

## Formulasi biskuit tepung tempe biji kedawung (*Parkia roxburghii* G. Don) untuk pasien diabetes melitus

*Formulations of biscuits from kedawung seed tempeh flour (Parkia roxburghii G. Don) for diabetes mellitus patients*

Bagaskara Putra Triyanto<sup>1</sup>, Teddy Wahyu Nugroho<sup>2</sup>, Nurmasari Widyastuti<sup>1</sup>, Zulfatul Masruroh<sup>1</sup>, Gemala Anjani\*

<sup>1</sup>Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Kedokteran, Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

### ABSTRACT

**Background:** Diabetes mellitus (DM) is a metabolic disease characterized by hyperglycemia. Blood glucose can be controlled with food consumption with low glycaemic index (GI) and glycaemic load (GL) values. Kedawung seeds contain high protein and fiber and can be an alternative to low GI and GL food sources for DM patients. **Objectives:** This research analyzed total protein, crude fiber, glycaemic index, and glycaemic load levels from biscuits by substituting kedawung seed tempeh flour. **Methods:** The study was an experimental study with four treatments. The substitution of kedawung seed tempeh flour in biscuits was 0%, 10%, 30%, and 50%. Protein content was analyzed using the Kjeldahl method, and crude fiber was analyzed using the gravimetric method. Statistical analysis was done using the One Way ANOVA and Tukey posthoc test. A hedonic test on 25 semi-trained panelists was conducted to determine the best formulation, and the results were analyzed using the Kruskal Walls and Friedman post-hoc test. IAUC analyzed the glycaemic index from 10 respondents. **Results:** Biscuits substituting kedawung seed tempeh flour affected protein content ( $p=0.00$ ) and crude fiber ( $p=0.00$ ). The best acceptance was biscuits with a 10% substitution of kedawung seed tempeh flour, which has a 32.28% glycaemic index value and a 9.98% glycaemic load. **Conclusions:** The biscuits substituting kedawung seed tempeh flour significantly increased protein and crude fiber content. Biscuit formulation with 10% kedawung seed tempeh flour had a low glycaemic index and glycaemic load.

**KEYWORDS:** biscuit; glycaemic index; kedawung seed; tempeh

### ABSTRAK

**Latar belakang:** Diabetes mellitus (DM) adalah penyakit metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia. Glukosa darah dapat dikontrol dengan mengonsumsi makanan yang memiliki nilai indeks glikemik (IG) dan beban glikemik (BG) rendah. Biji kedawung tinggi protein dan serat sehingga dapat menjadi alternatif makanan yang rendah IG dan BG untuk penderita DM. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan protein, serat kasar, indeks glikemik, dan beban glikemik biskuit dengan substitusi tepung tempe biji kedawung. **Metode:** Penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan 4 perlakuan. Substitusi tepung tempe biji kedawung pada biskuit yaitu 0%, 10%, 30%, dan 50%. Kadar protein dianalisis dengan metode Kjeldahl dan serat kasar dianalisis dengan metode uji gravimetri. Analisis statistik menggunakan *One Way Anova* dan uji *post-hoc* Tukey. Uji Hedonik pada 25 panelis semi-terlatih dilakukan untuk menentukan formulasi terbaik dan hasilnya dianalisis menggunakan uji *Kruskal Walls* dan uji *post-hoc Friedman*. Analisis nilai indeks glikemik 10 responden dengan metode IAUC. **Hasil:** Biskuit yang disubstitusi dengan tepung tempe biji kedawung berpengaruh signifikan terhadap kadar protein ( $p=0.00$ ) dan serat kasar biskuit ( $p=0.00$ ). Tingkat daya terima terbaik yaitu biskuit dengan substitusi tepung tempe biji kedawung 10% yang mempunyai nilai indeks glikemik 32,28% dan beban glikemik 9,98%. **Simpulan:** Biskuit yang disubstitusi tepung tempe biji kedawung meningkatkan kadar protein dan serat kasar secara signifikan. Formulasi biskuit dengan substitusi 10% memiliki nilai indeks glikemik dan beban glikemik yang tergolong rendah.

**KATA KUNCI:** biskuit; indeks glikemik; biji kedawung; tempe

**Korespondensi:** Gemala Anjani, Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Soedarto SH, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia, e-mail: [gemaanjani@gmail.com](mailto:gemaanjani@gmail.com)

**Cara sitasi:** Triyanto BP, Nugroho TW, Widyastuti N, Anjani G. Formulasi biskuit tepung tempe biji kedawung (*Parkia roxburghii* G. Don) untuk pasien diabetes melitus. Jurnal Gizi Klinik Indonesia. 2023;20(1):29-37. doi: 10.22146/ijcn.67253

## PENDAHULUAN

Diabetes mellitus (DM) dikaitkan dengan hiperglikemi, yaitu keadaan dimana glukosa darah melebihi batas normal yang disebabkan karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya [1]. Pada tahun 2019, *International Diabetes Federation* (IDF) memperkirakan sebanyak 374 juta orang berusia 20-79 tahun mempunyai intoleransi glukosa dan berisiko mengalami DM Tipe 2 [2]. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengontrol gula darah dan mengurangi perkembangan komplikasi adalah melalui konsumsi makanan rendah indeks glikemik [3]. Indeks glikemik (IG) menunjukkan kemampuan suatu makanan yang mengandung karbohidrat dalam meningkatkan kadar glukosa darah [4]. Pangan dengan IG rendah mengalami proses pencernaan lambat yang berdampak pada lamanya pengosongan lambung sehingga fluktuasi respon glukosa darah relatif kecil [5,6]. Nilai beban glikemik (BG) akan membantu dalam mencerminkan ukuran saji makanan dan memberikan informasi terkait jumlah karbohidrat per sajian yang dapat meningkatkan atau mempengaruhi respon glukosa darah [7].

Salah satu bahan pangan yang memiliki IG rendah sehingga dapat dimanfaatkan untuk menurunkan kadar glukosa darah yaitu polong-polongan [8,9]. Polong-polongan memiliki kandungan protein dan serat yang tinggi sehingga dapat merangsang sekresi insulin dan memperlambat laju pencernaan pati [6]. Kandungan serat kasar akan memberikan rasa kenyang karena komposisi karbohidrat kompleks dapat menghentikan nafsu makan sehingga mengakibatkan turunnya konsumsi makanan [10].

Biji kedawung termasuk ke dalam polong-polongan yang memiliki kandungan protein dan serat yang tinggi. Kandungan karbohidrat dan serat biji kedawung tergolong tinggi yaitu sebesar 22% [11]. Kandungan protein biji kedawung (28,8%) lebih tinggi dibandingkan dengan kacang bengal (23%), kacang tunggak (24%), kacang hijau (24%), dan kacang merah (22%) [11,12]. Biji kedawung dapat digunakan sebagai obat tradisional karena memiliki potensi penghambatan  $\alpha$ -glukosidase yang signifikan sehingga mempunyai efek anti-hiperglikemik. Selain itu, biji kedawung juga bersifat hepatoprotektif dari fraksi yang diperkaya EA-Fr 5 dengan EGCG dan hiperin sebagai konstituen aktif [13].

Proses pengolahan yang dapat meningkatkan daya cerna dan mengurangi antinutrisi pada biji kedawung yaitu melalui fermentasi [14]. Proses fermentasi yang dilakukan pada kedelai menunjukkan bahwa setelah 24 jam fermentasi, jumlah total asam amino yang terbentuk mengalami peningkatan 1,2 g/100 g kedelai [15]. Namun, umur simpan tempe relatif rendah karena kadar air yang cukup tinggi serta mikroba yang terus tumbuh dan berkembang biak sehingga menyebabkan degradasi protein dan membentuk amoniak yang menghasilkan bau busuk [16,17]. Oleh karena itu, diperlukan alternatif untuk memperpanjang umur simpan tempe yaitu melalui penepungan.

Tepung tempe dapat diolah menjadi berbagai produk yang lebih menarik dari segi fisik dan rasa sehingga dapat disukai konsumen [18]. Tepung tempe biji kedawung dapat disubstitusikan ke dalam biskuit sehingga dapat mengurangi pemakaian tepung terigu dan menurunkan indeks glikemik pada biskuit [19]. Biskuit mempunyai umur simpan yang lebih lama dibandingkan produk olahan kue lainnya [20,21]. Biskuit diabetes digolongkan ke dalam pangan kebutuhan medis khusus (PKMK) yang dapat digunakan sebagai makanan pengganti atau makanan tambahan, dengan memperhitungkan kebutuhan dan asupan gizi per hari penyandang DM [22].

Pada beberapa penelitian optimasi pengolahan menggunakan bahan polong-polongan, substitusi 10% memiliki kandungan yang baik dan substitusi 30% menjadi taraf paling tinggi yang dapat ditoleransi [23-25]. Namun, penelitian-penelitian tersebut kebanyakan menggunakan dua faktor substitusi atau lebih sehingga terdapat kemungkinan substitusi 50% satu faktor masih mempunyai tingkat kesukaan yang baik. Penelitian terkait biji kedawung masih belum banyak dilakukan, Padahal, biji kedawung memiliki kandungan gizi yang baik sehingga berpotensi sebagai pangan fungsional. Selain itu, biji kedawung tersedia secara melimpah di Indonesia. Oleh karena itu, peneliti melakukan inovasi pembuatan produk berbahan dasar biji kedawung yang diharapkan bisa menghasilkan produk yang memenuhi persyaratan biskuit DM serta mempunyai tingkat kesukaan yang baik dengan nilai indeks glikemik dan beban glikemik yang rendah.

## BAHAN DAN METODE

### Desain dan subjek

Penelitian yang dilakukan termasuk penelitian eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap yang dilakukan pada bulan September-Oktober 2020. Analisis kandungan protein, serat kasar, total pati, dan total glukosa dilakukan oleh CV. Chem-Mix Pratama Yogyakarta dan diuji di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Universitas Gadjah Mada. Sementara uji tingkat kesukaan dan pengujian kadar glukosa darah untuk mendapatkan nilai IG dilakukan di *Student Center* Universitas Diponegoro Semarang. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari Komisi Bioetika Penelitian Kedokteran/Kesehatan, Fakultas Kedokteran Universitas Sultan Agung Semarang No. 270/VIII/2020/Komisi Bioetik.

Penelitian ini diawali dengan formulasi pembuatan biskuit tempe biji kedawung dengan empat taraf substitusi yaitu 0%, 10%, 30%, dan 50% (**Tabel 1**). Setelah itu, akan dilakukan analisis kandungan protein menggunakan metode Kjeldhal dan serat kasar menggunakan metode gravimetri pada. Pada setiap formulasi akan dianalisis secara duplo dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali.

### Pengumpulan dan pengukuran data

*Uji organoleptik.* Uji tingkat kesukaan dilakukan oleh panelis semi-terlatih sebanyak 25 orang dengan melakukan penilaian terhadap rasa, warna, aroma, dan tekstur. Hasil tingkat penerimaan dikategorikan berdasarkan skala hedonik dengan nilai 1 sampai 5, yaitu 1 = sangat tidak suka; 2 = tidak suka; 3 = agak suka; 4 = suka; 5 = sangat suka. Hasil terbaik dari uji tingkat

kesukaan biskuit tempe biji kedawung akan dilakukan uji indeks glikemik.

*Indeks glikemik dan beban glikemik.* Uji indeks glikemik dilakukan pada mahasiswa Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran yang berjumlah 10 orang. Subjek harus memenuhi kriteria inklusi antara lain berusia 18-23 tahun, indeks massa tubuh (IMT) normal (18,5 – 22,9 kg/m<sup>2</sup>), dan glukosa darah puasa kurang dari 110 mg/dL. Sampel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pangan standar dan pangan uji. Pangan standar yang digunakan dibuat dengan cara melarutkan 25 g glukosa cair dalam 125 ml air sedangkan pangan uji yang digunakan adalah biskuit tempe biji kedawung dengan uji tingkat kesukaan terbaik dengan substitusi tempe biji kedawung 10%. Jumlah pangan uji yang diberikan sebanyak 40 g biskuit yang setara dengan kandungan karbohidrat pangan standar. Prosedur uji nilai indeks glikemik menggunakan metode *Incremental Area Under the blood glucose Curve* (IAUC). Sebelum dilakukan uji indeks glikemik, subjek diharuskan berpuasa selama 10 jam (kecuali air putih). Setelah itu, subjek diberikan pangan standar dan dilakukan pengambilan darah sebanyak 50 µl (*finger-prick capillary blood*) pada menit ke- 0, 15, 30, 45, 60, 90, dan 120. Selang waktu 3 hari, akan dilakukan uji indeks glikemik biskuit tempe biji kedawung. Metode pelaksanaan analisis yang dilakukan sama seperti uji pada pangan standar. Hasil pengukuran luas area pangan uji dan glukosa cair kemudian dibandingkan dan dikalikan 100% untuk mendapatkan hasil indeks glikemik pada tiap subjek.

Kadar *available carbohydrate*:

$$\text{Glukosa total} + (1,1 \times \text{Pati Total})$$

**Tabel 1. Formulasi biskuit tempe biji kedawung**

Bahan	F0/Kontrol (g) (100 : 0)	F1 (g) (90 : 10)	F2 (g) (70 : 30)	F3 (g) (50 : 50)
Tepung terigu	130	117	91	65
Tepung tempe biji kedawung	0	13	39	65
Susu skim cair	66,7	66,7	66,7	66,7
Sorbitol	10	10	10	10
Margarin	80	80	80	80
Maizena	10	10	10	10
Kuning telur	10	10	10	10

Sumber: Kustanti, 2017 [23] dengan modifikasi

Beban glikemik:

$$\frac{\text{Indeks glikemik} \times \text{available carbohydrate}}{\text{porsi}} = 100$$

### Analisis data

Analisis kadar protein dan serat kasar menggunakan uji statistik One Way ANOVA karena data berdistribusi normal kemudian dilanjutkan dengan uji *post-hoc* Tukey untuk mengetahui beda nyata antar kelompok perlakuan. Data tingkat penerimaan diuji statistik dengan menggunakan uji *Kruskal Walls* dan dilanjutkan dengan uji *post-hoc Friedman*.

## HASIL

### Kadar protein, pati total, dan glukosa total

Hasil uji protein biskuit tempe biji kedawung pada **Tabel 2** menunjukkan perbedaan kadar protein yang signifikan pada setiap perlakuan ( $p=0,000$ ). Semakin tinggi persentase substitusi tepung tempe biji kedawung maka kadar protein biskuit menjadi meningkat. Kandungan protein tertinggi terdapat pada biskuit tempe biji kedawung substitusi 50%. Sementara hasil uji serat kasar biskuit tempe biji kedawung menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase substitusi tepung tempe biji kedawung, maka semakin tinggi kadar serat kasar pada biskuit. Berdasarkan **Tabel 2** diperoleh hasil bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada setiap kelompok

perlakuan dengan kadar serat kasar tertinggi terdapat pada biskuit tempe biji kedawung substitusi 50%. Lebih lanjut, analisis kadar pati total biskuit tempe biji kedawung dengan substitusi 10% yaitu 40,82 dan kadar glukosa total 16,96% sehingga kadar *available carbohydrate* sebesar 61,87%.

### Tingkat kesukaan

**Gambar 1** menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan ( $p=0,000$ ) pada rasa, warna, aroma, dan tingkat kesukaan biskuit tempe biji kedawung dan tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada tekstur ( $p = 0,269$ ).

### Respon glukosa darah

**Gambar 2** menampilkan hasil perbandingan rerata kadar glukosa setelah pemberian glukosa cair dengan biskuit tempe biji kedawung substitusi 10%. Pemberian biskuit tempe biji kedawung substitusi 10% meningkatkan kadar gula darah pada responden lebih rendah jika dibandingkan dengan pemberian glukosa cair.

### Indeks glikemik dan beban glikemik

Nilai indeks glikemik dan beban glikemik biskuit tempe biji kedawung dengan formulasi substitusi 10% yaitu 32,28% dan 9,98% sehingga keduanya termasuk dalam kategori rendah (**Tabel 3**).

**Tabel 2. Hasil uji kadar protein dan serat kasar**

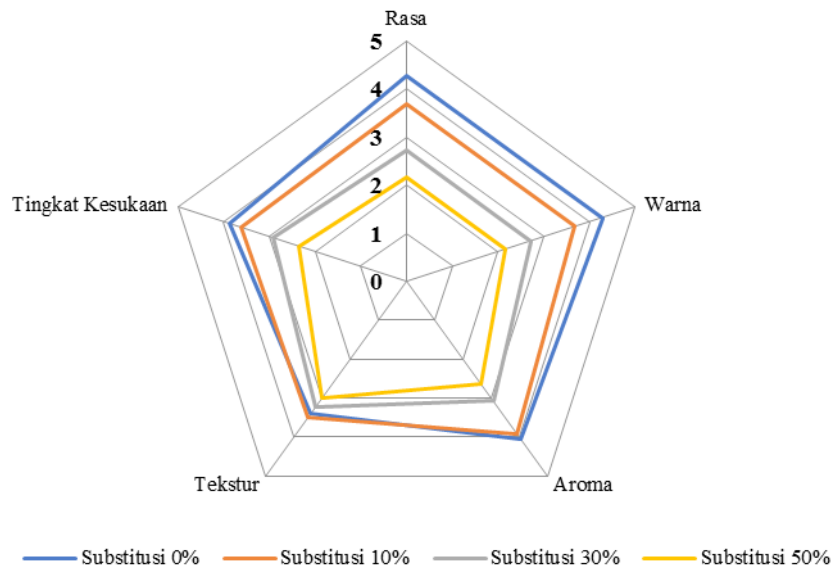
Formula substitusi	Rerata ± SD	
	Kadar protein (%)	Kadar serat kasar (%)
Biskuit tempe biji kedawung substitusi 0%	8,186±0,04 <sup>a</sup>	3,171±0,02 <sup>a</sup>
Biskuit tempe biji kedawung substitusi 10%	10,536±0,07 <sup>b</sup>	6,769±0,23 <sup>b</sup>
Biskuit tempe biji kedawung substitusi 30%	10,750±0,02 <sup>b</sup>	10,183±0,09 <sup>c</sup>
Biskuit tempe biji kedawung substitusi 50%	15,370±0,03 <sup>c</sup>	13,479±0,05 <sup>d</sup>
	$p^x = 0,000^*$	$p^x = 0,000^*$

<sup>x</sup> One Way Anova; \*Signifikan ( $p<0,05$ );

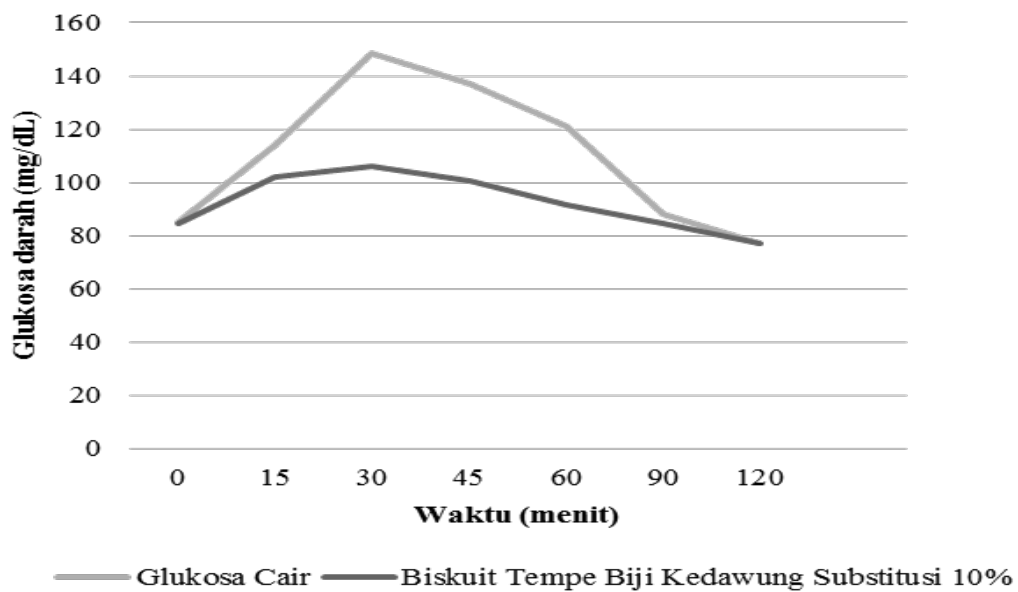
Angka yang diikuti dengan huruf superscript (a, b, c, d) menunjukkan beda signifikan

**Tabel 3. Indeks glikemik dan beban glikemik biskuit tempe biji kedawung substitusi 10%**

Formula Substitusi	Porsi (g)	Available carbohydrate (%)	Available carbohydrate/ porsi (g)	Indeks glikemik (%)	Beban glikemik (%)
Biskuit tempe biji kedawung substitusi 10%	5	61,87	30,94	32,28	9,98



Gambar 1. Hasil uji tingkat kesukaan



Gambar 2. Kurva perbandingan respon glukosa darah glukosa cair dengan pemberian biskuit tempe biji kedawung substitusi 10%

## BAHASAN

### Kadar protein

Substitusi tepung tempe biji kedawung secara signifikan dapat berpengaruh pada kadar protein biskuit ( $p=0,000$ ). Semakin banyak kadar tepung tempe biji

kedawung pada biskuit menyebabkan kadar protein meningkat. Kadar protein meningkat setelah proses fermentasi akibat berkurangnya rasio karbon yang utamanya berasal dari karbohidrat karena adanya aktivitas katabolisme mikroorganisme pada tempe. Hal ini membuat rasio nitrogen pada total massa tempe

terlihat lebih banyak [26]. Penambahan mikroorganisme seperti kapang juga dapat meningkatkan massa protein intraseluler dan ekstraseluler sehingga kadar protein terlihat lebih tinggi [27]. Tepung tempe hasil fermentasi memiliki kadar protein yang lebih tinggi, yaitu sekitar 40% [28] dibandingkan dengan tepung terigu yang hanya memiliki kandungan protein sebesar 8-13% [29].

Protein dari biskuit diabetes yang dianjurkan untuk penderita DM tipe 2 yaitu sebesar 2,5-5 g tiap 100 kkal [22]. Dengan demikian, biskuit tempe biji kedawung 10% sudah memenuhi syarat kandungan protein yang diperlukan untuk makanan selingan dengan mengonsumsi sebanyak 50 gram atau 10 keping biskuit [22]. Konsumsi protein lebih dari 30% dalam sehari dapat menurunkan gula darah *postprandial* pada penderita DM tipe 2 [30].

### **Kadar serat kasar**

Kadar serat kasar biskuit dengan substitusi tepung tempe biji kedawung mengalami peningkatan dibandingkan dengan kadar serat kasar biskuit kontrol. Kenaikan kadar serat kasar pada biskuit disebabkan adanya substitusi tepung tempe biji kedawung. Asupan serat yang dianjurkan untuk penderita DM tipe 2 adalah sebesar 25 g/hari [1]. Biskuit dengan substitusi tepung tempe biji kedawung 10% per 50 g dapat menyumbang 13,5% dari anjuran kebutuhan serat per hari. Fungsi serat kasar terutama adalah memperlambat pencernaan di dalam usus, memberikan rasa kenyang lebih lama, dan memperlambat laju peningkatan glukosa darah sehingga insulin yang dibutuhkan untuk mentransfer glukosa ke dalam sel-sel tubuh dan mengubahnya menjadi energi semakin sedikit [10].

### **Tingkat kesukaan**

Uji hedonik dilakukan oleh 25 orang semi-panelis dengan empat kategori pengujian yaitu rasa, warna, aroma, dan tekstur dari produk biskuit substitusi tepung tempe biji kedawung. Biskuit dengan substitusi 10% tepung tempe biji kedawung menjadi formulasi terbaik karena mempunyai kategori skor lebih dari atau sama dengan 3,5 (suka) dan tidak mempunyai perbedaan signifikan secara statistik dibanding dengan formula kontrol. Berdasarkan analisis data kategori rasa dari uji

hedonik, formulasi yang paling disukai adalah biskuit substitusi 0% karena menurut panelis rasa biskuit semakin pahit seiring penambahan tepung tempe biji kedawung, meskipun hasil penilaian tidak signifikan pada substitusi 10%. Rasa pahit tempe dapat disebabkan adanya peptida dan asam pada biji kedawung ataupun tumbuhnya kapang pada tempe. Hidrolisis enzimatis dari protein tempe menyebabkan rasa pahit yang berasal dari peptida hidrofobik hasil reaksi proteolitik [31]. Rasa pahit juga dapat terjadi karena degradasi atau konversi senyawa yang bertanggung jawab untuk rasa pahit. Interaksi antara asam amino dan senyawa dikarbonil selama proses penepungan tempe menghasilkan senyawa lain seperti alkil pirazin [32].

Nilai tertinggi pada kategori warna terdapat pada biskuit tempe biji kedawung dengan substitusi 0% karena warna biskuit lebih cerah jika dibandingkan dengan yang lain. Kandungan protein biskuit yang semakin meningkat pada tiap konsentrasi substitusi membuat reaksi Maillard semakin tinggi saat proses penepungan dan pemanggangan [33]. Pada kategori aroma, biskuit dengan substitusi 0% mendapat hasil penilaian tertinggi dari panelis. Penambahan tepung tempe biji kedawung meningkatkan bau menyengat. Aroma yang umum dicium dari produk kedelai atau polong-polongan ini dapat ditemui pada hampir semua produk fermentasi berbahan polong-polongan. Bau ini berasal dari campuran senyawa volatile seperti methyl-1-butanol; hexanal; 2,4-decadienal; dan dimethyl disulfide [34,35]. Namun, pada biskuit substitusi 10% menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan dengan substitusi 0% dan menandakan substitusi pada taraf yang bisa ditoleransi.

Berdasarkan uji hedonik tekstur pada keempat konsentrasi substitusi, hasil tertinggi ditemukan pada substitusi 10% tepung tempe biji kedawung, meskipun hasil analisis menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antara keempat konsentrasi substitusi. Substitusi tepung berbahan polong-polongan dapat meningkatkan kadar protein yang membuat daya serap air semakin tinggi dan menyebabkan biskuit menjadi lebih keras [36-38].

### **Indeks glikemik dan beban glikemik**

Nilai IG biskuit tempe biji kedawung substitusi 10% yaitu 32,28% dan respon glikemik pangan biskuit

tempe biji kedawung substitusi 10% termasuk dalam kategori rendah yaitu kurang dari 55. Penurunan IG dapat disebabkan oleh banyak faktor antara lain kadar protein dan lemak, kadar serat, serta cara pengolahan [7]. Nilai IG pangan dikelompokkan menjadi IG rendah jika kurang dari 55%, sedang 55-70%, dan tinggi jika lebih dari 70% [4]. Nilai beban glikemik pangan dikelompokkan menjadi BG rendah jika kurang dari 10, sedang 11-19, dan tinggi jika lebih dari 20 [39].

Setiap keping biskuit tempe biji kedawung substitusi 10% mempunyai kadar protein 0,1 g dan serat kasar 0,07 g. Namun, kebutuhan protein makanan selingan masih dapat terpenuhi dengan mengonsumsi 50 g atau 10 keping biskuit. Sekresi insulin yang dipicu oleh protein relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan karbohidrat [40]. Protein diperlukan dalam jumlah besar agar dapat mempengaruhi kadar glukosa darah [41]. Proses pencernaan protein dapat memicu pelepasan hormon kolesistokinin yang dapat meningkatkan rasa kenyang [40]. Kandungan serat dapat memberikan rasa kenyang yang lebih lama dan mempengaruhi IG pangan dengan cara meningkatkan viskositas serta menurunkan absorpsi makronutrien sehingga akan menurunkan glukosa darah postprandial dan insulin [10]. Kemampuan biji kedawung untuk menurunkan nilai IG juga dapat berasal dari fraksi yang diperkaya EA-Fr 5 dengan EGCG dan hiperin sebagai konstituen aktif yang berpotensi menghambat  $\alpha$ -glukosidase dan memberi efek anti-hiperglikemik serta hepatoprotektif [13].

Pangan dengan IG rendah mengalami proses pencernaan lambat yang berdampak pada lamanya pengosongan lambung. Pengosongan lambung menyebabkan suspensi pangan (*chyme*) lebih lambat mencapai usus kecil sehingga penyerapan glukosa pada usus kecil menjadi lambat. Akhirnya, fluktuasi kadar glukosa darah relatif kecil, ditunjukkan dengan kurva respons glikemik yang landai [5,6]. Sebaliknya, pangan tinggi IG akan memicu sekresi insulin lebih banyak daripada makanan dengan IG rendah karena terjadi hiperglikemia *postprandial* dan peningkatan level *incretin*, yaitu hormon yang berperan dalam stimulasi sekresi insulin sehingga terjadi hiperinsulinemia yang menyebabkan resistensi insulin [42]. Oleh karena itu, penderita DM tipe 2 dianjurkan mengonsumsi makanan

dengan IG rendah dan mengurangi konsumsi pangan dengan IG tinggi agar kadar gula darah terkontrol.

Pemilihan makanan penderita DM tipe 2 dapat lebih efektif jika juga mempertimbangkan beban glikemik (BG). Hal ini karena BG memberikan informasi yang lebih lengkap mengenai pengaruh konsumsi pangan aktual terhadap peningkatan kadar gula darah. Beban glikemik biskuit tempe biji kedawung substitusi 10% adalah 9,98% yang tergolong rendah. Beban glikemik rendah dan diet BG telah menunjukkan perbaikan dalam kontrol glikemik, penurunan serum lipid, risiko kardiovaskular, dan diabetes [43]. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian di Jepang yang menyimpulkan terdapat hubungan antara diet tinggi BG dengan risiko DM tipe 2 pada wanita [44]. Kelebihan dari penelitian ini yaitu mampu mengetahui dan menjelaskan pengaruh pemberian biskuit tempe biji kedawung terhadap kadar indeks glikemik. Namun, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait pengaruh pemberian biskuit tempe biji kedawung pada pasien DM tipe 2.

## SIMPULAN DAN SARAN

Substitusi tepung tempe biji kedawung berpengaruh secara signifikan terhadap kadar protein, kadar serat kasar, dan tingkat kesukaan biskuit. Biskuit dengan substitusi 10% tempe biji kedawung memiliki tingkat penerimaan terbaik dan memiliki nilai IG 32,28% dan BG 9,98% yang termasuk dalam kategori rendah. Dengan demikian, biskuit dengan substitusi 10% tempe biji kedawung dapat memenuhi rekomendasi sebagai pangan fungsional rendah IG dan BG untuk penderita DM Tipe 2.

### *Pernyataan konflik kepentingan*

Penulis menyatakan tidak ada konflik dalam penelitian ini

## RUJUKAN

1. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 2014;37(Supp 1):S81–90. doi: 10.2337/dc14-s081
2. International Diabetes Federation. *IDF diabetes atlas 9th edition*. Brussel, Belgia: International Diabetes Federation; 2019.

3. Marín-peñalver JJ, Martín-timón I, Sevillano-collantes C, Cañizo-gómez FJ, Marín-peñalver JJ, Martín-timón I, et al. Update on the treatment of type 2 diabetes mellitus. *World J Diabetes*. 2016;7(17):354–95. doi: 10.4239/wjd.v7.i17.354
4. Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Goff DV, et al. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr*. 1981;34(3):362–6. doi: 10.1093/ajcn/34.3.362
5. Darren CGP, Diane ET, Charlotte ELE, Cleghorn CL, Nykjaer C, Burley VJ, et al. Glycemic index, glycemic load, carbohydrates, and type 2 diabetes: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *Diabetes Care*. 2013;36(12):4166–71. doi: 10.2337/dc13-0325
6. Augustin LSA, Kendall CWC, Jenkins DJA, Willett WC, Astrup A, et al. Glycemic index, glycemic load and glycemic response : An International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2015;25(9):795–815. doi: 10.1016/j.numecd.2015.05.005
7. Siagian RA. Indeks glikemik pangan: cara mudah memilih pangan yang menyehatkan. Jakarta: Penebar Swadaya; 2004.
8. Marsono Y, Wiyono P, Noor Z. Indeks glikemik kacang-kacangan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 2002;13(3):211-6.
9. Istiqomah A, Rustanti N. Indeks glikemik, beban glikemik, kadar protein, serat dan tingkat kesukaan kue kering tepung garut dengan substitusi tepung kacang merah. *Journal of Nutrition College*. 2015;4(2):620–7. doi: 10.14710/jnc.v4i4.10171
10. Guevarra MT, Panlasigui LN. Blood glucose responses of diabetes mellitus type II patients to some local fruits. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2000;9(4):303–8. doi: 10.1046/j.1440-6047.2000.00159.x
11. Longvah T, Deosthale YG. Nutrient composition and food potential of *Parkia roxburghii*, a less known tree legume from northeast India. *Food Chemistry*. 1998;62(4):447-81. doi: 10.1016/s0308-8146(97)00179-9
12. Gopalan C, Ramasastri BV, Balasubramanian SC. Nutritive value of Indian foods. Rao BSN, Deosthale YG, Pant KC, editors. Hyderabad, India: National Institute of Nutrition, ICMR; 1989.
13. Sheikha Y, Maibama BC, Talukdara NC, Chandra Deka D, Borah JC. In vitro and in vivo anti-diabetic and hepatoprotective effects of edible pods of *Parkia roxburghii* and quantification of the active constituent by HPLC-PDA. *J Ethnopharmacol*. 2016;191:21-28. doi: 10.1016/j.jep.201606.015
14. Sathya A, Siddhuraju P. Effect of processing methods on compositional evaluation of underutilized legume, *Parkia roxburghii* G. Don (yongchak) seeds. *J Food Sci Technol*. 2015;52(10):6157–69. doi: 10.1007/s13197-015-1732-4
15. Handoyo T, Morita N. Structural and functional properties of fermented soybean (Tempeh) by using *Rhizopus oligosporus*. *Int J Food Prop*. 2006;9(2):347–55. doi: 10.1080/10942910500224746
16. Astawan M. Sehat dengan tempe, panduan lengkap menjaga kesehatan dengan tempe. Jakarta: Dian Rakyat; 2008.
17. Bastian F, Ishak E, Tawali AB, Bilang M. Daya terima dan kandungan zat gizi formula tepung tempe dengan penambahan semi refined carrageenan (SRC) dan bubuk kakao. *Jurnal Aplikasi dan Teknologi Pangan*. 2013;2(1):5–8.
18. Watts BM, Ylimaki GL, Jeffery LE, Elias LG. Basic sensory methods for food evaluation. Ottawa: The International Development Research Centre; 1989.
19. Marangoni F, Poli A. The glycemic index of bread and biscuits is markedly reduced by the addition of a proprietary fiber mixture to the ingredients. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2008;18(9):602–5. doi: 10.1016/j.numecd.2007.11.003
20. Dogan IS. Effect of oven types on the characteristics of biscuits made from refrigerated and frozen doughs. *Food Technol Biotechnol*. 2006;44(1):117–22.
21. Boobier W, Baker J, Davies B. Development of a healthy biscuit : an alternative approach to biscuit manufacture. *Nutr J*. 2006;7(5):1–7. doi: 10.1186/1475-2891-5-7
22. Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. Pengawasan pangan olahan untuk keperluan gizi khusus. Jakarta: BPOM RI; 2018.
23. Kustanti IH, Rimbawan, Furqon LA. Formulasi biskuit rendah indeks glikemik (BATIK) dengan substitusi tepung pisang klutuk (*Musa balbisiana Colla*) dan tepung tempe. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2017;6(1):12–8. doi: 10.17728/jatp.217
24. Latifah E, Rahmawaty S, Rauf R. Analisis kandungan energi protein dan daya terima biskuit garut-tempe tinggi energi protein sebagai alternatif snack untuk anak usia sekolah. *Darussalam Nutrition Journal*. 2019;3(1):19–29. doi: 10.21111/dnj.v3i1.3140
25. Chandra S, Singh S, Kumari D. Evaluation of functional properties of composite flours and sensorial attributes of composite flour biscuits. *J Food Sci Technol*. 2015;52(6):3681–8. doi: 10.1007/s1397-014-1427-2
26. Kumar R, Ali S, De U. Physical and chemical response of 145 MeV Ne<sup>6+</sup> ion irradiated PMMA. *Nuclear Instruments and Methods Physics Research*. 2011;269(14):1755–9. doi: 10.1016/j.nimb.2010.12.025
27. Antai SP. The effect of fermentation on the nutrient status and on some toxic components of *Icacinia manni*. *Plant Foods Hum Nutr*. 1992;42(3):219–24. doi: 10.1007/BF02193929



28. Sathya A, Siddhuraju P. Effect of indigenous processing methods on phenolics and antioxidant potential of underutilized legumes *Acacia auriculiformis* and *Parkia roxburghii*. *Journal of Food Quality*. 2013;36:98–112. doi: 10.1111/jfq.12024
29. Hartanto ES. Kajian penerapan SNI produk tepung terigu sebagai bahan makanan. *Jurnal Standarisasi*. 2012;14(2). doi: 10.31153/js.v14i2.97
30. Gannon MC, Nuttall FQ, Saeed A, Jordan K, Hoover H. An increase in dietary protein improves the blood glucose response in persons with type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr*. 2003;78(4):734–41. doi: 10.1093/ajcn/78.4.734
31. Leejeerajumnean A, Duckham SC, Owens JD, Ames JM. Volatile compounds in *Bacillus*-fermented soybeans. *J Sci Food Agric*. 2001;81(5):525–9. doi: 10.1002/jsfa.843
32. Hih BEYS, Ientjes CAHCA, Leveland THEC. Effect of soybean lipoxygenase on volatile generation and inhibition of *Aspergillus flavus* mycelial growth. *J Agric Food Chem*. 2005;53(12):4778–83. doi: 10.1021/jf058038o
33. Feiner G. Definitions of terms used in meat science. In: *Meat products handbook*. Inggris: Woodhead Publishing; 2006.
34. Boatright WL, Lei Q. Compounds contributing to the “beany” odor of aqueous solutions of soy protein isolates. *Journal of Food Science*. 1999;64(4):667–70. doi: 10.1111/j.1365-2621.1999.tb15107.x
35. Jelen H, Majcher M, Ginja A, Kuligowski M. Determination of compounds responsible for tempeh aroma. *Food Chem*. 2013;141(1):459–65. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.03.047
36. Hoojjat P, Zabik ME. Sugar-snap cookies prepared with wheat navy bean-sesame seed flour blends. *Cereal Chem*. 1984;61(1):41–4.
37. Yusufu MI, Obiegbuna JE. Studies on the utilization of green bean as raw material in cookies produced from wheat flour. *Agricultural Science Research Journal*. 2015;5(6):92–7.
38. Setyaningsih DN, Fathonah S, R.D.A P, Auda AK, Solekah N. The influence of baking duration on the sensory quality and the nutrient content of mung bean biscuits. *Food Research*. 2019;3(6):777–82. doi: 10.26656/fr.2017.3(6).089
39. Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load: 2002. *Am J Clin Nutr*. 2002;76(1):5–56. doi: 10.1093/ajcn/nqab233
40. Makris AP, Borradaile KE, Oliver TL, Cassim NG, Rosenbaum DL, Boden GH, et al. The individual and combined effects of glycemic index and protein on glycemic response, hunger, and energy intake. *Obesity*. 2009;19(12):2365–73. doi: 10.1038/oby.2011.145
41. Probosari E. Pengaruh protein diet terhadap indeks glikemik. *Journal of Nutrition and Health*. 2019;7(1):33–9.
42. Ludwig MD. The glycemic index: physiological and mechanism relating to obesity, diabetes, and cardiovascular disease. *JAMA*. 2002;287(18):2414–23. doi: 10.1001/jama.287.18.2414
43. Fernandez-raudaes D, Diaz-rios LK, Lotton J, Chapman-novakofski K. Effect of beverages with different protein profiles on postprandial blood glucose response in overweight and obese men. *Journal of Diabetes Mellitus*. 2012;2(1):40–6. doi: 10.4236/jdm.2012.21007
44. Oba S, Nanri A, Kurotani K, Goto A, Mizoue T, Tsugane S, et al. Dietary glycemic index, glycemic load and incidence of type 2 diabetes in Japanese men and women: the Japan Public Health Center-based prospective study. *Nutr J*. 2013;12(1):165. doi: 10.1186/1475-2891-12-165