek mengandung pati dalam jumlah relatif tinggi, sehingga peningkatan penggunaannya dapat meningkatkan fraksi karbohidrat yang terukur dengan metode fenol–asam sulfat. Pemanasan selama pengolahan juga dapat menyebabkan perubahan struktur pati dan menghasilkan senyawa karbohidrat yang memberikan respons pada analisis kolorimetri (Yue et al., 2022). Namun, hasil penelitian ini tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan bahwa pati tersebut secara langsung berubah menjadi gula sederhana atau gula bebas, karena metode fenol–asam sulfat yang digunakan merupakan metode kolorimetri untuk penetapan kandungan gula/karbohidrat total dan tidak secara spesifik membedakan pati, gula sederhana, atau free sugar.

Perbedaan antara F3 dan F4 relatif kecil, yaitu sebesar 0,58%. Hal tersebut menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan kadar gula total, tetapi tidak cukup untuk menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan hasil uji statistik. Karakteristik kimia bahan baku dan interaksi antar bahan dalam formulasi dapat memengaruhi komposisi produk akhir. Penggunaan tepung komposit dapat menghasilkan perubahan komposisi kimia sesuai dengan karakteristik masing-masing bahan penyusunnya (Putri, 2023). Oleh karena itu, perbedaan kadar gula total dalam penelitian ini lebih tepat diinterpretasikan sebagai karakteristik kimia produk berdasarkan formulasi, bukan sebagai perubahan langsung pada kandungan gula sederhana atau free sugar.

Peran Gula Total terhadap *Celiac Disease*

Celiac Disease merupakan penyakit autoimun yang dipicu oleh konsumsi gluten pada individu yang rentan dan penatalaksanaan utamanya adalah diet bebas gluten secara ketat. Kerusakan mukosa usus pada kondisi tertentu dapat menyebabkan gangguan pencernaan dan absorpsi zat gizi (Verma, 2021). Malabsorpsi karbohidrat dapat berkontribusi terhadap gejala gastrointestinal pada sebagian individu karena karbohidrat yang tidak terserap dapat meningkatkan beban osmotik di lumen usus dan difermentasi oleh mikrobiota, sehingga berpotensi menimbulkan diare, kembung, dan ketidaknyamanan gastrointestinal (Fernández-Bañares, 2022).

Namun, kondisi tersebut tidak berarti bahwa seluruh individu dengan *Celiac Disease* memerlukan produk dengan kadar gula total yang rendah. Dampak gastrointestinal karbohidrat dipengaruhi oleh jenis karbohidrat, jumlah konsumsi, kemampuan pencernaan dan absorpsi, serta kondisi individual. Oleh karena itu, kadar gula total dalam penelitian ini dipandang sebagai salah satu karakteristik kimia produk dan bukan sebagai indikator khusus kesesuaian atau manfaat klinis bagi penderita *Celiac Disease*.

F2 memiliki kadar gula total terendah, yaitu 19,33%. Nilai tersebut dapat menjadi karakteristik yang dipertimbangkan dalam pengembangan produk pangan, tetapi tidak dapat dijadikan dasar untuk menyatakan bahwa F2 memberikan manfaat klinis yang lebih baik bagi individu dengan *Celiac Disease*. Penilaian kesesuaian produk untuk penderita *Celiac Disease* terutama memerlukan kepastian bahwa produk memenuhi persyaratan bebas gluten, selain mempertimbangkan aspek gizi, sensori, dan keamanan pangan.

Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan kukis menunjukkan variasi secara deskriptif antarformula. F1 sebagai kontrol

memiliki aktivitas antioksidan terendah sebesar 17,29%, sedangkan F3 memiliki nilai tertinggi sebesar 55,29%. F2 dan F4 masing-masing menunjukkan aktivitas sebesar 49,69% dan 42,18%. Secara deskriptif, seluruh formula yang menggunakan kombinasi tepung tempe dan tepung gaplek menunjukkan aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan F1.

Apabila hasil uji statistik setelah audit data menunjukkan perbedaan yang signifikan, uji lanjut perlu menjadi dasar utama dalam interpretasi. Jika perbedaan signifikan hanya ditemukan antara F1 dan F3, maka hasil tersebut menunjukkan bahwa perbedaan aktivitas antioksidan yang terbukti secara statistik hanya terdapat pada kedua formula tersebut. Perbedaan antara pasangan formula lainnya perlu dinyatakan sebagai kecenderungan deskriptif dan tidak diinterpretasikan sebagai perbedaan yang terbukti secara statistik.

Aktivitas antioksidan pada formula yang mengandung tepung tempe diduga berkaitan dengan komponen bioaktif hasil fermentasi kedelai, termasuk senyawa fenolik, isoflavon, dan peptida bioaktif. Fermentasi tempe dapat mengubah bentuk senyawa isoflavon dan meningkatkan ketersediaan beberapa komponen bioaktif yang memiliki potensi aktivitas antioksidan(Asbur & Khairunnisyah, 2021). Tepung gaplek juga diduga memberikan kontribusi terhadap aktivitas antioksidan melalui komponen fenolik yang terdapat dalam bahan tersebut (Mohidin et al., 2023).

Nilai aktivitas antioksidan yang berbeda antarformula juga dapat dipengaruhi oleh proses pengolahan. Pemanasan selama pembuatan kukis dapat menyebabkan degradasi sebagian senyawa fenolik, tetapi pada kondisi tertentu juga dapat menghasilkan atau melepaskan senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan. Oleh karena itu, aktivitas antioksidan pada produk akhir merupakan hasil dari kombinasi komposisi bahan baku dan perubahan senyawa selama pengolahan (Chernenko, 2025).

Meskipun F3 menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi, penelitian ini tidak mengukur kadar fenolik total, kandungan isoflavon, maupun interaksi antara komponen protein, pati, dan senyawa bioaktif. Oleh sebab itu, dugaan bahwa kombinasi tepung tempe dan tepung gaplek menghasilkan matriks pangan yang lebih mendukung aktivitas antioksidan belum dapat dibuktikan secara langsung. Penjelasan tersebut hanya dapat diposisikan sebagai kemungkinan mekanistik dan memerlukan penelitian lebih lanjut.

Peran Aktivitas Antioksidan terhadap *Celiac Disease*

Penyakit celiac adalah suatu kondisi inflamasi jangka panjang pada usus halus yang dapat menyebabkan ketidakseimbangan antara pembentukan radikal bebas dan mekanisme pertahanan antioksidan, sehingga meningkatkan stres oksidatif dan berisiko berakibat pada kerusakan sel dan jaringan. Peningkatan indikator stres oksidatif, seperti peroksidasi lipid, menunjukkan bahwa keseimbangan oksidatif perlu diperhatikan dalam situasi ini (Keppeler et al., 2024).

Antioksidan berperan untuk menjaga keseimbangan oksidatif dengan menstabilkan radikal bebas. Senyawa fenolik serta polifenol dalam makanan dapat menangkap radikal bebas melalui penyumbangan elektron atau atom hidrogen. Namun, aktivitas antioksidan yang terukur secara in vitro tidak secara langsung mencerminkan efek terapeutik setelah dikonsumsi karena dipengaruhi oleh bioaksesibilitas dan metabolisme senyawa bioaktif (Chaudhary et al., 2023).

Piazza et al. (2024) mengungkapkan bahwa makanan yang kaya akan polifenol tidak hanya memberikan efek antioksidan tetapi juga dapat mempengaruhi respons inflamasi di lingkungan usus. Ekstrak jagung berwarna yang kaya polifenol dapat mengurangi pembentukan ROS serta beberapa indikator inflamasi dalam model sel usus yang digunakan untuk meniru kondisi penyakit celiac. Temuan ini menunjukkan potensi senyawa antioksidan dalam makanan untuk memberikan perlindungan terhadap stres oksidatif dan inflamasi di usus.

Hal serupa ditunjukkan oleh Yu et al (2022), yang menjelaskan bahwa resveratrol sebagai senyawa polifenol dengan sifat antioksidan mampu meredakan stres oksidatif serta kerusakan inflamasi pada jaringan usus dalam model penyakit celiac. Resveratrol juga memengaruhi mekanisme pertahanan antioksidan serta jalur yang terkait dengan respons inflamasi dan imun, yang menunjukkan potensi perlindungan senyawa polifenol terhadap kondisi oksidatif dan inflamasi di usus.

Proses pemanggangan juga dapat berpengaruh pada aktivitas antioksidan, karena senyawa fenolik dan polifenol memiliki stabilitas

panas yang bervariasi. Pemanasan dapat menyebabkan hilangnya sebagian senyawa polifenol, sementara perlindungan seperti enkapsulasi dapat membantu menjaga senya wa bioaktif selama proses pemanggangan. Oleh karena itu, aktivitas antioksidan dalam produk akhir merupakan hasil interaksi antara kandungan senyawa antioksidan dalam bahan baku dan stabilitasnya saat diolah (Chernenko, 2025).

Relevansi Kadar Gula Total dan Aktivitas Antioksidan dalam Pengembangan Produk Kukis

Pengembangan kukis untuk penderita *Celiac Disease* perlu memperhatikan aspek gizi dan fungsi dari produk tersebut, yang mencakup gula total dan aktivitas antioksidan. Gula total berhubungan dengan jumlah karbohidrat dalam produk, sementara aktivitas antioksidan mencerminkan adanya senyawa bioaktif yang dapat berperan dalam menjaga keseimbangan oksidatif.

Dari penelitian yang dilakukan, F2 memiliki total gula terendah yang tercatat sebesar 19,33%, sedangkan F3 menunjukkan nilai tertinggi dalam aktivitas antioksidan yaitu 55,29%. F2 juga menunjukkan aktivitas antioksidan sebesar 49,69%, yang mengindikasikan bahwa meskipun kadar gula totalnya lebih rendah, aktivitas antioksidannya tetap cukup tinggi. Temuan ini dianggap penting dalam pengembangan kukis karena kadar gula yang lebih rendah berkontribusi pada pengendalian gula, di samping aktivitas antioksidan yang menunjukkan keberadaan senyawa bioaktif yang dapat terdeteksi pasca-proses pengolahan.

Kadar gula total perlu diperhatikan karena penderita *Celiac Disease* dapat mengalami gangguan fungsi mukosa usus dan malabsorpsi zat gizi (Verma, 2021). Aktivitas antioksidan juga merupakan elemen krusial karena *Celiac Disease* berkaitan dengan peningkatan stres oksidatif. Senyawa fenolik dan polifenol mampu melawan radikal bebas dengan memberikan elektron atau atom hidrogen, menjadikan radikal tersebut menjadi lebih stabil.

Formulasi Terpilih Berdasarkan Karakteristik Kadar Gula Total dan Aktivitas Antioksidan

Penentuan formulasi dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan perbandingan karakteristik kadar gula total dan aktivitas antioksidan yang diperoleh. F2 memiliki kadar gula total terendah sebesar 19,33% dan aktivitas antioksidan sebesar 49,69%, yang secara deskriptif merupakan nilai kedua tertinggi setelah F3 sebesar 55,29%. Berdasarkan kedua parameter tersebut, F2 dapat disebut sebagai formulasi terpilih secara deskriptif karena menunjukkan kombinasi kadar gula total yang lebih rendah dengan aktivitas antioksidan yang relatif tinggi.

Pemilihan F2 dibandingkan F3 merupakan pertimbangan deskriptif, bukan hasil metode optimasi matematis atau pembobotan multikriteria yang telah ditetapkan sebelum penelitian. F3 memiliki aktivitas antioksidan paling tinggi, tetapi kadar gula totalnya lebih tinggi dibandingkan F2. Oleh karena itu, F2 dipandang memiliki kombinasi karakteristik yang lebih sesuai dengan tujuan penelitian berdasarkan dua parameter yang diukur.

Meskipun demikian, pemilihan F2 belum dapat dinyatakan sebagai formulasi optimal atau formulasi terbaik untuk penderita *Celiac Disease*. Penelitian ini belum mencakup pengujian kadar gluten, mutu sensori, karakteristik fisik secara kuantitatif, komposisi gizi secara lengkap, maupun parameter keamanan pangan. Khusus untuk pengembangan produk bagi individu dengan *Celiac Disease*, verifikasi bebas gluten merupakan aspek penting yang tidak dapat digantikan oleh rendahnya kadar gula total atau tingginya aktivitas antioksidan.

Kesimpulan

Perbedaan formulasi tepung tempe dan tepung gaplek menghasilkan variasi kadar gula total dan aktivitas antioksidan pada kukis. F2 menunjukkan kadar gula total terendah dengan aktivitas antioksidan yang relatif tinggi dibandingkan formulasi lainnya, sehingga dapat dipertimbangkan sebagai kandidat formulasi untuk penelitian lanjutan berdasarkan kedua parameter yang diukur.

Namun demikian, hasil tersebut belum dapat menjadi dasar rekomendasi produk bagi individu dengan *Celiac Disease* karena penelitian ini belum menilai kadar gluten dan pengendalian kontaminasi silang, karakteristik sensori, bioaksesibilitas senyawa antioksidan, komposisi gizi secara lengkap, maupun respons klinis.

Deklarasi Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan apapun dalam penelitian ini.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Ilmu Bahan Pangan Universitas Muhammadiyah Surakarta dan Laboratorium Chem-Mix Pratama Bantul yang telah membantu dalam proses pengolahan dan analisis sampel penelitian.

Terima kasih juga disampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan artikel ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada para pembaca yang telah meluangkan waktu untuk membaca artikel ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat, menambah wawasan, dan menjadi referensi bagi pembaca dalam pengembangan pangan alternatif bagi individu dengan *Celiac Disease*.

Daftar Rujukan

Asbur, Y., & Khairunnisyah, D. (2021). Tempe sebagai sumber antioksidan: Sebuah Telaah Pustaka Tempe as a source of antioxidants: A Review. *AGRILAND Jurnal Ilmu Pertanian*, *9*(3), 183–192. https://doi.org/10.30743/agr.v9i3.5034

Ashtari, S., Najafimehr, H., Pourhoseingholi, M. A., Rostami, K., Asadzadeh-Aghdaei, H., Rostami-Nejad, M., Tavirani, M. R., Olfatifar, M., Makharia, G. K., & Zali, M. R. (2021). Prevalence of celiac disease in low and high risk population in Asia–Pacific region: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, *11*(1), 2383. https://doi.org/10.1038/s41598-021-82023-8

Chaudhary, P., Janmeda, P., Docea, A. O., Yeskaliyeva, B., Abdull Razis, A. F., Modu, B., Calina, D., & Sharifi-Rad, J. (2023). Oxidative stress, free radicals and antioxidants: potential crosstalk in the pathophysiology of human diseases. *Frontiers in Chemistry*, *11*, 1–24. https://doi.org/10.3389/fchem.2023.1158198

Chernenko, S. O. (2025). the Impact of Encapsulated Polyphenols on the Glycemic Index and Antioxidant Activity of Gluten-Free Baked Goods. *Journal of Chemistry and Technologies*, *33*(3), 863–877. https://doi.org/10.15421/jchemtech.v33i3.324103

Dubois, M., Gilles, K., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., & Smith, F. (1951). A colorimetric method for the determination of sugars. *Nature*, *168*(4265), 167. https://doi.org/10.1038/168167a0

Fernández-Bañares, F. (2022). Carbohydrate Maldigestion and Intolerance. *Nutrients*, *14*(9), 1923. https://doi.org/10.3390/nu14091923

Hidayah, N., & Yolanda, A. A. (2025). Physical, Chemical, and Organoleptic Characteristics of Tempeh Cookies. *Nutri-Sains: Jurnal Gizi, Pangan Dan Aplikasinya*, *9*(1), 43–56. https://doi.org/10.21580/ns.2025.9.1.21538

Keppeler, K., Pesi, A., Lange, S., Helmstädter, J., Strohm, L., Ubbens, H., Kuntić, M., Kuntić, I., Mihaliková, D., Vujačić-Mirski, K., Rosenberger, A., Küster, L., Frank, C., Oelze, M., Finger, S., Zakrzewska, A., Verdu, E., Wild, J., Karbach, S., … Steven, S. (2024). Vascular dysfunction and arterial hypertension in experimental celiac disease are mediated by gut-derived inflammation and oxidative stress. *Redox Biology*, *70*(January). https://doi.org/10.1016/j.redox.2024.103071

Kristanti, D., & Setiaboma, W. (2022). Physicochemical and Functional Properties of Composite Flours Based on Mocaf and Tempeh Flour for Making Cookies. *IIUM Engineering Journal*, *23*(2), 20–31. https://doi.org/10.31436/iiumej.v23i2.2234

Mohidin, S. R. N. S. P., Moshawih, S., Hermansyah, A., Asmuni, M. I., Shafqat, N., & Ming, L. C. (2023). Cassava (Manihot esculenta Crantz): A Systematic Review for the Pharmacological Activities, Traditional Uses, Nutritional Values, and Phytochemistry. *Journal of Evidence-Based Integrative Medicine*, *28*, 1–26. https://doi.org/10.1177/2515690X231206227

Nariah, Husna, Kisnawaty, Warajati, S., Purwani, & Eni. (2024). Kadar Protein dan Tingkat

Kekerasan pada Cookies Tepung. *Ghidza: Jurnal Gizi Dan Kesehatan*, *8*(2), 232–241. https://doi.org/10.22487/ghidza.v8i2.1619

Permatasari, O., Nurzihan, N. C., & Muhlishoh, A. (2021). The Effect Of Red Bit Flour Substitution On Antioxidant Activity And Acceptability Of Tempeh Flour Cookies. *JURNAL GIZI DAN KESEHATAN*, *13*(12), 12–21. https://doi.org/10.35473/jgk.v13i2.121

Piazza, S., Bani, C., Colombo, F., Mercogliano, F., Pozzoli, C., Martinelli, G., Petroni, K., Pilu, S. R., Sonzogni, E., Fumagalli, M., Sangiovanni, E., Restani, P., Dell'Agli, M., & Di Lorenzo, C. (2024). Pigmented corn as a gluten-free source of polyphenols with anti-inflammatory and antioxidant properties in CaCo-2 cells. *Food Research International*, *191*, 114640. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114640

Putri, D. A. (2023). Review: Evaluasi Fisik terhadap Penggunaan Tepung Komposit pada Kualitas Cookies. *Food Scientia: Journal of Food Science and Technology*, *3*(1), 1–26. https://doi.org/10.33830/fsj.v3i1.3696.2023

Rubio-Tapia, A., Hill, I. D., Semrad, C., Kelly, C. P., & Lebwohl, B. (2023). American College of Gastroenterology Guidelines Update: Diagnosis and Management of Celiac Disease. *American Journal of Gastroenterology*, *118*(1), 59–76. https://doi.org/10.14309/ajg.0000000000002075

Simić, M., Nikolić, V., Sarić, B., Milovanović, D., Kostadinović, M., & Žilić, S. (2024). Changes in Nutritional and Techno-Functional Properties of Whole Grain Maize Flours Induced by Dry-Heat Treatment. *Foods*, *13*(20), 1–19. https://doi.org/10.3390/foods13203314

Verma, A. K. (2021). Nutritional deficiencies in celiac disease: Current perspectives. *Nutrients*, *13*(12), 1–4. https://doi.org/10.3390/nu13124476

Yu, T., Xie, Y., Yuan, J., Gao, J., Xiao, Z., Wu, Y., & Chen, H. (2022). The Nutritional Intervention of Resveratrol Can Effectively Alleviate the Intestinal Inflammation Associated With Celiac Disease Induced by Wheat Gluten. *Frontiers in Immunology*, *13*, 878186. https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.878186

Yue, F., Zhang, J., Xu, J., Niu, T., Lü, X., & Liu, M. (2022). Effects of monosaccharide composition on quantitative analysis of total sugar content by phenol-sulfuric acid method. *Front. Nutr*, *9*, 1–34. https://doi.org/10.3389/fnut.2022.963318