

Uji Organoleptik dan Kandungan Gizi Brownies Panggang Tinggi Serat Berbahan Tepung Sukun dan Tepung Kacang Merah

Sensory Evaluation and Nutritional Analysis of High-Fiber Baked Brownies Made from Breadfruit and Red Bean Flours

Urbanus Sihatang*, Rahmayanti Syahfitri, dan Sri Heriyanto

Jurusan Gizi, Politeknik Kesehatan (Poltekkes) Kemenkes Medan, Medan 20137, Sumatera Utara, Indonesia

*Penulis koresponden: urbanussihatang66@gmail.com

Diterima: 9 Januari 2026

Direvisi: 23 Februari 2026

Disetujui: 29 Maret 2026

ABSTRACT

Brownies are a widely popular snack; however, they are typically made from wheat flour, which tends to have a high glycemic index and low fiber content. The utilization of breadfruit flour and red bean flour has the potential to produce healthier brownies by increasing fiber content and improving carbohydrate quality. This study aims to analyze the effect of adding breadfruit flour and red bean flour on organoleptic characteristics, determine the selected formula, and analyze the fiber content as well as the glycemic index of the resulting baked brownies. This experimental study employed three treatment formulations: A, B, and C. The organoleptic test evaluated color, texture, flavor, and aroma using a five-point hedonic scale. Data were analyzed using the Shapiro-Wilk normality test, followed by One-Way ANOVA and Tukey's HSD post-hoc test. The selected formula was determined based on the panelists' preference levels and the significance of differences between treatments. The best formula was subsequently analyzed for its fiber content and glycemic index. The glycemic index testing was conducted using the Incremental Area Under the Curve (IAUC) method by comparing the blood glucose response of the test food against white sugar as the reference food. The results showed that variations in the addition of breadfruit flour and red bean flour significantly affected all organoleptic parameters ($p < 0.05$). Treatment C was the most preferred formula by the panelists compared to the other treatments. The selected formula contained 9.6% fiber and had a glycemic index value of 68.49, which falls into the medium glycemic index category. It can be concluded that baked brownies based on breadfruit flour and red bean flour have the potential to be developed as a healthier food alternative due to their high fiber content, medium glycemic index, and consumer-acceptable sensory characteristics.

Keywords: baked brownies; breadfruit flour; dietary fiber, glycemic index, red bean flour

ABSTRAK

Brownies merupakan salah satu makanan kudapan yang banyak disukai masyarakat, namun umumnya dibuat menggunakan tepung terigu yang cenderung memiliki indeks glikemik tinggi dan kandungan serat yang rendah. Pemanfaatan tepung sukun dan tepung kacang merah berpotensi menghasilkan produk brownies yang lebih sehat karena dapat meningkatkan kandungan serat dan memperbaiki kualitas karbohidrat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan tepung sukun dan tepung kacang merah terhadap karakteristik organoleptik, menentukan formula terpilih, serta menganalisis kandungan serat dan indeks glikemik brownies panggang yang dihasilkan. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan tiga formulasi perlakuan, yaitu A, B, dan C. Uji organoleptik dilakukan terhadap warna, tekstur, rasa, dan aroma menggunakan skala hedonik lima tingkat. Data dianalisis menggunakan uji normalitas *Shapiro-Wilk*, dilanjutkan dengan *One-Way ANOVA* dan uji lanjut *Tukey HSD*. Formula terpilih ditentukan berdasarkan tingkat kesukaan panelis dan hasil perbedaan antarperlakuan. Formula terbaik selanjutnya dianalisis kandungan serat dan indeks glikemiknya. Pengujian indeks glikemik dilakukan menggunakan metode *Incremental Area Under the Curve (IAUC)* dengan membandingkan respons glukosa darah pangan uji terhadap pangan referensi berupa glukosa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi penambahan tepung sukun dan tepung kacang merah berpengaruh signifikan terhadap seluruh parameter organoleptik ($p < 0,05$). Perlakuan C merupakan formula yang paling disukai panelis dibandingkan perlakuan lainnya. Formula terpilih memiliki kandungan serat sebesar 9,6% dan nilai indeks glikemik sebesar 68,49 yang termasuk

kategori indeks glikemik sedang. Dapat disimpulkan bahwa brownies panggang berbahan dasar tepung sukun dan tepung kacang merah berpotensi dikembangkan sebagai alternatif pangan yang lebih sehat karena memiliki kandungan serat yang tinggi, indeks glikemik sedang, dan karakteristik sensori yang dapat diterima oleh konsumen.

Kata kunci: brownies panggang; indeks glikemik; serat pangan; tepung kacang merah; tepung sukun

PENDAHULUAN

Penyakit degeneratif merupakan masalah kesehatan di dunia. Penyakit degeneratif saat ini sudah mulai menyerang usia muda antara lain hipertensi, diabetes melitus, obesitas, kanker, penyakit jantung koroner, dan hiperkolesterolemia. Menurut laporan Survei Kesehatan Indonesia 2023, prevalensi penyakit degeneratif diantaranya hipertensi pada umur ≥ 18 tahun 30,8%, prevalensi obesitas meningkat dari 21,8% menjadi 23,4%, stroke yang didiagnosa dokter 0,8%, diabetes melitus hasil pemeriksaan gula darah 11,7% dan penyakit jantung 1,9% (Kemenkes RI 2024).

Perubahan pola hidup zaman sekarang sangat mempengaruhi sikap dan perilaku manusia, terutama pada konsumsi makanan berisiko menjadi bagian dari gaya hidup sehingga penyakit degeneratif semakin meningkat (Lestari *et al.* 2021). Makanan yang berisiko mencakup makanan atau minuman manis, makanan berlemak, gorengan, makanan yang dibakar, pengawet, bumbu penyedap, *soft drink* dan makanan yang memiliki IG tinggi. Makanan dengan IG tinggi pada akhirnya dapat meningkatkan kadar gula darah. Hal ini dapat mengakibatkan sejumlah masalah seperti penyakit diabetes melitus (Masri *et al.* 2024). Indeks Glikemik (IG) merupakan salah satu alat untuk mengetahui bagaimana glukosa darah bereaksi terhadap jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi. Makanan dengan indeks glikemik rendah membantu mencegah peningkatan kadar gula darah dengan cara memperlambat penyerapan glukosa dan mengurangi jumlah insulin yang dilepaskan oleh pankreas. Kandungan serat merupakan salah satu variabel yang memengaruhi indeks glikemik. Makanan IG rendah menjadikan nafsu makan berkurang dan membuat rasa kenyang yang lama (Purbowati & Kumalasari 2023). Berdasarkan IG, kelompok makanan dibagi menjadi tiga kategori: GI tinggi >70 , GI sedang 55-70, dan GI rendah <55 (Ni *et al.* 2022).

Pasien diabetes melitus perlu mengendalikan kadar glukosa darah melalui empat pilar penting yang harus dipahami yaitu edukasi atau penyuluhan, farmakologis, olahraga dan perencanaan makanan. (Soelistijo *et al.* 2021). Perencanaan makanan dikenal dengan tiga “J” yaitu jadwal (waktu) makan, jumlah makanan, dan jenis makanan. Perencanaan makanan terdiri dari tiga makanan utama dan dua makanan ringan yang diusahakan mengandung IG rendah. Makanan yang mengandung IG rendah dapat menjadi alternatif pencegahan penyakit diabetes melitus (Soelistijo *et al.* 2021).

Brownies merupakan makanan kudapan yang banyak disenangi di Indonesia karena rasanya yang lezat, tetapi masalahnya mempunyai nilai IG yang tinggi akibat penggunaan tepung terigu (Juliana *et al.* 2022). Makanan yang berbasis tepung terigu seperti roti putih memiliki nilai indeks glikemik sekitar 72, yang tergolong kategori tinggi (Anderson *et al.* 2013). Pemanfaatan tepung sukun dan tepung kacang merah sebagai bahan pengganti tepung terigu berpotensi menghasilkan produk yang lebih sehat karena kedua bahan tersebut mengandung serat pangan yang lebih tinggi, sehingga dapat membantu memperlambat penyerapan glukosa dan memperbaiki respons glikemik setelah dikonsumsi. Tepung sukun berfungsi sebagai substitusi tepung terigu yang mengandung tinggi karbohidrat dan tinggi serat dan tepung kacang merah mengandung tinggi serat. Tepung Sukun mengandung tinggi zat gizi, dalam 100 g tepung sukun terdapat energi 353 kkal, 84,4 g karbohidrat, 3,7 g serat, 10,1 g air, 2,9 g protein, abu 2,1 g, lemak 0,5 g, serat 3,8 g (Kemenkes RI 2018).

Masalah lain pada brownies adalah kandungan karbohidratnya yang relatif tinggi, tetapi memiliki kadar protein yang rendah. Oleh karena itu, penambahan tepung kacang merah dilakukan untuk meningkatkan kandungan protein sekaligus memperbaiki nilai gizi produk karena kacang merah merupakan sumber protein nabati, serat, vitamin, dan mineral yang baik. Brownies konvensional per 100 g mengandung 76,6 g dan protein 4,0-5,0 g tergantung resep. Sedangkan tepung kacang merah memiliki 375,28 kalori, 17,24 g protein, 2,21 g lemak, dan 71,08 g karbohidrat per 100 g (Kemenkes RI 2018). Kacang merah salah satu sumber serat tinggi yaitu 15-25%, dan indeks glikemik rendah sebesar 26% (Marsono & Wiyono 2020). Di dalam 100 g tepung kacang merah ada terdapat sumber serat 18,2 g (Kemenkes RI 2018).

Penelitian ini adalah pengembangan penelitian (Surachman *et al.* 2022) mengenai pengaruh proporsi tepung terigu dan tepung sukun (*Artocarpus altilis*) terhadap sifat fisik, kimia, dan sensori bolu kukus. Peneliti mengembangkan formulasi tersebut dan menambahkan tepung kacang merah, dengan 3 perlakuan yaitu: 1) Perlakuan A tepung terigu sebanyak 85 g, tepung sukun sebanyak 10 g, dan tepung kacang merah

sebanyak 5 g; 2) Perlakuan B menggunakan tepung terigu sebanyak 75 g, tepung sukun sebanyak 20 g, dan tepung kacang merah sebanyak 5 g; dan 3) Perlakuan C menggunakan tepung terigu (65 g), tepung sukun (30 g) dan tepung kacang merah (5 g). Oleh karena itu, perlu dilakukan uji organoleptik untuk mengetahui tingkat penerimaan konsumen terhadap brownies panggang. Analisis kandungan gizi diperlukan untuk menilai kualitas gizi produk, sedangkan pengujian indeks glikemik dilakukan untuk mengetahui respons glukosa darah setelah konsumsi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan brownies berbasis tepung sukun dan tepung kacang merah yang lebih sehat, bergizi, dan dapat diterima masyarakat.

METODE

Desain, tempat, dan waktu

Desain penelitian ini adalah eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 perlakuan dan dilakukan sebanyak dua kali ulangan. Perlakuan tersebut meliputi Perlakuan A (85 g tepung terigu + 10 g tepung sukun + 5 g tepung kacang merah), Perlakuan B (75 g tepung terigu + 20 g tepung sukun + 5 g tepung kacang merah), dan Perlakuan C (65 g tepung terigu + 30 g tepung sukun + 5 g tepung kacang merah). Uji organoleptik dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pangan Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Medan, sedangkan uji mutu kimia dilakukan di Laboratorium Universitas Airlangga Surabaya. Seluruh rangkaian penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari hingga Juni 2024. Penelitian ini telah mendapatkan surat layak etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Poltekkes Kemenkes Medan dengan nomor: 01.25712/KEPK/Poltekkes Kemenkes Medan 2024.

Alat dan bahan

Pembuatan brownies panggang menggunakan alat-alat yaitu timbangan makanan digital, oven, pisau, waskom, piring, kompor gas, wajan, mixer, loyang. Saat uji organoleptik alat yang digunakan piring kecil, sendok, gelas, form uji hedonik dan pulpen. Alat dan bahan untuk pengujian proksimat dan pengujian IG adalah alat oven pengering, tanur (*furnace*), soxhlet, alat Kjeldahl, timbangan analitik, gelas laboratorium, desikator, *water bath*, glukometer, strip glukosa darah, *stopwatch* sedangkan bahan yang dibutuhkan Aquadest, H₂SO₄, NaOH, HCl, n-heksana/petroleum eter, reagen karbohidrat, enzim α -amilase, larutan glukosa standar, alkohol 95%. Sedangkan data organoleptik dikumpulkan menggunakan formulir uji organoleptik yaitu warna, aroma, tekstur serta rasa.

Tabel 1. Formula bahan pembuatan pengembangan brownies panggang rendah indeks glikemik dan tinggi serat campuran tepung sukun dan tepung kacang merah

Bahan	Perlakuan		
	A	B	C
Tepung sukun (g)	10	20	30
Tepung kacang merah (g)	5	5	5
Tepung terigu (g)	85	75	65
Telur (butir)	3	3	3
Gula diabetesol (g)	85	85	85
Margarine (g)	100	100	100
Baking powde(g)r	0,3	0,3	0,3
Vanili (g)	0,5	0,5	0,5
Coklat bubuk (g)	20	20	20
Coklat batang (g)	15	15	15
Emulsifier (g)	0,3	0,3	0,3

Jenis dan cara pengumpulan data

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan penelitian antara lain formulasi produk yaitu pembuatan tepung sukun dan tepung kacang merah, uji organoleptik, penentuan perlakuan terpilih, analisis kandungan zat gizi, serat dan indeks glikemik. Prosedur pembuatan brownies panggang adalah sebagai berikut: encerkan margarin dan coklat menggunakan wadah dan panaskan diatas wajan teflon yang sudah diisi air panas, setelah meleleh diangkat dan didinginkan. Kocok menggunakan mixer, kocok telur, vanili, pengemulsi kue, dan gula pasir selama lima menit, atau hingga agak mengembang. Tambahkan bubuk pengembang, bubuk kakao, tepung kacang merah, tepung terigu, tepung sukun, aduk hingga tercampur rata. Tambahkan margarin dan coklat yang sudah diencerkan, aduk menggunakan mixer hingga rata, Setelah loyang dilapisi dengan kertas roti dan diolesi margarin, adonan brownies dituang ke dalamnya, Masukkan ke dalam oven. Panggang selama tiga puluh menit pada suhu 150°C, lalu keluarkan dan biarkan dingin.

Pengumpulan data menggunakan uji organoleptik menggunakan panelis semi terlatih. Panelis adalah mahasiswa Prodi Sarjana Terapan Gizi dan Dietetika Jurusan Gizi semester 6 sebanyak 50 orang yang ditentukan dengan sengaja, dengan kriteria yaitu panelis dalam keadaan sehat, tidak memiliki alergi terhadap kandungan brownies panggang, tidak kenyang dan lapar, tidak merokok.

Data hasil uji organoleptik lalu diolah dan ditentukan formula terpilih menggunakan penilaian rata-rata tertinggi dari segi warna, aroma, tekstur dan rasa dan berdasarkan uji lanjut Tukey. Perlakuan terpilih dianalisis kandungan zat gizinya meliputi karbohidrat dengan metode perhitungan *by difference*, protein dengan metode *Kjedahl*, lemak total dengan metode *Soxhlet*, kadar abu dengan metode gravimetri, kadar air menggunakan metode oven, serat menggunakan metode enzimatis gravimetri (Badan Standar Nasional Indonesia 1992). Indeks Glikemik (IG) menggunakan metode *incremental area under the blood glucose response curve* (IAUC) (BPOM 2022). Dalam pengujian IG dengan menggunakan 6 orang relawan berpuasa selama 10 jam, pengambilan darah pada 0 menit, diberikan pangan uji mengandung 31,9 KH sesuai hasil pengujian laboratorium. Pengukuran kadar glukosa darah dilakukan kembali pada menit 15, 30, 60, 90, 105, dan 120 setelah konsumsi pangan uji. Pada hari berikutnya prosedur yang sama dilakukan menggunakan pangan referensi berupa glukosa murni. Dilakukan perhitungan (IAUC) dan diklasifikasikan rendah: ≤ 55 , sedang: 56–69, tinggi: ≥ 70 (BPOM 2022).

Pengolahan dan analisis data

Data uji organoleptik brownies panggang berupa tingkat kesukaan panelis meliputi kategori warna, aroma, rasa, tekstur berdasarkan skala hedonik dengan nilai: 5=sangat sangat suka; 4=sangat suka; 3=suka; 2=tidak suka; 1=sangat tidak suka. Analisis data menggunakan SPSS 25, data yang terkumpul terlebih dahulu dilakukan uji normalitas menggunakan uji *Shapiro Wilk*, dan hasilnya data terdistribusi normal sehingga dilakukan uji beda dengan menggunakan uji *Analisis of Varian satu arah (Anova)*. Pengambilan keputusan jika diperoleh $p < 0,05$, H_0 ditolak artinya ada pengaruh penambahan tepung sukun dan tepung kacang merah yang signifikan terhadap tekstur, rasa, warna, dan aroma. dan uji lanjut menggunakan *Tukey HSD*. Penentuan perlakuan terpilih untuk diuji kimianya ditentukan berdasarkan yang paling banyak rata-rata tertinggi dan paling berbeda berdasarkan uji lanjut menggunakan *Tukey HSD*.

Penentuan formula terpilih tidak hanya berdasarkan nilai rata-rata tertinggi, tetapi juga mempertimbangkan hasil uji lanjut Tukey HSD, yaitu perlakuan yang menunjukkan tingkat kesukaan relatif tinggi dan berbeda nyata pada sebagian besar parameter organoleptik. Indeks glikemik (IG) ditentukan menggunakan metode *Incremental Area Under the Curve* (IAUC) dari respons glukosa darah setelah konsumsi pangan uji dibandingkan dengan pangan referensi (glukosa), dengan perhitungan $IG = (IAUC \text{ pangan uji} / IAUC \text{ pangan referensi}) \times 100$, dan hasilnya disajikan secara deskriptif

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan uji organoleptik terhadap parameter warna, karakteristik yang dihasilkan cukup bervariasi pada setiap perlakuan. Produk dengan perlakuan A menunjukkan warna cokelat cenderung terang, perlakuan B menghasilkan warna cokelat yang agak gelap, sedangkan perlakuan C menghasilkan warna cokelat kehitaman. Degradasi warna menjadi gelap ini dipicu oleh peningkatan konsentrasi tepung sukun yang kaya akan senyawa flavonoid. Jika merujuk pada Standar Nasional Indonesia (SNI), visualisasi warna pada perlakuan C (cokelat kehitaman) adalah yang paling sesuai dengan karakteristik standar brownies. Hal ini sama dengan preferensi tingkat kesukaan panelis, di mana perlakuan C menjadi yang paling diminati karena mampu mempertahankan warna khas brownies komersial pada umumnya.

Pada parameter tekstur, hasil penilaian menunjukkan profil yang bertingkat secara berurutan. Perlakuan A menghasilkan tekstur yang lembut dan halus, perlakuan B bertekstur lembut tetapi agak padat, sedangkan perlakuan C memiliki tekstur lembut dan tebal. Fenomena ini menunjukkan bahwa tingginya substitusi tepung sukun berbanding terbalik dengan daya kembang produk. Meski demikian, struktur fisik brownies panggang ini juga sangat dipengaruhi oleh teknik pengolahan adonan. Proses pengocokan (pencampuran) telur yang melampaui batas waktu optimal serta pengadukan yang berlebihan dapat memicu kegagalan pengembangan (bantat). Dari sudut pandang sensorik, panelis menjangkau pilihan terbaiknya pada perlakuan C karena dinilai memiliki kombinasi tekstur lembut sekaligus mengembang dengan baik.

Uji sensorik terhadap rasa menghasilkan rasa yang cukup beragam akibat interaksi bahan. Perlakuan A cenderung menghasilkan rasa yang netral (tidak manis maupun pahit). Sementara itu, perlakuan B menampilkan hasil rasa yang kurang manis disertai sensasi sedikit pahit dan getir. Hasil serupa juga ditemukan pada perlakuan C, namun dengan dominasi rasa manis yang lebih kuat. Timbulnya rasa pahit dan getir yang dirasakan merupakan akibat dari keberadaan senyawa tanin serta asam sianida (HCN) yang secara

alami terdapat pada tepung sukun. Sedangkan stimulasi rasa manis disumbangkan oleh kandungan sukrosa bawaan dari buah sukun itu sendiri. Meskipun menyisakan sedikit rasa pahit di akhir (*aftertaste*), panelis tetap paling menyukai perlakuan C karena rasa manisnya yang dinilai paling pas.

Karakteristik aroma produk juga mengalami perubahan yang signifikan seiring dengan manipulasi formulasi. Brownies dengan perlakuan A masih mempertahankan standar aroma brownies, sedangkan perlakuan B mulai mengindikasikan aroma samar khas sukun. Aroma autentik sukun baru tercium kuat pada perlakuan C, yang menunjukkan bahwa intensitas keharuman produk meningkat seiring dengan penambahan proporsi tepung sukun. Aroma spesifik yang memikat ini tidak lepas dari proses pencoklatan (*browning*) selama pengolahan tepung yang berinteraksi dengan kualitas natural dari buah sukun itu sendiri. Rata-rata dan signifikansi pengembangan brownies panggang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji Anova dan uji lanjut Tukey HSD pada karakteristik sensoris brownies panggang campuran tepung sukun dan tepung kacang merah

Parameter uji organoleptik	Perlakuan A	Perlakuan B	Perlakuan C	p-value
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	
Warna	3,12±0,61 ^a	3,24±0,55 ^a	3,77±0,70 ^b	<0,001*
Tekstur	3,25±0,47 ^a	3,35±0,51 ^a	3,77±0,73 ^b	<0,001*
Rasa	3,31±0,57 ^a	3,42±0,54 ^a	3,82±0,71 ^b	<0,001*
Aroma	3,23±0,62 ^a	3,36±0,53 ^a	3,85±0,75 ^b	<0,001*

Keterangan: *) Uji Anova menunjukkan perbedaan yang signifikan pada $p < 0,05$; Uji Tukey: ^{a,b} Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan antarperlakuan ($p < 0,05$), sedangkan huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$); Perlakuan A: tepung terigu 85 g, tepung sukun 10 g, tepung kacang merah 5 g; Perlakuan B: tepung terigu 75 g, tepung sukun 20 g, tepung kacang merah 5 g; Perlakuan C: tepung terigu 65 g, tepung sukun 30 g, tepung kacang merah 5 g

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa substitusi tepung terigu dengan campuran tepung sukun dan tepung kacang merah berpengaruh sangat nyata terhadap seluruh parameter sensoris brownies panggang ($p < 0,001$). Berdasarkan tingkat penerimaan panelis, perlakuan A (10 g tepung sukun) dan perlakuan B (20 g tepung sukun) menunjukkan hasil yang hampir sama dan tidak berbeda signifikan pada semua parameter yang ditandai dengan sama-sama memegang notasi “a”. Hal ini menyatakan bahwa penambahan tepung sukun hingga konsentrasi 20 g belum memberikan perubahan sensoris yang kontras.

Perubahan mutu organoleptik yang signifikan baru terjadi pada perlakuan C dengan konsentrasi tepung sukun tertinggi (30 g), yang ditandai dengan kepemilikan notasi huruf yang berbeda sendiri yaitu “b”. Peningkatan proporsi tepung sukun pada perlakuan C terbukti memberikan dampak positif yang nyata terhadap akseptabilitas produk. Formulasi ini berhasil meningkatkan preferensi panelis karena menghasilkan warna cokelat kehitaman yang sesuai standar brownies, memberikan tekstur lembut yang optimal, serta mengeluarkan aroma khas sukun yang harum. Meskipun kandungan tanin pada sukun memicu sedikit rasa pahit-getir, kombinasi sukrosa alami di dalamnya tetap mampu mempertahankan dominasi rasa manis yang paling disukai panelis.

Sifat Organoleptik Warna

Warna adalah salah satu atribut organoleptik pangan yang paling mengesankan dan utama, yang secara langsung memengaruhi preferensi, pemilihan dan keinginan konsumen untuk mengonsumsinya. Makanan yang warnanya kurang menarik untuk dilihat atau yang menyimpang dari warna yang diharapkan umumnya diabaikan, meskipun rasa dan teksturnya dianggap sangat baik. Warna memiliki peran penting dalam merangsang selera untuk mengonsumsi suatu makanan. Warna dapat meningkatkan dapat membangkitkan respon emosional dan psikologis setiap konsumen. Bagaimanapun, hal pertama yang kita perhatikan dari setiap produk makanan adalah warnanya. Faktor warna merupakan penentu utama kualitas sebelum faktor lain terdeteksi secara visual. Warna merupakan penentu kesegaran atau kematangan selain menjadi faktor penentu kualitas makanan (Ratnasari dan Mulyani 2022).

Warna brownies panggang dipengaruhi oleh campuran tepung sukun, tepung kacang merah, dan tepung terigu. Tepung kacang merah menghasilkan warna cokelat kemerahan, sedangkan tepung sukun menghasilkan warna cokelat. Warna pada tepung sukun dihasilkan oleh kandungan senyawa polifenol dan enzim fenolase, sedangkan tepung kacang merah dihasilkan oleh kandungan antosianin sehingga warna brownies panggang pada perlakuan A menghasilkan warna coklat sedikit terang, perlakuan B menghasilkan warna brownies coklat sedikit gelap, dan pada perlakuan C menghasilkan warna coklat kehitaman. Ini berarti bahwa brownies akan lebih gelap jika menggunakan lebih banyak tepung sukun. Hal ini karena sukun mengandung zat kimia flavonoid, yang mengubah warna buah menjadi coklat. Dibandingkan tepung terigu,

tepung sukun memiliki warna yang lebih gelap karena adanya enzim polifenol dalam sukun yang menimbulkan reaksi pencoklatan atau perubahan warna ketika terkena udara (Aprilia & Pangesthi 2021). Hal ini terjadi karena enzim fenolase dalam tepung sukun dihambat oleh asam, yang berdampak pada pencoklatan enzimatis. Semakin tinggi penambahan tepung sukun menyebabkan roti tawar memiliki warna yang lebih gelap dan tidak cerah. Hal ini disebabkan karena warna coklat dan gelap dari tepung sukun lebih pekat dibandingkan warna tepung terigu (Arifin *et al.* 2023).

Sifat Organoleptik Tekstur

Indra peraba digunakan untuk mengevaluasi tekstur suatu produk makanan. Ada hubungan antara perabaan dan tekstur makanan. Melihat suatu produk dapat memberikan gambaran apakah benda tersebut kasar, halus, keras, atau lunak. Tekstur dapat dirasakan dengan jari atau dioleskan dengan bibir saat sesuatu digigit, dikunyah, atau ditelan (Nila *et al.* 2019).

Dari uji Tukey HSD menyatakan tekstur brownies panggang yang paling berbeda adalah perlakuan C, sedangkan tidak ada perbedaan antara perlakuan A dan B. Tekstur perlakuan A memiliki tekstur yang lebih lembut dan agak lebih padat, perlakuan B mempunyai tekstur lembut tapi agak padat dan pada perlakuan C mempunyai tekstur lembut, padat. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan tepung sukun akan mengurangi daya mengembang dan semakin padat. Keadaan ini sudah memenuhi tekstur dari brownies. Brownies memiliki tekstur yang lebih padat dan lembab, kenyal dengan bagian atas yang seringkali sedikit renyah atau mengilap. Tekstur ini diperoleh dari proporsi lemak dan cokelat yang tinggi dalam adonan, serta metode pengadukan yang tidak menghasilkan banyak udara. Kandungan karbohidrat tepung sukun lebih besar daripada tepung terigu, yaitu $\pm 76\%$ dan amilosa sedang yaitu $22,52\%$. Pada tepung terigu yakni sebesar $\pm 70\%$ karbohidrat dan 28% amilosa. Oleh karena itu, gelatinisasi pati akan meningkat seiring dengan bertambahnya pati dalam tepung sukun, sehingga tekstur brownies yang dihasilkan akan mengeras (Wuri & Rukmini 2023). Amilosa merupakan faktor terpenting dalam menentukan tekstur dan rasa makanan berbahan dasar tepung. Protein dan amilosa pada tepung terigu lebih tinggi dibandingkan dengan tepung lain, sehingga akan menghasilkan produk dengan tekstur keras setelah dingin, sebaliknya kandungan amilosa yang rendah pada komoditas pangan akan menghasilkan produk dengan tesktur lunak (Widowati *et al.* 2020).

Sifat Organoleptik Rasa

Rasa memiliki pengaruh paling besar terhadap keputusan konsumsi ulang suatu produk. Konsumen tidak akan menerima produk makanan walaupun mereka menyukai rasanya tetapi tidak menyukai aroma, warna, dan teksturnya (Nila *et al.* 2019). Rasa dibagi menjadi rasa asin, manis, pahit, dan asam yang ditentukan oleh indra pengecap. Rasa ini disebabkan oleh formulasi yang digunakan dan dipengaruhi oleh proses pengolahan.

Hasil penelitian menghasilkan panelis tidak menyukai rasa perlakuan A karena kurang manis dan sedikit pahit, panelis juga tidak menyukai rasa perlakuan B karena kurang manis dan sedikit pahit, sedangkan perlakuan C paling disukai oleh panelis karena kurang manis dan sedikit pahit. Produk brownies biasa memiliki rasa manis sedang hingga agak manis. Indera perasa meresponsnya sebagai manis dengan sedikit rasa pahit dari tepung sukun. Selain gula pasir yang ditambahkan selama proses pembuatan adonan, karbohidrat dalam tepung sukun dan tepung terigu turut memberikan rasa manis (Wuri & Rukmini 2023). Semakin banyak penggunaan tepung sukun maka brownies panggang akan semakin manis. Tepung sukun mengandung sukrosa, yang berperan penambah rasa manis. Penelitian ini menggunakan gula untuk diet penderita diabetes mellitus yaitu diabetasol sehingga rasa yang ditimbulkan tidak semanis jika menggunakan gula pasir.

Sedangkan rasa pahit pada tepung sukun disebabkan oleh adanya asam sianida dan tanin. Namun untuk menguranginya, dilakukan pengolahan lebih lanjut antara lain dikeringkan seperti pada pembuatan tepung sukun, maka rasa pahit akan terkonsentrasi, dan berdampak menurunkan sifat palatabilitas atau kemampuan suatu makanan atau minuman untuk diterima oleh lidah dan dianggap enak atau lezat produk yang dihasilkan (Widowati *et al.* 2020). Jumlah tepung sukun dan tepung kacang merah yang digunakan dalam brownies panggang ini menentukan cita rasanya yang unik. Brownies panggang ini juga memiliki cita rasa yang khas.

Sifat Organoleptik Aroma

Makanan mengeluarkan aroma unik yang dievaluasi secara subjektif oleh indra penciuman. Aroma berperan penting dalam mengidentifikasi bahan makanan serta menilai kualitasnya. Saat seseorang menemui makanan yang baru, aroma menjadi faktor pertama yang diperhatikan setelah bentuk dan warna, kemudian

diikuti oleh penilaian terhadap rasa dan tekstur (Sari & Jairani 2019). Perubahan kimia dan pembentukan senyawa dengan zat lain, seperti antara asam amino dan gula pereduksi, yang menghasilkan senyawa aroma makanan, sering kali menjadi penyebab aroma yang dihasilkan (Hustiany 2016).

Aroma yang dihasilkan pada brownies panggang berasal dari komponen penyusunnya, terutama tepung kacang merah dan tepung sukun. Aroma yang dihasilkan oleh perlakuan A khas untuk brownies. Sedikit aroma sukun dihasilkan oleh perlakuan B. Sedangkan perlakuan C yaitu memiliki aroma yang begitu terasa dari tepung sukunnya atau aroma alami dari buah sukunnya. Aroma sukun hanya ada pada tepung sukun, oleh karena itu, aroma brownies panggang semakin harum seiring dengan semakin banyaknya penambahan tepung sukun yang digunakan. Sebaliknya, aroma yang dihasilkan semakin lemah jika tepung sukun yang digunakan semakin sedikit (Kuliah Sari *et al.* 2022).

Aroma brownies panggang juga disebabkan penggunaan tepung terigu yang mengandung protein lebih banyak dibandingkan tepung sukun. Adanya proses pencoklatan pada tepung sukun menghasilkan aroma sukun yang tidak dapat disangkal. Aroma khas dalam tepung sukun diduga karena tepung sukun mengandung senyawa volatil. Senyawa volatil dalam bahan pangan dapat hilang akibat proses pengeringan, karena udara menguap dari permukaan bahan pangan sejumlah kecil zat yang mudah menguap akan terbawa oleh pengeringan (Masita *et al.* 2018). Kualitas inherent suatu bahan akan menghasilkan aroma atau bau akibat pemanggangan. Pada saat pemanggangan dengan oven terjadi reaksi antara gula pereduksi dengan asam amino yang berasal dari protein yang terkandung dalam tepung terigu yang di tambah dengan tepung sukun dan bahan tambahan lainnya sehingga terbentuk aroma. Reaksi pencoklatan yang terjadi antara gula reduksi dengan asam amino disebut dengan reaksi *Maillard*. Reaksi tersebut dapat menghasilkan perubahan warna dan aroma (Hustiany 2016).

Hasil penelitian menghasilkan brownies panggang yang paling disukai berdasarkan warna, rasa, tekstur dan aroma adalah perlakuan C dengan formulai tepung terigu 65 g, tepung sukun 30 g dan tepung kacang merah 5. Formulasi inilah yang dilakukan uji kandungan zat gizi dan IG. Zat gizi yang diuji adalah karbohidrat, lemak, kadar air, kadar abu dan serat.

Uji Kandungan Zat Gizi

Karena brownies ini diperuntukkan untuk snack penderita DM maka dilakukan uji indeks glikemik. Dari hasil uji diperoleh IG 68,49 yang termasuk kategori rendah dan juga kandungan seratnya sangat tinggi. Hasil uji laboratorium pada beberapa kandungan zat gizi dan nilai IG dari brownies panggang dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji laboratorium brownies panggang perlakuan C

Hasil uji laboratorium	Kadar per 100 g*
Zat Gizi	
Karbohidrat (g)	31,93
Protein (g)	7,5
Lemak (g)	17,8
Air (%)	41,89
Abu (%)	0,85
Serat	9,16
Nilai IG**	
Indeks Glikemik (%)	68,49

Keterangan:

* Perlakuan C: tepung terigu 65 g, tepung sukun 30 g, tepung kacang merah 5 g

**Hasil pemeriksaan laboratorium Gizi Departemen Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Surabaya, 2024

Karbohidrat. Karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi tubuh untuk mendukung berbagai fungsi fisiologis. Oleh karena itu, jumlah asupan karbohidrat perlu diperhatikan agar kebutuhan energi tubuh dapat terpenuhi secara optimal. Karbohidrat dicerna menjadi glukosa, yang berperan sebagai sumber energi utama bagi sel-sel tubuh dalam menjalankan proses metabolisme dan berbagai aktivitas biologis. Selain itu, glukosa memiliki peran penting dalam fungsi otak karena merupakan sumber energi utama bagi jaringan saraf. Sel darah merah, sel otak, dan beberapa jenis sel lainnya juga sangat bergantung pada glukosa sebagai sumber energi utama (Wahyudiati 2017).

Hasil pemeriksaan laboratorium kadar karbohidrat diperoleh 31,93%. Seiring dengan meningkatnya jumlah tepung sukun dalam brownies yang ditambahkan, kandungan karbohidratnya juga semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena tepung sukun memiliki kandungan karbohidrat yang lebih tinggi (84,4%)

dibandingkan tepung terigu (76,3%). Komponen gizi mempengaruhi perhitungan kandungan karbohidrat, dengan komponen gizi yang lebih rendah sesuai dengan kandungan karbohidrat yang lebih besar. Demikian pula, konsentrasi karbohidrat menurun dengan meningkatnya komponen gizi. Menghitung kandungan karbohidrat kasar atau menentukan karbohidrat dengan metode perbedaan melibatkan pengurangan 100% dari kandungan air, abu, protein, dan lemak. Jumlah pati dalam bahan mentah memiliki dampak yang signifikan terhadap jumlah karbohidrat dalam brownies panggang. Tepung sukun memiliki kandungan pati sebesar 76%, dibandingkan dengan 70% dalam tepung terigu (Diasaputri *et al.* 2023).

Protein. Salah satu faktor yang memengaruhi indeks glikemik suatu makanan adalah jumlah protein yang dikandungnya. Makanan berprotein tinggi memiliki nilai indeks glikemik yang lebih rendah. Dibandingkan dengan lemak dan karbohidrat, protein memiliki dampak rasa kenyang yang lebih lama sebagai zat gizi makro (Probosari 2019). Hasil pemeriksaan laboratorium diperoleh protein sebanyak 7,50%. Temuan ini serupa dengan penelitian Surachman *et al.* (2022) yang menemukan bahwa kisaran kadar protein pada bolu kukus adalah 7,59% hingga 4,96% tergantung dari banyaknya tepung sukun yang digunakan dalam adonan (Surachman *et al.* 2022).

Dengan demikian kita dapat menyimpulkan bahwa brownies panggang yang dibuat dengan menggunakan pengganti tepung sukun atau tepung kacang merah mengandung protein yang masih rendah namun masih bisa dikonsumsi oleh masyarakat karena brownies merupakan suatu makanan yang sangat cocok untuk dijadikan sebagai cemilan terutama pada penderita diabetes melitus. Protein hanya mempunyai pengaruh kecil terhadap kadar glukosa darah, protein cenderung membantu menstabilkan gula darah dengan cara menumpulkan penyerapan karbohidrat/gula.

Lemak. Lemak merupakan salah satu komponen penting dalam pangan yang berperan dalam memberikan cita rasa, tekstur, serta meningkatkan nilai energi produk. Kandungan lemak pada bahan baku utama brownies, seperti tepung terigu dan tepung sukun, tergolong rendah. Berdasarkan Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI), kandungan lemak dalam 100 g tepung terigu adalah 1 g, sedangkan tepung sukun mengandung 0,5 g lemak. Namun, hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa kadar lemak brownies panggang mencapai 17,81%. Tingginya kadar lemak tersebut berasal dari bahan tambahan yang digunakan dalam formulasi, terutama margarin dan telur. Kandungan lemak dalam suatu produk pangan menjadi salah satu aspek yang diperhatikan oleh konsumen karena berkaitan dengan kesehatan. Konsumsi lemak yang berlebihan, terutama lemak jenuh dan lemak trans, dapat meningkatkan kadar kolesterol low-density lipoprotein (LDL) atau kolesterol jahat dalam darah, sehingga meningkatkan risiko terjadinya berbagai penyakit, seperti hiperkolesterolemia, obesitas, penyakit jantung koroner, dan beberapa jenis kanker. Sebaliknya, lemak nabati umumnya memiliki komposisi asam lemak yang lebih baik dan dikaitkan dengan berbagai manfaat kesehatan, seperti membantu menurunkan kadar kolesterol serta mengurangi risiko penyakit kardiovaskular (Diasaputri *et al.* 2023).

Kadar Air. Hasil pemeriksaan diperoleh kadar air sebesar 41,89%. Kadar air tersebut lebih tinggi sedikit dibandingkan dengan syarat mutu roti manis dari SNI 01-3840-1995 yaitu maksimal 40%. Jadi brownies panggang kelebihan kadar air 1% bila ditinjau dari kadar air pada komponen brownies yang terbuat dari tepung sukun tergolong tinggi (9,04%), sedangkan kadar air pada tepung terigu juga tinggi (11,92%). Kadar serat pada adonan brownies meningkat dengan penambahan tepung sukun. Selain itu, kadar amilosa yang relatif tinggi pada tepung sukun diduga juga menjadi penyebab turunnya kadar air tersebut. Menurut Tanaka *et al.* (2020), tepung sukun memiliki kadar amilosa sebesar 29,18%. Karena mengandung gugus hidroksil yang banyak, amilosa bersifat higroskopis (Tanaka *et al.* 2020). Namun, apabila amilosa dipanaskan, gugus hidroksil tersebut mudah hilang sehingga amilosa bersifat kering. Apabila tepung sukun ditambahkan pada brownies yang sudah matang, kadar airnya melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh SNI 01-3840-1995 (Diasaputri *et al.* 2023). Kadar air dalam bahan pangan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis bahan dan komponen penyusunnya, seperti kandungan protein, lemak, dan serat. Faktor pemanggangan juga sangat berperan dalam penguapan uap air seperti jenis alat pemanggang, suhu pemanggangan, ketebalan bahan, serta durasi pemanggangan.

Kadar Abu. Kadar abu yang diukur bertujuan untuk mengetahui besarnya kandungan mineral yang terdapat dalam sampel. Pengujian kadar abu suatu bahan pangan dan makanan untuk mengetahui bahwa kualitas suatu bahan pangan, semakin tinggi kadar abu maka semakin buruk kualitas dari suatu bahan pangan (Tahar *et al.* 2020). Penentuan kadar abu total berguna sebagai ukuran nilai suatu produk makanan karena dapat menggambarkan jumlah total mineral yang terkandung pada makanan tersebut. Kadar abu juga menandakan adanya kontaminasi atau bahan anorganik yang tidak diinginkan.

Kandungan kadar abu ini dipengaruhi oleh adanya kandungan mineral yang terkandung pada tepung sukun dan bahan lain. Tepung sukun mengandung mineral zat besi (1,1 mg/100 g), fosfor (165,2 mg/100 g),

dan kalsium (58,8 mg/100 g). Hasil penelitian diperoleh kadar abu sebesar 0,85%. Apabila dibandingkan dengan syarat mutu roti manis yang ditetapkan SNI 01-3840-1995 maksimal 1%, maka kadar abu pada brownies panggang masih memenuhi syarat mutu roti manis SNI 01-3840-1995 atau masih memiliki kualitas baik (Diasaputri *et al.* 2023). Brownies panggang yang menggunakan tepung sukun mengandung lebih banyak abu daripada tepung terigu. Tepung terigu memiliki kadar abu sebesar 0,39%, sedangkan tepung sukun memiliki kadar abu sebesar 4,54%. Terdapat hubungan langsung antara jumlah abu dalam suatu zat dan kandungan mineralnya (Putri & Kartikawati 2022).

Kandungan Serat. Makanan berserat tinggi memiliki indeks glikemik rendah dan bila mengonsumsi dalam jangka waktu lama dapat membantu mengatur gula darah (Soviana & Pawestri 2020). Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (Perkeni) menyarankan untuk mengonsumsi 20–35 g serat setiap hari sebagai bagian dari perlakuan diet. Salah satu jenis karbohidrat kompleks yang sangat bermanfaat bagi penderita diabetes melitus adalah serat. Selain itu, serat tidak hanya memberikan rasa kenyang, tetapi juga rendah kalori dan memiliki indeks glikemik rendah yang dapat membantu mengurangi kadar glukosa darah dalam tubuh (Soviana & Pawestri 2020).

Berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (AKG) 2019 kebutuhan serat per hari adalah 29 g untuk wanita berusia 16 hingga 18 tahun, 32 g untuk wanita berusia 19 hingga 29 tahun, dan 37 g untuk pria berusia 16 hingga 29 tahun per hari. Kebutuhan serat untuk laki-laki berusia 50-64 tahun yaitu 30 g per hari, usia 65-80 tahun yaitu 25 g per hari, usia 80 tahun keatas yaitu 22 g per hari. Kebutuhan untuk wanita berusia 30-49 tahun harus mengonsumsi 30 g setiap hari, usia 50-64 tahun harus mengonsumsi 25 g setiap hari, dan usia 65-80 tahun harus mengonsumsi 22 g setiap hari, dan perempuan usia 80 tahun keatas yaitu 20 g per hari (Kementerian Kesehatan RI 2018).

Menurut peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Nomor 1 Tahun 2022, suatu produk pangan dapat mencantumkan klaim tinggi serat atau kaya serat (*high fiber*) untuk makanan padat mengandung serat pangan minimal 6 g per 100 g produk (dalam bentuk padat) dan untuk makanan cair mengandung serat pangan minimal 3 g per 100 ml produk (dalam bentuk cair). Hasil penelitian menghasilkan kadar serat dalam 100 g brownies panggang adalah 9,16%, sehingga brownies yang dihasilkan dapat dikatakan tinggi serat. Dengan mengonsumsi 100 g (1 potong) brownies telah memenuhi 1/3 kebutuhan asupan serat per hari. Kebutuhan serat tidak dapat terpenuhi hanya melalui makanan selingan saja, sehingga pada makanan utama perlu ditambahkan sumber serat utama seperti kacang-kacangan, buah, dan sayur agar asupan serat terpenuhi sesuai kebutuhan (Rachmadiani & Puspita 2020).

Indeks Glikemik. Indeks glikemik (IG) ditentukan berdasarkan perbandingan *incremental area under the curve* (IAUC) respon glukosa darah setelah konsumsi makanan uji dengan makanan referensi berupa glukosa atau roti putih yang ditetapkan bernilai 100, sehingga digunakan sebagai standar dalam penilaian kualitas karbohidrat. Dengan metode ini, makanan diklasifikasikan berdasarkan kemampuan meningkatkan glukosa darah postprandial, di mana perbedaan nilai IG mencerminkan variasi respons fisiologis terhadap sumber karbohidrat yang dikonsumsi (Hätönen, 2006).

Pada penelitian ini, glukosa murni digunakan sebagai pangan acuan dalam penentuan indeks glikemik (IG). Berdasarkan analisis kurva respons glukosa darah menggunakan metode *Incremental Area Under the Curve* (IAUC), nilai IG brownies panggang yang dihasilkan adalah sebesar 68,49. Berdasarkan klasifikasi internasional, nilai tersebut termasuk dalam kategori pangan dengan indeks glikemik sedang (IG 56–69). Nilai IG sedang pada brownies panggang diduga dipengaruhi oleh kandungan serat yang relatif tinggi dari tepung kacang merah, yang dapat memperlambat proses pencernaan pati dan penyerapan glukosa. Namun, efek tersebut diimbangi oleh proses gelatinisasi pati selama pemanggangan serta adanya gula tambahan dalam formulasi, sehingga respons glikemik produk tetap berada pada kategori sedang. Dengan karakteristik tersebut, brownies panggang berpotensi menjadi alternatif makanan selingan yang lebih baik dibandingkan produk dengan indeks glikemik tinggi. Meskipun demikian, konsumsinya tetap perlu disesuaikan dengan kebutuhan energi dan dikontrol porsi, terutama bagi individu yang membatasi asupan gula, seperti penderita diabetes melitus.

IG pada brownies panggang juga dipengaruhi oleh proses pemanggangan pada suhu tinggi, yang menyebabkan terjadinya gelatinisasi pati pada tepung sukun, yaitu perubahan struktur granula pati dari bentuk kristalin menjadi amorf akibat penyerapan air dan panas. Proses ini mengakibatkan terputusnya struktur teratur amilosa dan amilopektin, sehingga granula pati menjadi lebih terbuka dan mudah diakses oleh enzim pencernaan, terutama α -amilase. Kondisi ini mempercepat proses hidrolisis pati menjadi molekul glukosa, sehingga meningkatkan ketersediaan glukosa di dalam darah setelah konsumsi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa produk berbasis sukun yang mengalami pemanasan intensif memiliki tingkat pencernaan pati yang lebih tinggi dan dapat menghasilkan IG kategori sedang hingga tinggi (Siswoyo & Morita 2010).

Perubahan struktur pati akibat proses pemanggangannya yang meningkatkan ketersediaan glukosa tersebut kemudian berkontribusi terhadap peningkatan respon glukosa darah, yang selanjutnya menjadi dasar penentuan nilai IG suatu pangan. IG yang rendah sangat cocok untuk makanan bagi penderita DM. Makanan memengaruhi respons insulin dan kadar glukosa darah, serta metode yang sederhana dan efisien untuk mengelola perubahan gula darah. Mereka yang mengalami peningkatan glukosa darah yang cepat umumnya memiliki IG yang tinggi, sedangkan mereka yang mengalami peningkatan glukosa darah secara bertahap memiliki IG yang rendah (Naswa *et al.* 2024). Nilai IG dapat dipengaruhi oleh kandungan monosakarida suatu produk, jenis karbohidrat, teknik pengolahan makanan, dan unsur-unsur lain termasuk lemak, protein, serat, antinutrisi, dan asam organik. Satu gula yang merupakan monosakarida yang dapat diserap dan digunakan tubuh untuk menghasilkan energi adalah glukosa (Afifah 2020).

Makanan dengan IG rendah mencakup karakteristik yang memperlambat proses pencernaan alami lambung, menunda laju pengosongan lambung. Akibatnya, usus halus menyerap glukosa dan memecah karbohidrat lebih lambat. Bagian atas (duodenum) dan tengah (jejunum) usus halus menangani sebagian besar penyerapan gula oleh tubuh. Akibatnya, tidak banyak perubahan pada kadar glukosa darah. Bagi orang sehat dan mereka yang menderita diabetes tipe II, mengonsumsi makanan dengan IG rendah dapat membantu mengatur kadar lemak dan gula darah. Sebaliknya, mengonsumsi makanan dengan indeks glikosida tinggi dapat menyebabkan kadar glikemik dan insulin meningkat. Mengonsumsi makanan dengan IG tinggi akan mempercepat pemecahan dan penyerapan glukosa yang menyebabkan fluktuasi besar pada kadar glukosa darah. Proses penyerapan glukosa hanya terjadi di bagian atas usus halus, yang menyebabkan respons glikemik tidak stabil (Sunani 2023).

KESIMPULAN

Substitusi tepung terigu dengan campuran tepung sukun (30 g) dan kacang merah (5 g) pada perlakuan C menjadi formula terbaik karena menghasilkan karakteristik warna cokelat kehitaman (sesuai standar SNI), tekstur lembut-tebal, dan aroma khas yang paling disukai panelis ($p < 0,001$). Berdasarkan uji kurva respons glukosa darah metode IAUC (acuan gula putih), brownies ini memiliki nilai IG sebesar 68,49% yang tergolong dalam kategori IG sedang. Walaupun kaya akan serat pangan, dengan IG yang berada di kategori sedang brownies ini belum bisa dikonsumsi bebas oleh penderita diabetes melitus. Namun, produk ini dapat direkomendasikan sebagai alternatif camilan yang lebih sehat dengan porsi konsumsinya tetap harus dibatasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada Ketua Jurusan Gizi Poltekkes Medan dan Kepala laboratorium Universitas Airlangga, panelis dari mahasiswa Jurusan Gizi Poltekkes Medan dan seluruh pihak yang telah mendukung penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah DN, Sari LNI, Sari DR, Probosari E, Wijayanti HS, Anjani G. 2020. Analisis kandungan zat gizi, pati resisten, indeks glikemik, beban glikemik, dan daya terima cookies tepung pisang kepok (*Musa paradisiaca*) termodifikasi enzimatis dan tepung kacang hijau (*Vigna radiata*). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 9(3):101-107. <https://doi.org/10.17728/jatp.8148>
- Anderson GH, Soeandy CD, Smith CE. 2013. White vegetables: Glycemia and satiety. *Advances in Nutrition*, 4(3), 356S-367S. <https://doi.org/10.3945/an.112.003509>
- Arifin HR, Lembong E, Irawan A. 2023. Karakteristik fisik roti tawar dari substitusi terigu dengan tepung komposit sukun (*Artocarpus atilis* F.) dan pisang (*Musa paradisiaca* L.) sebagai pemanfaatan komoditas lokal. *Jurnal Penelitian Pangan (Indonesian Journal of Food Research)*. 3(1), 20-26. <https://doi.org/10.24198/jp2.2023.vol1.1.04>
- Badan Standar Nasional Indonesia. 1992. Standar Nasional Indonesia : Cara Uji Makanan dan Minuman.pdf. <https://www.scribd.com/document/345928124/SNI-01-2891-1992-Cara-Uji-Makanan-Dan-Minuman-pdf>
- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2022. Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan Nomor 1 Tahun 2022. Jakarta: BPOM RI.
- Diasaputri KAS, Puspawati NN, Suparthana P. 2023. Pengaruh proporsi terigu dan tepung sukun (*Artocarpus altilis*) terhadap karakteristik brownies panggang. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*. 12(4):1114-1127. <https://doi.org/10.24843/itepa.2023.v12.i04.p25>
- Hätönen KA, Similä ME, Virtamo JR, Eriksson JG, Hannila ML, Sinkko HK, Sundvall JE, Mykkänen HM, Valsta LM. 2006. Methodologic considerations in the measurement of glycemic index: glycemic

- response to rye bread, oatmeal porridge, and mashed potato. *Am J Clin Nutr.* 84(5):1055-61. <https://doi.org/10.1093/ajcn/84.5.1055>
- Hustiany R. 2016. Reaksi Maillard. Pembentuk Citarasa Dan Warna Pada Produk Pangan. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press.
- Juliana J, Limawan CA, Sopyana F. 2022. Penggunaan tepung oat sebagai substitusi tepung terigu dalam pembuatan brownies. *UBM Journal.* 4(2). <http://dx.doi.org/10.30813/fame.v4i2.3172>
- [Kemenkes RI] Kementerian Kesehatan RI. 2024. Laporan Tematik Survei Kesehatan Indonesia Tahun 2023: Potret Kesehatan Indonesia. Jakarta: Kemenkes RI.
- [Kemenkes RI] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2018. Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI) 2017. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kuliah Sari DE, Tambunan WT, Patimang A. 2022. Karakteristik organoleptik cookies berbahan tepung komposit terigu dan sukun. *Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan.* 1(1):10-15. <https://doi.org/10.30812/jtmp.v1i1.2173>
- Lestari S, Siswanto Y, Rediningsih DR, Zulfa U. 2021. Perilaku kebiasaan konsumsi makanan sebagai faktor risiko penyakit tidak menular pada remaja. *Pro Health Jurnal Ilmiah Kesehatan.* 3(1):118-122.
- Masita S, Wijaya M, Fadilah R. 2018. Karakteristik sifat fisiko-kimia tepung sukun (*Artocarpus altilis*) dengan varietas Toddo'Puli. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian.* 3:234-243. <https://doi.org/10.26858/jptp.v3i0.5722>
- Masri E, Herlani H, Zebua IS. 2024. Gambaran pengetahuan dan konsumsi makanan berisiko pada mahasiswa S1 Gizi Universitas Perintis Indonesia Tahun 2023. *Ensiklopedia of Journal.* 6(4), 35-46.
- Ratnasari D, Mulyani IR. 2022. Uji organoleptik tepung ampas tahu dan granola sebagai snack bar. *Jurnal Ilmiah Indonesia.* 7(10):14890-14899.
- Marsono Y, Wiyono P. 2020. Indeks glikemik kacang-kacangan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan,* 31(3): 211-216, doi:10.6066/jtip.2020.31.3.211.
- Naswa ID, Sartika W, Nurman Z, Hasneli H, Yuniritha E. 2024. Hubungan asupan karbohidrat, indeks dan beban glikemik dengan kadar glukosa darah penderita diabetes melitus tipe 2 di wilayah Puskesmas lubuk Buaya Kota Padang tahun 2023. *Jurnal Gizi Mandiri.* 1(2):26-39. <https://doi.org/10.29238/jnutri.v2i2.334>
- Ni C, Jia Q, Ding G, Wu X, Yang M. 2022. Low-glycemic index diets as an intervention in metabolic diseases: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients.* 14(2):1-15. <https://doi.org/10.3390/nu14020307>
- Tanaka IM, Wahyuni S, Sadimantara MS. 2020. Karakteristik sifat fisik tepung sukun (*Artocarpus altilis*) termodifikasi annealing: Studi kepustakaan. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan.* 5(4):3079-3084.
- Probosari E. 2019. Pengaruh protein diet terhadap indeks glikemik. *JNH (Journal of Nutrition and Health).* 7(1):33-39.
- Purbowati P, Kumalasari I. 2023. Indeks glikemik nasi putih dengan beberapa cara pengolahan. *Amerta Nutrition.* 7(2):224-229. <https://doi.org/10.20473/amnt.v7i2.2023.223-229>
- Putri FL, Kartikawati D. 2022. Optimasi konsentrasi ragi dan jenis pembungkus dalam pembuatan tempe kacang tunggak (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *Jurnal Agrifoodtech.* 1(2): 103-118. <https://doi.org/10.56444/agrifoodtech.v1i2.310>
- Rachmadian D, Puspita DI. 2020. Korelasi antara Asupan protein, serat dan durasi tidur dengan status gizi remaja. *Jurnal Riset Gizi.* 8(2):85-89. <https://doi.org/10.31983/jrg.v8i2.6274>
- Siswoyo TA, Morita N. 2010. Influence of annealing on gelatinization properties, retrogradation, and susceptibility of breadfruit starch (*Artocarpus communis*). *International Journal of Food Properties.* 13(3):553-560. <https://doi.org/10.1080/10942910802713164>
- Sari FDN, Jairani EN. 2019. Uji daya terima bolu kukus dari tepung kulit singkong. *Jurnal Dunia Gizi.* 2(1):1-11. <https://doi.org/10.33085/jdg.v2i1.2982>
- Soelistijo SA, Suastika K, Lindarto D, Decroli E, Permana H, Sucipto KW, Kusnadi Y, Budiman B, Ikhsan R, Sasirani L, Sanusi H, Nugroho H, Susanto H. 2021. Pedoman Pengelolaan Dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa Di Indonesia 2021. Jakarta: PB PERKENI.
- Soviana E, Pawestri C. 2020. Efek konsumsi bahan makanan yang mengandung beban glikemik terhadap kadar glukosa darah. *Darussalam Nutrition Journal.* 4(2):94-102. <https://doi.org/10.21111/dnj.v4i2.4047>
- Sunani RH. 2023. Review article: Indeks glikemik (IG) dan beban glikemik (BG) sebagai faktor risiko diabetes melitus tipe II pada pangan sumber karbohidrat. *Farmaka.* 21(1): 116-122. <https://doi.org/10.24198/farmaka.v21i1.44951>

- Surachman R, Putra INK, Wiadnyani AAIS. 2022. Pengaruh perbandingan terigu dan tepung sukun (*Artocarpus altilis*) terhadap sifat fisiko-kimia dan sensoris bolu kukus. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*. 11(2). 248-261. <https://doi.org/10.24843/itepa.2022.v11.i02.p07>
- Tahar N, Fitrah M, Maulidia NA, David D. 2020. Penentuan kadar protein daging ikan terbang (*Hirundichthys oxycephalus*) sebagai substitusi tepung dalam formulasi biskuit. *Jurnal Farmaka*. 5(36): 251-257.
- Wahyudiati D. 2017. *Biokimia*. Mataram: Penerbit LEPPIM.
- Widowati S, Amiarsi D, Nurlaela RS. 2020. Reduksi senyawa penyebab rasa pahit dalam pembuatan tepung sukun. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*. 1(2):59-65. <https://doi.org/10.30997/jiph.v1i2.3105>
- Wuri D, Rukmini A. 2023. Pengaruh proporsi tepung sukun terhadap sifat organoleptik serta kandungan protein produk brownies kukus. *Jurnal Keluarga*. 9(2):143-150. <https://doi.org/10.30738/keluarga.v9i2.12208>