

## Snack bar berbahan pati sagu (*Metroxylon* sp.), tempe, dan beras hitam sebagai pangan fungsional berindeks glikemik rendah

Winy Puspita, Ahmad Sulaeman\*, Evy Damayanthi

### ABSTRACT

**Background:** High calories intake from snacks with low nutritional value will contribute to increase the prevalence of obesity and diabetes. Nutritional strategies to prevent hyperglycemia are controlling blood glucose levels, restrict calories and carbohydrate intake. Sago starch (*Metroxylon* sp.), tempe and black rice contains ingredients such as dietary fiber, resistant starch, amylose and low glycemic index. Modified snack bar using these ingredients can produce attractive products and provide the beneficial nutrients.

**Objectives:** To determine a snack bar formulation made from sago starch, tempe and black rice and analyze physicochemical characteristics and glycemic index value of the product.

**Methods:** This study used a completely randomized design analyzing three different proportions of sago starch and tempe, namely F1 (2:1), F2 (1.5:1), and F3 (1:1) with two replications for each formula. The Selected formula was determined based on consumer acceptability by semi-trained panelists using 9-point hedonic scale, physicochemical properties, nutrient content, and glycemic index value.

**Results:** The Selected formula (F3) was potentially used as functional food as indicated by high level of dietary fiber (11.05%), 8.8 % resistant starch, in vitro starch digestibility (14.02%), the highest amylose-amylopectin ratio (60.1% : 39.9%), low glycemic index (40) and low glycemic load (5.4). The F3 formula produced a slow increase and peak point of blood glucose response of 107.5 mg/dl at minute 30th lower than the administration of anhydrous glucose with peak point of blood glucose levels of 143.4 mg/dl.

**Conclusion:** The F3 formula with the proportion of sago starch and tempe (1:1) had low glycemic index and was categorized as high-fiber food with high level of resistant starch. Therefore, this product has the potency as functional snack alternative for diabetes patients.

**Keywords :** diabetes mellitus; functional food; glycemic index; snack bar.

### ABSTRAK

**Latar Belakang :** Tingginya asupan kalori dari makanan selingan (snack) yang bernilai gizi kurang baik akan berkontribusi terhadap peningkatan prevalensi obesitas dan diabetes. Strategi diet untuk mencegah hiperglikemia adalah mengontrol kadar glukosa darah, membatasi asupan kalori dan karbohidrat. Pati sagu (*Metroxylon* sp.), tempe dan beras hitam mengandung ingredien seperti serat pangan, pati resisten, amilosa dan berindeks glikemik rendah. Snack bar yang dimodifikasi menggunakan ingredien tersebut dapat menghasilkan produk yang menarik dan menyediakan zat gizi yang bermanfaat.

**Tujuan :** Menentukan formulasi snack bar berbahan pati sagu, tempe dan beras hitam serta menganalisis karakteristik fisikokimia dan nilai indeks glikemik.

**Metode :** Penelitian ini menggunakan desain rancangan acak lengkap (RAL) untuk menganalisis tiga perlakuan berdasarkan perbedaan jumlah perbandingan antara pati sagu dan tempe yaitu F1 (1:1), F2 (1,5:1) dan F3 (1:1) dengan dua kali ulangan untuk tiap formula. Formula terpilih ditetapkan berdasarkan penerimaan produk oleh panelis semi terlatih dengan menggunakan the 9-point hedonic scale, sifat fisikokimia, kandungan zat gizi dan nilai indeks glikemik.

**Hasil :** Formula terpilih (formula F3) berpotensi sebagai pangan fungsional yang ditunjukkan dengan tingginya kadar serat sebesar 11,05%, 8,8% pati resisten, daya cerna pati in vitro sebesar 14,02%, tingginya rasio antara amilosa dan amilopektin (60,1% : 39,9%), indeks glikemik rendah (40) dan beban glikemik rendah (5,4). Formula F3 menghasilkan kenaikan yang lambat dan puncak respon glukosa darah pada menit ke-30 sebesar 107,5 mg /dl yang lebih rendah dibandingkan pemberian glukosa murni dengan puncak respon glikemik sebesar 143,4 mg /dl.

**Simpulan :** Snack bar formula F3 dengan perbandingan jumlah pati sagu dan tempe (1:1) memiliki indeks glikemik rendah, dapat dikategorikan sebagai pangan tinggi serat dengan kadar pati resisten tinggi dan produk ini berpotensi sebagai alternatif makanan selingan fungsional bagi penderita diabetes.

**Kata Kunci :** diabetes mellitus; indeks glikemik; pangan fungsional; snack bar.

### PENDAHULUAN

Berdasarkan data World Health Organization

(WHO), hiperglikemia kronis merupakan penyebab terbesar ketiga risiko kematian dini.<sup>1</sup> International Diabetes Federation (IDF) memperkirakan 1 dari 11

orang dewasa di seluruh dunia menderita diabetes mellitus (DM) dan Indonesia menempati peringkat ke tujuh dalam jumlah orang dewasa yang mengalami DM sebesar 10 juta jiwa.<sup>2</sup>

Kontrol glikemik yang baik sangat penting bagi pasien DM tipe 2 yang dapat dicapai dengan intervensi diet.<sup>3</sup> Pengelolaan diet pada penderita diabetes tidak hanya terbatas pada restriksi kalori dan asupan karbohidrat saja, namun juga harus memperhatikan aspek gizi kualitatif lainnya seperti penekanan pada indeks glikemik, konsumsi serat, dan pati resisten.<sup>3-5</sup> Penerapan konsep indeks glikemik awalnya untuk membantu penderita diabetes memilih pangan yang tidak meningkatkan glukosa darah secara drastis, kemudian berkembang untuk semua kalangan yaitu orang sehat, atlet dan obesitas. Indeks glikemik berperan dalam penurunan risiko penyakit kronis, diantaranya pencegahan dan manajemen diabetes, risiko kanker, penyakit jantung koroner serta bermanfaat bagi anak-anak dan remaja untuk mengurangi risiko DM tipe 2.<sup>4,6,7</sup>

Hasil metaanalisis menunjukkan penurunan glukosa darah puasa sebesar 0,85 mmol/L dan HbA1c 0,26% ketika peningkatan konsumsi serat rata-rata 15-40 g/hari digunakan sebagai intervensi diet pada pasien DM tipe 2.<sup>8</sup> *American Diabetes Association* (ADA) merekomendasikan asupan serat 14 g/1000 kkal atau 28 g/2000 kkal untuk membantu pengendalian kadar glukosa darah.<sup>9</sup> Pati resisten berpotensi sebagai ingredien yang dapat ditambahkan dalam pembuatan pangan fungsional karena memberi efek positif pada kesehatan yaitu daya cernanya lambat sehingga dapat menurunkan kadar glukosa darah dan kebutuhan insulin, dan meningkatkan hormon inkretin yang dapat menstimulasi sekresi insulin.<sup>3,5,10</sup> Konsumsi pati resisten 40 g/hari selama 12 minggu pada pasien DM tipe 2 terbukti signifikan menurunkan kadar glukosa darah *postprandial* dan penyerapan glukosa yang lebih besar di seluruh otot lengan bawah.<sup>11</sup>

Sejumlah penelitian melaporkan bahwa orang dewasa di beberapa negara barat mengonsumsi *snack* 24% hingga 36% dari kalori sehari.<sup>12,13</sup> Peningkatan frekuensi, jumlah konsumsi makanan dan kebiasaan ngemil tanpa diiringi kompensasi pengurangan kalori tiap waktu makan tentunya akan berdampak terhadap *body mass index* (BMI) dan risiko DM tipe 2.<sup>14</sup> Penderita DM memerlukan pengaturan makan dalam porsi kecil dan sering sehingga selain makanan utama dibutuhkan makanan selingan untuk memenuhi kebutuhan gizi dan menjaga kestabilan kadar glukosa darah. *Snack* adalah makanan kecil yang dikonsumsi di luar waktu makan utama (makan pagi, makan siang dan makan malam) yang terdiri dari makanan selingan pagi dan makanan selingan sore.<sup>15</sup> Makanan selingan yang direkomendasikan bagi penderita DM sebesar 10-15% dari total kalori sehari.<sup>16</sup>

Menyediakan produk dan mempromosikan makanan yang bermanfaat bagi kesehatan merupakan salah satu *global public health policies* untuk menurunkan epidemi penyakit DM tipe 2.<sup>17</sup> Ketersediaan produk makanan bagi penderita DM masih terbatas di pasaran, pilihan yang ada cenderung tinggi indeks glikemik, berdensitas kalori tinggi, tinggi karbohidrat serta rendah serat. Oleh karena itu pengembangan produk menggunakan ingredien yang memiliki efek kesehatan positif seperti serat dan pati resisten diharapkan dapat membantu mengendalikan kadar glukosa darah.

*Snack bar* merupakan salah satu produk makanan yang dapat diberikan kepada penderita diabetes dan dapat menjadi media untuk meningkatkan konsumsi serat, pati resisten, amilosa dan pangan berindeks glikemik rendah yang terbukti mampu menurunkan laju penyerapan glukosa dan memperbaiki sensitivitas insulin.<sup>3,8,18</sup> Pati sagu (*Metroxylon* sp.) mengandung serat pangan 3,13%<sup>19</sup>, kadar amilosa tinggi (27,45%)<sup>20</sup>, dan pati resisten tinggi (11%).<sup>21</sup> Perpaduan tempe, labu kuning dan beras hitam akan memberikan kontribusi zat gizi dan dipertimbangkan sebagai pangan fungsional. Labu kuning memiliki bukti ilmiah mampu mengontrol glukosa darah dan meningkatkan sensitivitas insulin.<sup>22</sup> Kandungan isoflavon daidzein dan genistein pada kedelai fermentasi berpotensi meningkatkan sensitivitas insulin.<sup>23</sup> Suplementasi kedelai 27,3% pada produk *snack* dilaporkan dapat menurunkan glukosa darah *postprandial*.<sup>24</sup> Penelitian menunjukkan *snack bar* beras hitam memiliki indeks glikemik rendah (42,2).<sup>25</sup> Hal ini terkait dengan kandungan serat yang tinggi pada beras hitam (7,7%).<sup>26</sup>

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa pati sagu, tempe dan beras hitam berpotensi dikembangkan sebagai ingredien pangan fungsional bagi penderita DM. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk *snack bar* berbahan pati sagu (*Metroxylon* sp.), tempe, dan beras hitam serta menganalisis karakteristik fisikokimia dan indeks glikemik guna memberikan informasi terkait spesifikasi produk dan potensinya sebagai alternatif makanan selingan bagi penderita diabetes.

## BAHAN DAN METODE

Desain penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan dua kali ulangan. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni - Desember 2018. Penelitian dilakukan di Laboratorium Percobaan Makanan dan Laboratorium Uji Organoleptik Departemen Gizi Masyarakat IPB, Laboratorium Analisis Pangan Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan IPB, dan Laboratorium Saraswati Indo Genetech (SIG) Bogor. Pengambilan sampel darah untuk pengukuran indeks glikemik dilakukan di Laboratorium

Konsultasi Gizi Departemen Gizi Masyarakat IPB bekerja sama dengan tenaga kesehatan Klinik PKU Muhammadiyah Bogor.

Pembuatan *snack bar* menggunakan bahan baku pati sagu (*Metroxylon sp.*) dari Kabupaten Kepulauan Meranti Provinsi Riau. Tempe yang digunakan adalah Tempe Kita produksi Rumah Tempe Indonesia. Beras hitam varietas Cempo Ireng diperoleh dari Kelompok Tani Alam Lestari desa Kiarasari Kecamatan Sukajaya Bogor. Bahan tambahan yang digunakan adalah labu kuning (*Cucurbitae moschata D.*), kuning telur, margarin *butter*, susu rendah lemak, garam, *dark compound chocolate*, *baking powder*, minyak jagung, gula cair rendah kalori, sukralosa, dan isomalt *powder*. Bahan dan alat untuk uji indeks glikemik meliputi *glucose anhydrouse*, pangan uji *snack bar* formula F1, F2 dan F3 yang mengandung 50 g *available carbohydrate*, *disposable lancet*, *alcohol swap*, glucometer, dan strip glukosa *EasyTouch*®, serta alat antropometri *microtoise* dengan ketelitian 0,1 cm dan *Bioelectrical Impedance Analysis (BIA)*,

Penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk: 1) Menganalisis sifat kimia pati sagu (*Metroxylon sp.*) meliputi daya cerna pati *in vitro* dan kadar pati resisten. 2) Menyusun formula dan

proses pembuatan *snack bar* pati sagu, tempe, dan beras hitam.

Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI) mempersyaratkan komposisi makanan selingan pada penderita DM sebesar 10-15% dari total energi sehari dan dapat dikonsumsi 2-3 porsi dalam sehari.<sup>16</sup> Pembatas utama adalah kandungan karbohidrat (45-65% dari kebutuhan energi total)<sup>16</sup>, dan serat 28-40 g/2000 kkal.<sup>8,9</sup> Penentuan kebutuhan gizi dalam formulasi produk berdasarkan perhitungan kebutuhan gizi pada penderita DM dengan mengasumsikan perempuan dewasa usia 48 tahun dengan berat badan 55 kg dan tinggi badan 158 cm sehingga didapatkan jumlah kebutuhan energi 2000 kkal/hari.<sup>16</sup> Berdasarkan perhitungan didapatkan kandungan gizi yang harus dipenuhi pada formulasi *snack bar* adalah 200-300 kkal/hari yang dapat dikonsumsi 2 porsi dalam sehari dengan kandungan karbohidrat 22,5-48,75 g dan serat 2,8-6 g.

Pembuatan *snack bar* pati sagu, tempe dan beras hitam dimodifikasi dari *brownies* panggang<sup>27</sup> dan *snack bar* beras hitam.<sup>25</sup> Penyusunan rancangan formula dilakukan secara *trial* dan *error* dengan perlakuan yaitu jumlah perbandingan antara pati sagu dan tempe yang terdiri dari formula F1 (2:1), F2 (1,5:1) dan F3 (1:1). Tampilan produk adalah *bar type bake cake* dengan lapisan brondong beras hitam.

Tabel 1. Formulasi *Snack Bar* Berdasarkan Campuran Pati Sagu dan Tempe

Bahan	Perbandingan Jumlah Pati Sagu dan Tempe		
	F1 (2:1)	F2 (1,5:1)	F3 (1:1)
Pati sagu (g)	350	262,5	175
Tempe (g)	175	175	175
Brondong beras hitam (g)	80	80	80
Labu kuning (g)	150	150	150
Kuning telur (g)	40	40	40
Margarin <i>butter</i>	150	150	150
Susu rendah lemak (g)	50	50	50
<i>Dark compound chocolate</i> (g)	20	20	20
Sukralosa (g)	0,3	0,3	0,3
Bahan lain (g)	147,8	147,8	147,8

Proses pengolahan *snack bar* diawali dengan pembuatan brondong dari beras hitam yang dilakukan di *home industry* brondong CV Milanium Sumedang. Pati sagu disangrai dengan menambahkan daun pandan selama ± 20 menit. Tempe dan labu kuning dipotong dengan ketebalan ± 3 cm lalu dikukus selama 10 menit dan dihaluskan. Langkah selanjutnya adalah pembuatan *bar type bake cake* meliputi penimbangan bahan, pencampuran (*mixing*), pencetakan adonan dan pemanggangan. Margarin *butter* dan sukralosa dikocok menggunakan *mixer* selama 2 menit, lalu ditambahkan kuning telur dan diaduk dengan *mixer* selama 30 detik. Selanjutnya pencampuran bahan lain secara berurutan sambil diaduk merata. Adonan kemudian dicetak menggunakan cetakan *brownies* sekat dengan ukuran 7,5

x 3,5 cm per porsi, lalu dipanggang selama 2 tahap pada suhu 120°C selama 30 menit dan suhu 110°C selama 60 menit. Tahapan selanjutnya adalah pemasakan brondong beras hitam dengan bahan pengikat (*binder*). Proses diawali dengan melarutkan isomalt dengan air kemudian dipanaskan sampai isomalt mencair lalu ditambahkan minyak jagung dan gula cair rendah kalori hingga membentuk karamel. Brondong beras hitam dimasukkan sambil diaduk merata dan selanjutnya pencetakan brondong beras hitam di atas lapisan *bar type bake cake*.

Penelitian utama bertujuan untuk melihat pengaruh formula (perbandingan jumlah pati sagu dan tempe) terhadap sifat kimia, organoleptik dan nilai indeks glikemik *snack bar*. Sifat kimia yang dianalisis meliputi kadar pati resisten<sup>28</sup>, daya cerna pati *in vitro*<sup>29</sup>,

kadar pati total<sup>30</sup>, kadar amilosa metode spektrofotometri<sup>30</sup>, kadar amilopektin dihitung *by difference*, kadar air dengan metode oven, kadar abu metode pengabuan kering, kadar lemak menggunakan metode soxhlet, kadar protein metode mikro-kjeldahl dan kadar karbohidrat dihitung *by difference*.<sup>31</sup> Kadar serat pangan dianalisis menggunakan metode enzimatis.<sup>30</sup>

Pengujian organoleptik terdiri atas uji hedonik dan uji mutu hedonik. Uji hedonik dilakukan untuk mengetahui tanggapan panelis berdasarkan kesan baik atau buruk terhadap produk yang dihasilkan.<sup>32</sup> Metode penilaian uji organoleptik menggunakan *the 9-point hedonic scale*.<sup>33</sup> Parameter yang digunakan meliputi atribut warna, aroma pati sagu, aroma tempe, aroma labu kuning, aroma brondong beras hitam, rasa manis, rasa pahit dan *after taste*. Tekstur meliputi kekerasan, kekompakan dan kemudahan patahan. Skala yang digunakan dalam uji mutu hedonik dimulai dari satu (amat sangat lemah) hingga sembilan (amat sangat kuat). Uji hedonik digunakan untuk mengetahui tanggapan panelis terhadap kesukaan atau ketidaksukaan terhadap produk.<sup>32</sup> Parameter yang dinilai terdiri dari warna, aroma, rasa, tekstur dan kesukaan keseluruhan. Skala yang digunakan dalam uji hedonik dimulai dari satu (amat sangat tidak suka) hingga sembilan (amat sangat suka) yang dilakukan oleh 34 panelis semi terlatih.

Pada uji indeks glikemik, proses diawali dengan perekrutan dan seleksi calon subjek. Pemilihan calon subjek dilakukan secara *purposive* dan direkrut dari mahasiswa S1 Departemen Gizi Masyarakat IPB. Jumlah minimal subjek pengukuran IG pangan adalah 10 orang.<sup>34,35</sup> Kriteria inklusinya adalah: 1) Laki-laki atau wanita usia 18 - 30 tahun, 2) Memiliki indeks massa tubuh (IMT) normal 18,5 – 22,9 kg/m<sup>2</sup> <sup>36</sup>, 3) Tidak memiliki riwayat penyakit DM baik diri sendiri maupun keluarga, 4) Memiliki kadar glukosa darah puasa normal, 5) Tidak sedang mengalami penyakit gangguan pencernaan, 6) Tidak sedang mengonsumsi obat-obatan medis, 7) Tidak mengonsumsi minuman beralkohol, 8) Tidak merokok.<sup>34</sup>

Subjek yang telah memenuhi kriteria, diberikan penjelasan terkait prosedur penelitian. Calon subjek kemudian diminta kesediaannya untuk terlibat dalam penelitian dengan menandatangani lembar *Informed Consent*. Persetujuan Etik telah diperoleh dari dari Komisi Etik Penelitian yang Melibatkan Subjek Manusia, LPPM, IPB dengan Nomor 128/IT3.KEPMSM-IPB/SK/2018. Subjek yang mengikuti penelitian dapat mengalami *drop-out* jika 1) Mengundurkan diri di tengah penelitian. 2) Mengalami sakit sehingga tidak dapat dilakukan pengambilan darah. 3) Data glukosa darah milik subjek merupakan data pencilan. Pada saat skrining diperoleh 12 calon subjek. Selama proses pengamatan, 2 orang subjek mengalami *drop-out*. Satu orang subjek mengundurkan diri karena

bepergian ke luar kota dan terdapat data pencilan kadar glukosa darah pada 1 orang subjek. Subjek akhir berjumlah 10 orang dan telah sesuai dengan protokol pengukuran indeks glikemik dan seluruhnya berjenis kelamin wanita.<sup>34,35</sup> Perbedaan jenis kelamin tidak mempengaruhi respon glikemik.<sup>34</sup> Penelitian menunjukkan bahwa pemberian glukosa murni tidak menghasilkan kadar glukosa darah yang berbeda antara pria dan wanita.<sup>37</sup>

Rata-rata Indeks Massa Tubuh (IMT) 20,35 kg/m<sup>2</sup> artinya seluruh subjek memiliki status gizi normal. Rata-rata usia subjek adalah 21,1 tahun. Usia merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi hasil pengukuran indeks glikemik. Hal ini terkait dengan sensitivitas insulin, pada usia muda pelepasan jumlah insulin yang hampir sama menyebabkan kenaikan yang lebih kecil dalam kadar glukosa darah.<sup>38</sup>

Sebelum dilakukan pengambilan darah dan pemberian pangan standar dan pangan uji dilakukan persiapan, antara lain : 1) Subjek diharuskan berpuasa selama 10 jam mulai pukul 22.00 hingga pukul 08.00 WIB keesokan harinya (subjek hanya diperkenankan mengonsumsi air putih). 2) Mempersiapkan pangan standar dan pangan uji. Jumlah pangan uji yang dikonsumsi subjek dihitung berdasarkan jumlah *available carbohydrate* yang setara dengan 50 g karbohidrat.<sup>34</sup> 3) Pangan standar berupa 50 g glukosa murni dilarutkan dalam 250 ml air mineral.<sup>34</sup> Karbohidrat yang dihitung dalam indeks glikemik adalah karbohidrat yang dapat dicerna, diserap dan dimetabolisme atau disebut *available carbohydrate*.<sup>34</sup> Serat pangan yang merupakan polimer KH yang tidak dihidrolisis oleh enzim di dalam usus halus manusia tidak tergolong sebagai *available carbohydrate*.<sup>34,39</sup> Rumus perhitungan jumlah pangan uji sebagai berikut:

$$\text{Jumlah pangan uji} = \frac{50}{(\text{carbohydrate by difference} - \text{serat pangan})} \times 100$$

Prosedur pengukuran indeks glikemik dilakukan sebagai berikut : 1) Subjek diambil darahnya secara bergiliran untuk mengetahui kadar glukosa darah puasa (menit ke-0). 2) Setelah itu subjek diberikan pangan standar atau pangan uji, bila dalam bentuk cair harus dihabiskan dalam durasi 5-10 menit. Bila dalam bentuk padat/semi padat harus dihabiskan dalam durasi 10-15 menit.<sup>34</sup> 3) Selama 120 menit setelah mengonsumsi pangan standar, diambil sampel darah sebanyak ±50 µL menggunakan *finger-prick capillary blood samples method* dengan waktu pengambilan berturut-turut pada menit ke-15, 30, 45, 60, 90 dan 120.<sup>6</sup> Sampel darah pertama (menit ke-15) harus diambil tepat 15 menit setelah gigitan pertama makanan atau tegukan pertama minuman. 4) Tiap tujuh hari kemudian, hal yang sama dilakukan dengan memberikan pangan uji formula F1, F2 dan F3. 5) Respon glukosa darah yang diperoleh dari setiap titik waktu pengukuran dibuat dalam bentuk

kurva. Waktu (menit) pengukuran sebagai sumbu X dan kadar glukosa darah (mg/dl) sebagai sumbu Y. 6) Indeks glikemik masing-masing subjek ditentukan dengan membandingkan luas daerah di bawah kurva antara pangan yang akan diukur indeks glikemiknya dengan pangan standar.<sup>6,34</sup> Pada penelitian ini juga menghitung beban glikemik dari *snack bar* berbahan pati sagu, tempe dan beras hitam. Beban glikemik dari tiap takaran saji *snack bar* formula F1, F2 dan F3 dihitung dengan rumus indeks glikemik dikalikan jumlah *available carbohydrate* dalam ukuran porsi dan dibagi dengan 100.<sup>35,40</sup>

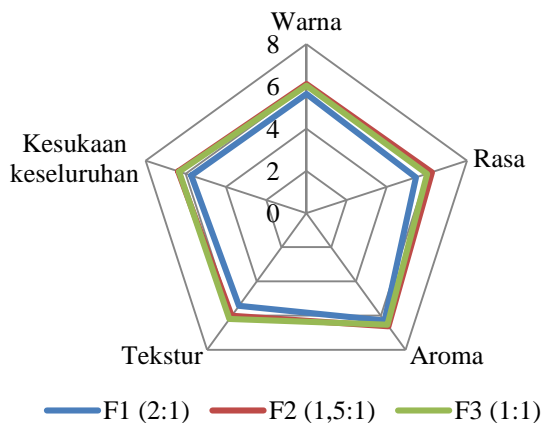
Data kandungan zat gizi, karakteristik kimia dan nilai indeks glikemik dianalisis secara deskriptif. Data hasil uji organoleptik (uji hedonik dan uji mutu hedonik) dianalisis menggunakan *One Way ANOVA* dan uji non-parametrik *Kruskal-Wallis* sesuai hasil normalitas data. Apabila hasil analisis ( $<0,05$ ) maka perbedaannya dianggap signifikan secara statistik dan dilakukan uji lanjut Duncan.

## HASIL

### Karakteristik Organoleptik *Snack Bar* Pati Sagu, Tempe, dan Beras Hitam

#### Karakteristik Kesukaan Panelis terhadap Produk *Snack Bar*

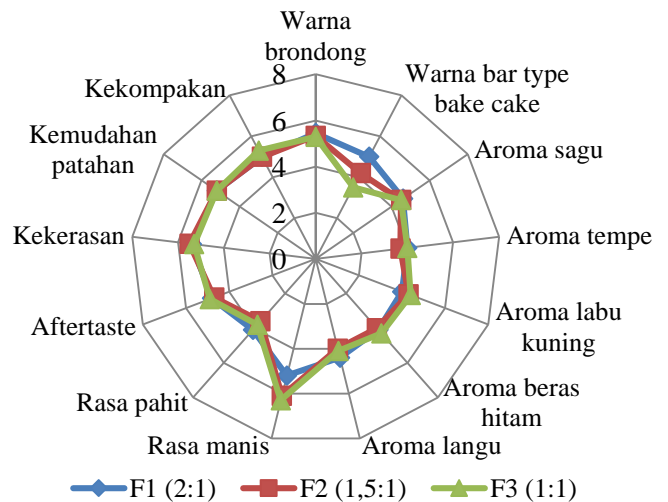
Hasil uji hedonik menggambarkan penilaian kesukaan panelis terhadap *snack bar* pati sagu, tempe, dan beras hitam yang disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Spider Web Tingkat Kesukaan Panelis terhadap *Snack Bar* Pati Sagu, Tempe, dan Beras Hitam**  
Keterangan: Nilai kesukaan atribut warna, aroma, rasa, tekstur dan kesukaan keseluruhan (1= amat sangat tidak suka, 2= sangat tidak suka, 3= tidak suka, 4= agak tidak suka, 5= biasa, 6= agak suka, 7= suka 8= sangat suka, 9= amat sangat suka)

### Karakteristik Mutu Hedonik *Snack Bar* Pati Sagu, Tempe, dan Beras Hitam

Karakteristik mutu hedonik *snack bar* pati sagu, tempe, dan beras hitam disajikan pada Gambar 2.

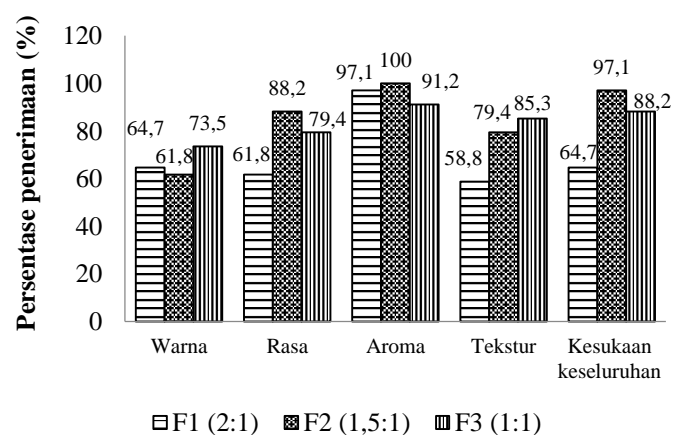


**Gambar 2. Spider web karakteristik Mutu Hedonik *Snack Bar* Pati Sagu, Tempe, dan Beras Hitam**

Keterangan: Warna *bar type bake cake*  $<5$  cenderung coklat,  $5=$  coklat kekuningan,  $\geq 6$  cenderung kuning; Warna brondong beras hitam  $<5$  cenderung hitam,  $5=$  coklat kehitaman,  $\geq 6$  cenderung coklat; Aroma sugu, aroma tempe, aroma beras hitam  $<5$  cenderung lemah,  $5=$  biasa,  $\geq 6$  cenderung kuat; Aroma langgu  $<5$  cenderung tidak langgu,  $5=$  biasa,  $\geq 6$  cenderung langgu; Rasa manis  $<5$  cenderung tidak manis,  $5=$  pas,  $\geq 6$  cenderung manis; Rasa pahit  $<5$  cenderung tidak pahit,  $5=$  pas,  $\geq 6$  cenderung pahit; *After taste*  $<5$  cenderung lemah,  $5=$  biasa,  $\geq 6$  cenderung kuat; Kekerasan  $<5$  cenderung empuk,  $5=$  pas,  $\geq 6$  cenderung keras; Kekompakan  $<5$  cenderung tidak kompak,  $5=$  biasa,  $\geq 6$  cenderung kompak; Kemudahan patahan  $<5$  cenderung tidak hancur,  $5=$  biasa,  $\geq 6$  cenderung hancur/mudah patah;

### Persentase Penerimaan *Snack Bar* Pati Sagu, Tempe, dan Beras Hitam

Besarnya jumlah penerimaan produk diperoleh dengan menghitung dan mempersentasekan jumlah panelis yang memberikan skor 5 hingga 9. Persentase penerimaan *snack bar* disajikan pada Gambar 3.



**Gambar 3. Grafik Persentase Penerimaan *Snack Bar* Pati Sagu, Tempe dan Beras Hitam**

### Kandungan Gizi *Snack Bar* Pati Sagu, Tempe, dan Beras Hitam

Hasil analisis kandungan zat gizi *snack bar* sugu, tempe dan beras hitam dapat dilihat pada Tabel 2

**Tabel 2. Kandungan Gizi *Snack Bar* per 100 g Produk**

Komponen	F1	F2	F3
Energi (kkal)	462,13	418,85	438,4
Protein (g)	5,83	6,18	7,27
Lemak (g)	21,4	21,2	23,35
Karbohidrat (g)	61,4	50,8	49,8
Kadar air (%bb)	10,42	20,87	18,52
Kadar abu (%bb)	0,905	0,935	1,07

Keterangan: F1 : perbandingan pati sagu dan tempe (2:1); F2 : perbandingan pati sagu dan tempe (1,5:1); F3 : perbandingan pati sagu dan tempe (1:1);

**Tabel 3. Karakteristik Kimia *Snack Bar* Pati Sagu, Tempe dan Beras Hitam per 100 g Produk**

Komponen	F1 (1;1)	F2 (1,5:1)	F3 (1:1)
Kadar serat pangan (%)	6,87	4,43	11,05
Pati resisten (%)	7,09	6,29	8,8
Daya cerna pati <i>in vitro</i> (%)	14,79	8,38	14,02
Pati total (%)	30,69	36,20	24,27
Amilosa (%)	8,88	14,4	14,59
Amilopektin (%)	21,81	21,79	9,68
Persentase amilosa : amilopektin dari jumlah pati total (%)	28,9 : 71,1	39,8 : 60,2	60,1 : 39,9

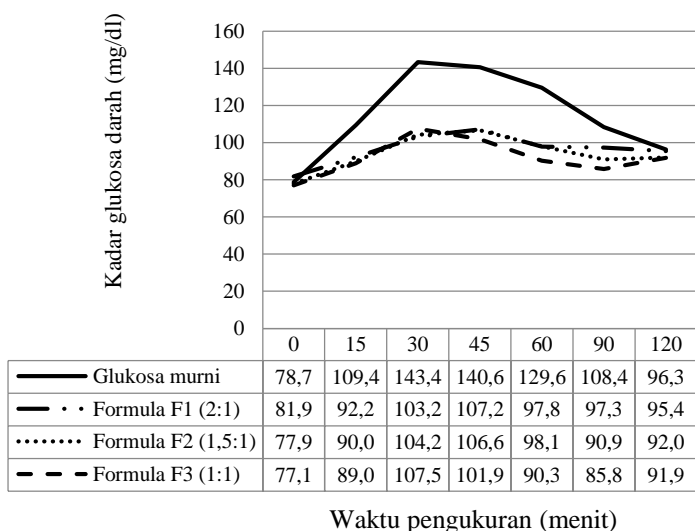
**Karakteristik Kimia *Snack Bar* Pati Sagu, Tempe, dan Beras Hitam**

Hasil analisis sifat kimia *snack bar* pati sagu, tempe dan beras hitam disajikan pada Tabel 3.

**Indeks Glikemik *Snack Bar* Pati Sagu, Tempe, dan Beras Hitam**

**Respon Glukosa Darah**

Rata-rata kadar glukosa darah subjek pada tiap titik waktu pengukuran setelah mengonsumsi pangan standar glukosa murni dan pangan uji *snack bar* formula F1, F2 dan F3 disajikan pada Gambar 4.



**Gambar 4. Kurva Respon Glukosa Darah *Postprandial* setelah Pemberian Glukosa Murni dan Pangan Uji *Snack Bar* Formula F1, F2, dan F3**

Kadar glukosa darah mulai meningkat dari *baseline* masing-masing pada menit ke-15 dan mencapai

puncak respon glikemik pada menit ke-30 khususnya untuk pada pemberian glukosa murni dan formula F3. Formula F1 dan F2 mencapai puncak respon glikemik pada menit ke-45 secara berturut-turut sebesar 107,2 mg/dl dan 106,6 mg/dl.

**Nilai Indeks Glikemik (IG) *Snack Bar* Pati Sagu, Tempe, dan Beras Hitam**

Nilai indeks glikemik *snack bar* berbahan pati sagu, tempe dan beras hitam diperoleh dari rata-rata nilai IG sepuluh orang subjek yang disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Hasil Analisis Indeks Glikemik *Snack Bar* Pati Sagu, Tempe, dan Beras Hitam**

Subjek	F1 (1:1)	F2 (1,5:1)	F3 (1:1)
1	27	33	27
2	32	26	45
3	86	68	60
4	80	61	45
5	55	41	55
6	21	49	30
7	32	19	43
8	52	76	51
9	27	36	26
10	23	50	20
Rata-rata IG±SD	44±23,75	46±18,42	40±13,62

**Beban Glikemik (BG) *Snack Bar* Pati Sagu, Tempe, dan Beras Hitam**

Hasil perhitungan beban glikemik disajikan pada Tabel 5. Dalam berat takaran saji 35 g, beban glikemik formula F1 (8,4), formula F2 (7,5) dan formula F3 memiliki beban glikemik (5,4).

Tabel 5. Beban Glikemik *Snack Bar* Pati Sagu, Tempe dan Beras Hitam

Formula <i>Snack bar</i>	Indeks glikemik	Jumlah takaran saji (g)	Jumlah <i>available carbohydrate</i> per takaran saji (g)	Beban glikemik
F1 (1:1)	44	35	19,1	8,4
F2 (1,5:1)	46	35	16,23	7,5
F3 (2:1)	40	35	13,56	5,4

## PEMBAHASAN

### Karakteristik Produk Berdasarkan Hasil Uji Organoleptik

#### Karakteristik Kesukaan Panelis terhadap *Snack Bar* Pati Sagu, Tempe, dan Beras Hitam

Formula F2 dan F3 merupakan produk yang paling diterima panelis pada atribut rasa, warna, aroma dan kesukaan keseluruhan dengan intensitas nilai yang tidak berbeda jauh (Gambar 1). Rata-rata nilai formula F2 pada atribut rasa 6,25, warna 6,10, aroma 6,62, tekstur 6,01 dan atribut kesukaan keseluruhan 6,38. Rata-rata nilai formula F3 pada atribut rasa sebesar 6,01, warna 6,03, aroma 6,54, tekstur 6,19 dan kesukaan keseluruhan 6,33.

Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antara proporsi pati sagu dan tempe terhadap tingkat kesukaan panelis pada atribut rasa ( $p=0,031$ ) dan kesukaan keseluruhan ( $p=0,013$ ). Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan tingkat kesukaan panelis pada atribut rasa pada formula F1 berbeda nyata dengan formula F2 dan F3, sementara itu tingkat kesukaan panelis pada atribut rasa pada formula F2 dan F3 tidak berbeda nyata. Hasil uji lanjut Duncan pada atribut kesukaan keseluruhan menunjukkan tingkat kesukaan panelis pada formula F1 berbeda nyata dengan formula F2 dan F3, sementara itu pada formula F2 dan F3 tidak berbeda nyata.

#### Karakteristik Mutu Hedonik *Snack Bar* Pati Sagu, Tempe, dan Beras Hitam

Hasil uji mutu hedonik menunjukkan secara umum bahwa ketiga formula *snack bar* memiliki intensitas nilai yang hampir sama pada atribut mutu aroma pati sagu, aroma tempe, aroma labu kuning, aroma brondong beras hitam, rasa pahit, *after taste* dan aroma langu yang menunjukkan kategori cenderung lemah (Gambar 2). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan perlakuan proporsi pati sagu dan tempe terhadap warna *bar type bake cake* ( $p=0,00$ ) dan rasa manis *snack bar* ( $p=0,011$ ). Semakin tinggi perbandingan pati sagu maka warna cenderung lebih coklat. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa warna *bar type bake cake* pada formula F1 berbeda nyata dengan formula F2 dan F3, dan warna *bar type bake cake* pada formula F2 berbeda nyata dengan F3. Hasil uji lanjut Duncan pada atribut rasa manis menunjukkan bahwa formula F1 berbeda nyata dengan formula F2 dan F3, sementara itu rasa manis pada formula F2 dan F3 tidak berbeda nyata.

Penilaian terhadap atribut kekerasan menunjukkan karakteristik *snack bar* pati sagu, tempe, dan beras hitam yang pas (tidak keras) (Gambar 2). Salah satu faktor yang mempengaruhi tekstur produk adalah penggunaan bahan yang tinggi serat.<sup>41</sup> Pada penelitian ini menggunakan pati sagu yang merupakan pati non-gluten serta labu kuning, tempe dan beras hitam yang kaya serat. Penggunaan bahan pangan sumber serat dapat menurunkan volume produk akhir dan meningkatkan kekerasan.<sup>41</sup> Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kualitas produk *cake* adalah kemampuan pembentukan matriks protein saat pati mengalami gelatinisasi dan protein terdenaturasi pada proses pemanggangan maka akan terbentuk matriks yang merupakan komponen utama struktur sel *cake*.<sup>42</sup> Oleh karena itu kombinasi bahan yang mengandung protein seperti tempe, kuning telur dan susu rendah lemak dalam formulasi produk diduga berpengaruh terhadap keberhasilan *snack bar* pati sagu, tempe, dan beras hitam khususnya pada atribut tekstur.

#### Persentase Penerimaan *Snack Bar* Pati Sagu, Tempe, dan Beras Hitam

Berdasarkan persentase penerimaan panelis terhadap tingkat kesukaan pada atribut warna, rasa, aroma, tekstur dan kesukaan keseluruhan menunjukkan bahwa formula F2 merupakan formula dengan persentase penerimaan tertinggi untuk kesukaan pada atribut rasa sebesar 88,2% dan aroma sebesar 100%. Formula F3 menunjukkan persentase penerimaan tertinggi pada atribut warna sebesar 73,5% dan tekstur sebesar 85,3% (Gambar 3).

Persentase penerimaan panelis terhadap kesukaan secara keseluruhan *snack bar* pati sagu, tempe, dan beras hitam berkisar 64,7% - 97,1% dan formula F2 memiliki tingkat penerimaan tertinggi untuk atribut kesukaan keseluruhan sebesar 97,1%. Persentase penerimaan panelis terhadap formula F3 sebesar 88,2% dan formula F1 64,7%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa persentase penerimaan pada ketiga formula >50% yang artinya produk dapat diterima oleh sebagian besar panelis.<sup>32</sup>

#### Kandungan Gizi *Snack Bar* Pati Sagu, Tempe dan Beras Hitam

Kebutuhan protein yang direkomendasikan bagi penderita diabetes dengan fungsi ginjal yang normal adalah 10 - 20% dari kebutuhan energi atau 1,0 - 1,2 g/kg BB.<sup>16,43</sup> Protein berperan untuk mencegah terjadinya malnutrisi dan hipalbuminemia.<sup>43</sup> Pada pasien DM terjadi perubahan dalam metabolisme protein terkait hiperglikemia dan resistensi insulin seiring dengan

pertambahan usia sehingga lebih rentan kehilangan massa otot dan kekuatan otot (*sarcopenia*). Oleh karena itu, tubuh membutuhkan protein dari asupan makanan yang memadai untuk mengoptimalkan sintesis protein otot.<sup>44</sup> Hasil analisis kandungan gizi menunjukkan bahwa kadar protein *snack bar* berkisar 5,83% - 7,27%. Berdasarkan persyaratan kebutuhan protein 10% dari total energi sehari maka jumlah protein yang harus dipenuhi pada penderita DM dengan kebutuhan gizi 2000 kkal adalah 50 g protein/hari.<sup>16</sup> Tiap takaran saji ketiga formula *snack bar* (35 g) memberikan kontribusi protein sebesar 4,4 hingga 5% dari total kebutuhan protein per hari.

*Snack bar* pati sagu, tempe dan beras hitam memiliki kadar karbohidrat 49,8% - 61,4%. Kontribusi energi dari karbohidrat ketiga formula *snack bar* berkisar 45,4% - 53,1% dan telah sesuai dengan persyaratan diet DM (45-65% dari total energi).<sup>16</sup> Pola diet tinggi karbohidrat merugikan kontrol glikemik karena akan menginduksi peningkatan kadar glukosa darah dan insulin plasma dan secara bersamaan akan meningkatkan konsentrasi triasilgliserol yang pada akhirnya memicu faktor risiko komplikasi kardiovaskular.<sup>45</sup> Kadar karbohidrat *snack bar* penelitian ini seiring dengan *snack bar* komersil Soyjoy yang mengandung karbohidrat pada kisaran 45,1% - 49,9%.<sup>46</sup>

Kadar air *snack bar* pati sagu, tempe, dan beras hitam penelitian ini dipengaruhi oleh proses pemanggangan (suhu dan lama pemanggangan) dan kadar air dari bahan-bahan yang digunakan antara lain tempe mengandung kadar air 58,2%<sup>47</sup> dan labu kuning 93,2%.<sup>48</sup> Kadar air *snack bar* penelitian ini berkisar 10,42% - 20,87% yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan produk *snack bar* komersil Soyjoy yang mengandung kadar air 8,7 - 11,4%<sup>46</sup>, namun lebih rendah dibandingkan *snack bar* tepung pisang dan kacang hijau yang memiliki kadar air 25,93%.<sup>49</sup> Kadar abu *snack bar* pada penelitian ini lebih rendah (0,905-1,07) dibandingkan produk *snack bar* Soyjoy yang berkisar 2,2-2,5% (bb).<sup>46</sup>

### **Karakteristik Kimia *Snack Bar* Pati Sagu, Tempe dan Beras Hitam**

*Snack bar* pati sagu, tempe, dan beras hitam pada penelitian ini menekankan kontribusi serat pangan terhadap pemenuhan kebutuhan serat khususnya bagi penderita DM dan dapat pula ditujukan untuk konsumen umum. Serat pangan yang harus dipenuhi untuk kelompok konsumen umum sehingga pangan dapat dikatakan tinggi serat adalah 6 g serat pangan dari 100 g bahan (padat) dan pangan sumber serat bila memenuhi kriteria kandungan serat 3 g dari 100 g bahan (padat).<sup>50</sup>

Serat pangan memiliki karakteristik penting yang diperlukan dalam formulasi pangan fungsional. Berbagai penelitian epidemiologi dan intervensi merekomendasikan bahwa pasien DM disarankan mengonsumsi serat lebih banyak dalam asupan harian

karena dapat menurunkan HbA1c dan meningkatkan kontrol glikemik melalui penurunan respon glukosa darah dan respon insulin yang terkait dengan peran serat dalam menghambat penyerapan zat gizi di usus halus khususnya karbohidrat sederhana.<sup>8,18</sup> Rekomendasi asupan serat pada penderita DM adalah 28-40 g/2000 kkal.<sup>8,9</sup> Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar serat formula F3 (11,05%) dan formula F1 (6,87%) yang dapat dikategorikan sebagai pangan tinggi serat sedangkan formula F2 dikategorikan sebagai pangan sumber serat karena mengandung serat 4,43%.<sup>50</sup>

Kandungan pati resisten pada ketiga formula *snack bar* termasuk kategori tinggi berkisar antara 6,89 - 8,8%.<sup>28</sup> Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar amilosa berbanding lurus dengan kadar pati resisten. Hal ini terlihat pada formula F3 dengan rasio amilosa-amilopektin tertinggi (60,1% : 39,9%) memiliki kadar pati resisten tertinggi (8,8%). Kadar amilosa yang lebih tinggi akan menurunkan daya cerna pati karena ada korelasi positif antara kadar amilosa dan pembentukan pati resisten.<sup>51</sup> Hasil ini seiring dengan penelitian pada roti yang mengandung amilosa 38% menunjukkan kadar pati resisten yang signifikan lebih tinggi dibandingkan roti standar yang mengandung amilosa 20-30%.<sup>52</sup> Tingginya kadar pati resisten pada *snack bar* penelitian ini juga dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan yaitu pati sagu yang mengandung tinggi pati resisten (10,4%) dan dapat pula terbentuk pada saat proses pengolahan. Pati resisten merupakan molekul  $\alpha$  1,4 D-glukan yang berasal dari amilosa retrogradasi.<sup>51</sup> Proses pengolahan yang dapat membentuk pati resisten tipe 3 yaitu proses retrogradasi yaitu ketika amilosa dari molekul pati yang tergelatinisasi saling berikatan hidrogen membentuk struktur heliks yang lebih stabil dan resisten terhadap hidrolisis enzim pencernaan.<sup>53</sup>

Daya cerna pati yang rendah sangat dianjurkan bagi penderita DM karena semakin rendah daya cerna pati berarti semakin sedikit jumlah pati yang dihidrolisis oleh enzim pencernaan, sehingga kadar glukosa dalam darah tidak mengalami kenaikan secara drastis.<sup>51</sup> Nilai daya cerna pati *in vitro* pada ketiga formula *snack bar* pati sagu, tempe dan beras hitam berkisar 8,38 - 14,79% yang lebih rendah dibandingkan *snack bar* Soyjoy yang memiliki daya cerna pati *in vitro* sebesar 50,8 - 53,5%.<sup>46</sup>

Proses pengolahan yang dapat memengaruhi daya cerna pati pada penelitian ini adalah pembuatan brondong dengan metode ekstruksi dengan suhu dan tekanan tinggi dapat menyebabkan terjadinya proses gelatinisasi pati. Setelah itu brondong beras mengalami pendinginan pada suhu ruang sebelum digunakan dalam pembuatan *snack bar*. Brondong beras hitam mengalami pemasakan dan pendinginan kembali. Hal ini menyebabkan pati mengalami retrogradasi yang membuat pati lebih tahan terhadap panas dan enzim sehingga sulit dicerna.<sup>53</sup>



## Indeks Glikemik (IG) *Snack Bar Pati Sagu, Tempe, dan Beras Hitam*

### Respon Glikemik

Respon glikemik adalah respon glukosa darah *postprandial* (perubahan konsentrasi) yang timbul setelah makanan atau makanan yang mengandung karbohidrat dicerna.<sup>7</sup> Pemberian glukosa murni memberikan kenaikan glukosa darah dengan puncak respon glikemik pada menit ke-30 dengan kadar 143,4 mg/dl. Hal ini menandakan bahwa glukosa murni langsung dapat dicerna dan diserap tubuh. Pada pengukuran di menit ke-45, kadar glukosa darah mulai menurun yaitu 140,6 mg/dl, kemudian menurun kembali pada menit ke-60 dan 90 hingga mencapai kadar glukosa normal menjadi 96,3 mg/dl pada menit ke-120.

Gambar 4 menampilkan kurva respon kadar glukosa darah *postprandial* setelah pemberian glukosa murni dan *snack bar* formula F1, F2 dan F3 yang menunjukkan konsentrasi glukosa darah meningkat dari *baseline* masing-masing mulai menit ke-15 hingga menit ke-30 dan 45. Pada pemberian glukosa murni, kadar glukosa darah mencapai puncak pada menit ke-30 sebesar 143,4 mg/dl. Hal ini menandakan bahwa glukosa langsung dicerna dan diserap tubuh. Pada pemberian pangan uji *snack bar* formula F1, F2 dan F3 pada subjek yang sama terdapat perbedaan dalam respon glukosa darah yaitu kadar glukosa darah meningkat secara bertahap dan mencapai puncak pada menit ke-30 untuk formula F3 sebesar 107,5 mg/dl dan kemudian mengalami penurunan hingga mencapai kadar glukosa darah normal pada menit ke-120 dengan konsentrasi 91,9 mg/dl. Sementara itu respon glikemik pada formula F1 dan F2 mencapai titik puncak pada menit ke-45 secara berturut-turut sebesar 107,2 mg/dl dan 106,6 mg/dl, kemudian menurun kembali pada menit ke-60, 90 hingga mencapai kadar glukosa darah normal pada menit ke-120.

Perbedaan waktu puncak glukosa darah *postprandial* ini dapat disebabkan karena perbedaan jumlah pati total. Formula F3 memiliki jumlah pati total terendah (24,27%) sehingga jumlah glukosa yang dilepaskan selama proses pencernaan produk lebih sedikit dan lebih cepat mencapai waktu puncak respon glikemik pada menit ke-30. Faktor yang dapat memengaruhi pencernaan karbohidrat diantaranya kecepatan pencernaan, jumlah pati, rasio amilosa dan amilopektin, serat dan bentuk makanan (ukuran partikel).<sup>54</sup>

Respon glukosa darah pada ketiga formula menunjukkan pola kurva yang relatif sama hanya berbeda ketinggian antar perlakuan pangan uji. Secara keseluruhan, kadar glukosa darah *postprandial* terendah pada menit ke-15, 45, 60, 90 dan 120 terdapat pada formula F3. Formula F3 menghasilkan kenaikan yang lambat dan puncak respon glukosa darah *postprandial* pada menit ke-30 sebesar 107,5 mg/dl yang lebih rendah

dibandingkan pemberian glukosa murni yang mencapai puncak respon glikemik pada menit ke-30 sebesar 143,4 mg/dl.

### Indeks Glikemik (IG) *Snack Bar Pati Sagu, tempe, dan Beras Hitam*

Efek karbohidrat terhadap konsentrasi glukosa darah *postprandial* paling baik digambarkan oleh indeks glikemiknya. Indeks Glikemik dapat didefinisikan sebagai peringkat relatif karbohidrat dalam makanan berdasarkan sejauh mana makanan sumber karbohidrat tersebut meningkatkan kadar glukosa darah setelah dikonsumsi.<sup>7</sup> Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai indeks glikemik formula F1 (44), formula F2 (46) dan formula F3 (40). Ketiga formula dikategorikan berindeks glikemik rendah (<55).<sup>35</sup>

Beberapa faktor yang memengaruhi nilai indeks glikemik pada penelitian ini antara lain : 1). Kadar amilosa ketiga formula *snack bar* berkisar 28,9 - 60,1% yang tergolong tinggi.<sup>55</sup> Amilosa mempunyai ikatan hidrogen yang lebih kuat sehingga sulit dihidrolisis oleh enzim pendegradasi pati. Penelitian menunjukkan bahwa makanan yang mengandung amilosa 50-70% dapat menurunkan respon glikemik *postprandial* dan respon insulin.<sup>56</sup> 2). Formula F1 dan F3 merupakan pangan tinggi serat dan formula F2 dikategorikan pangan sumber serat. Serat dapat memperlambat pengosongan lambung, dengan demikian mengurangi laju pencernaan dan penyerapan glukosa oleh usus sehingga peningkatan kadar glukosa darah relatif lebih kecil dan penurunannya secara perlahan.<sup>18,57</sup> 3). Ketiga formula *snack bar* memiliki kadar pati resisten yang tinggi. Pati resisten daya cernanya lambat sehingga dapat menurunkan indeks glikemik.<sup>5</sup> Dapat disimpulkan bahwa kadar serat yang tinggi dan pati resisten tinggi berkontribusi terhadap nilai IG yang lebih rendah.<sup>5,24,58</sup>

Berbagai penelitian menunjukkan hubungan yang positif antara tingkat daya cerna pati *in vitro* dan respon glikemik dari makanan sehingga bermanfaat untuk mengidentifikasi makanan yang berpotensi digunakan dalam diet penderita DM.<sup>59</sup> Pangan dengan daya cerna pati tinggi menghasilkan indeks glikemik yang tinggi dan pangan yang memiliki proporsi amilosa lebih tinggi daripada amilopektin memiliki nilai IG yang lebih rendah.<sup>57</sup> Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula F3 memiliki rasio amilosa-amilopektin tertinggi (60,1% : 39,9%) dibandingkan kedua formula lainnya menghasilkan nilai IG yang terendah (40). Hasil penelitian ini juga seiring dengan suplementasi kedelai 27,3% pada produk *snack* efektif meningkatkan kadar serat, menurunkan nilai IG dan kadar glukosa darah *postprandial*.<sup>24</sup> Selain kaya akan isoflavon dan serat, tempe juga merupakan sumber *Branched Chain Amino Acids* (BCAA) yang berperan penting dalam metabolisme dan regulasi protein dan glukosa. Sintesis protein otot membutuhkan energi sehingga *uptake*

glukosa oleh jaringan tubuh meningkat dan kadar glukosa darah akan berkurang.<sup>60</sup>

**Beban Glikemik *Snack Bar* Pati Sagu, Tempe dan Beras Hitam**

Makanan bervariasi dalam kemampuannya untuk menyebabkan respon glikemik *postprandial* pada manusia. Respon ini dapat diukur dengan indeks glikemik dan beban glikemik. Beban glikemik merupakan dampak total dari karbohidrat dalam diet pada tingkat glukosa darah sesudah makan.<sup>6,61</sup> Semakin tinggi beban glikemik makanan, semakin besar kenaikan glukosa darah dan insulin. Konsumsi jangka panjang dari makanan tinggi beban glikemik dikaitkan dengan peningkatan risiko DM tipe 2.<sup>7</sup> Hasil penelitian menunjukkan ketiga formula *snack bar* memiliki nilai beban glikemik kategori rendah (<10).<sup>35</sup> Dalam jumlah takaran saji 35 g, formula F1 memiliki beban glikemik (8,4), beban glikemik formula F2 (7,5) dan formula F3 (5,4). Hubungan indeks glikemik dan beban glikemik adalah tidak langsung artinya makanan yang berindeks glikemik tinggi dapat memiliki beban glikemik rendah dan sebaliknya makanan yang berindeks glikemik rendah dapat memiliki beban glikemik tinggi tergantung kadar karbohidrat dan ukuran porsi yang dimakan.<sup>40</sup>

**Rekomendasi Formula *Snack Bar* Pati Sagu, Tempe, dan Beras Hitam**

Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa formula F3 memiliki penerimaan yang baik pada parameter tekstur, rasa, warna, aroma dan kesukaan keseluruhan. Persentase penerimaan panelis pada kesukaan keseluruhan sebesar 88,2% yang artinya produk ini dapat diterima oleh sebagian besar panelis.<sup>32</sup> Analisis kandungan zat gizi dan karakteristik kimia menunjukkan formula F3 memiliki kandungan serat tinggi (11,05%) dengan pati resisten tinggi (8,8%). Formula ini memiliki rasio amilosa yang lebih tinggi dibandingkan amilopektin (60,1% : 38,9%) yang merupakan salah satu faktor yang berkontribusi terhadap nilai IG. Kadar karbohidrat formula F3 memberikan kontribusi 45,3% dari total energi yang sesuai dengan persyaratan diet untuk penderita DM.<sup>16</sup>

Formula F3 menghasilkan kenaikan yang lambat dan puncak respon glukosa darah 107,5 mg/dl pada menit ke-30 yang lebih rendah dibandingkan puncak respon glikemik glukosa murni sebesar 143,4 mg/dl, memiliki indeks glikemik rendah (40) dan beban glikemik rendah (5,4). Berdasarkan pertimbangan di atas maka ditetapkan formula F3 dengan perbandingan jumlah pati sagu dan tempe (1:1) sebagai formula yang direkomendasikan sebagai makanan selingan untuk penderita DM. Kandungan gizi, serat dan pati resisten formula F3 disajikan pada Tabel 6.

*Snack bar* formula F3 per takaran saji (35 g) dirancang sebagai makanan selingan dan dapat dikonsumsi 2 porsi dalam sehari akan memberikan kontribusi serat 7,8 g dan pati resisten 6,2 %. Hal ini

diharapkan akan memberikan efek kesehatan yang menguntungkan bagi penderita DM. Penelitian menunjukkan bahwa konsumsi serat dan pati resisten dapat meningkatkan kontrol glikemik pada penderita diabetes. Hal ini terbukti pada pemberian *Choice DM nutrition bar* yang mengandung serat 4,75 g dan pati resisten 7,25 g per takaran saji pada pasien DM tipe 2 menghasilkan puncak respon glikemik sebesar 170,28 mg/dl pada menit ke-60 yang lebih rendah dibandingkan puncak respon glukosa darah *postprandial snack bar standar* (202,5 mg/dl).<sup>62</sup> Intervensi *Soybeans nutrition bar* selama 2 minggu pada pasien DM tipe 2 yang memiliki indeks glikemik rendah (22), mengandung karbohidrat 11,7 g, serat 3,3 g dan energi 136 kalori per takaran saji (30 g) menunjukkan respon insulin yang signifikan lebih rendah dan tidak menyebabkan hiperglikemia *postprandial*.<sup>63</sup>

**Tabel 6. Kandungan Gizi, Serat dan Pati Resisten *Snack Bar* F3 per takaran saji**

Komponen	Formula F3 (35 g)
Energi (kkal)	153
Protein (g)	2,5
Lemak (g)	8,1
Karbohidrat (g)	17,4
Serat pangan (g)	3,9
Pati resisten (%)	3,1

Serat dapat memperlambat laju pencernaan makanan dan menghambat aktivitas enzim pencernaan pati sehingga berkontribusi terhadap IG yang rendah dan penurunan HbA1c.<sup>8,57</sup> Pati resisten dapat mempengaruhi aktivitas endokrin dalam saluran pencernaan khususnya memodulasi peningkatan hormon inkretin *glucagon like peptide-1* (GLP-1) dan *peptide YY* (PYY), yang berperan menstimulasi sekresi insulin.<sup>10</sup>

**SIMPULAN**

*Snack bar* pati sagu, tempe dan beras hitam formula F3 dengan perbandingan jumlah pati sagu dan tempe (1:1) mengandung karbohidrat 45,4% dari total energi, serat 11,05%, pati resisten 8,8%, rasio amilosa dan amilopektin (60,1% : 39,9%) serta daya cerna pati *in vitro* 14,02% sehingga dapat dikategorikan sebagai pangan tinggi serat dengan pati resisten tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *snack bar* pati sagu, tempe, dan beras hitam berpotensi sebagai alternatif makanan selingan fungsional terutama untuk penderita DM karena mengandung serat, pati resisten, berindeks glikemik rendah (40) dan beban glikemik rendah (5,4).

**SARAN**

Perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait efikasi produk terhadap pengendalian kadar glukosa darah pada

penderita diabetes mellitus dan membandingkannya dengan produk *snack bar* komersial yang telah terstandar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- World Health Organization. Global health risks: mortality and burden of disease. Attributable to selected major risks. Genewa : World Health Organization ; 2009.
- International Diabetes Federation. Diabetes Atlas. Brussels : International Diabetes Federation ; 2015.
- Wong THT, Louie JCY. The relationship between resistant starch and glycemic control : A review on current evidence and possible mechanism. *Starch*. 2016;68:1-9.
- Dyson PA, Kelly T, Deakin T, Duncan A, Frost G, Harrison Z, et al. Diabetes UK evidence-based nutrition guidelines for prevention and management of diabetes. *Diabetic Medicine*. 2011; 28(11): 1282-1288.
- Fuentes-Zaragoza E, Riquelme-Navarrete MJ, Sanchez-Zapata E, Perez-Alvarez JA. Resistant starch as functional ingredient: a review. *Food Res Int*. 2010;43(4): 931-942.
- Rimbawan, Siagian, A. Indeks Glikemik Pangan. Cara Mudah Memilih Pangan yang Menyehatkan. Jakarta : Penebar Swadaya; 2004.
- Augustin LSA, Kendall CWC, Jenkins DJA, Willet WC, Astrup A, Barclay AW *et al*. Glycemic index, glycemic load and glycemic response: An International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). *NMCD*. 2015;25(9):795-815.
- Post RE, Mainous III AG, King DE, Simpson KN. Dietary fiber for the treatment of type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis. *J Am Board Fam Med*. 2012;25(1): 16-23.
- American Diabetes Association. Nutrition recommendations and interventions for diabetes. A position statement of the American Diabetes association. *Diabetes Care* January 2008 vol. 31 no . Supplement 1 S61-S78.
- Zhou J, Keenan MJ, Keller J, Fernandez-Kim SO, Pistell PJ, Tulley RT, Raggio AM, Shen L, Zhang H, Martin RJ, *et al*. Tolerance, fermentation, and cytokine expression in healthy aged male C57BL/6J mice fed resistant starch. *Mol Nutr Food Res*. 2012;(56):515-518.
- Bodinhams CL, Smith L, Thomas EL, Bell JD, Swann JR, Costabile A, Russels-Jones D, Umpleby AM, Robertson MD. Efficacy of increased resistant starch consumption in human type 2 diabetes. *Endocrine Connect*. 2014;3(2):75-84.
- Piernas C, Popkin BM. Snacking increased among U.S. adult between 1977 and 2006. *J Nutrition*. 2010;140(2):325-332.
- Rangan AM, Schindeler S, Hector DJ, Gill TP, Webb KL. Consumption of 'extra' foods by Australian adults: types, quantities and contribution to energy and nutrient intakes. *Eur J Clin Nutr*. 2009;63:865-871.
- Mekary RA, Giovannucci E, Willett WC, van Dam RM, Hu FB. Eating patterns and type 2 diabetes risk in men: breakfast omission, eating frequency, and snacking. *Am J Clin Nutr*. 2012;95(5):1182-1189.
- Leech RM, Worsley A, Timperio A, McNaughton SA. Understanding meal patterns: definitions, methodology and impact on nutrient intake and diet quality. *Nutr Res Rev*. 2015;28(1): 1-21.
- Perkumpulan Endokrinologi Indonesia. Konsensus pengelolaan dan pencegahan diabetes mellitus tipe 2 di Indonesia. Jakarta : PB PERKENDI; 2015.
- Ley SH, Hamdy O, Hu FB. Prevention and management of type 2 diabetes: dietary component and nutritional strategies. *Lancet*. 2014;383(9933):1999-2007.
- Weickert MO, Pfeiffer AFH. Metabolic effects of dietary fiber consumption and prevention of diabetes. *J Nutrition*. 2008;138(3):439-442.
- Syartiwidya. Kajian konsumsi sagu dan kejadian diabetes mellitus tipe 2 di Kabupaten Kepulauan Meranti Provinsi Riau [Disertasi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor; 2019.
- Jading A, Tethool E, Payung P, Gultom S. Karakteristik fisikokimia pati sagu hasil pengeringan secara fluidisasi menggunakan alat pengering *Cross Flow Fluidized Bed* bertena surya dan biomassa. *J Reaktor*. 2011;3:155-164.
- Purwani EY. Penghambatan proliferasi sel kanker kolon HCT-116 oleh produk fermentasi pati resisten tipe 3 sagu dan beras. [Disertasi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor; 2011.
- Chang CI, Hsu CM, Li TS, Huang SD, Lin CC, Yen CH, Chou CH. Constituents of the stem of Cucurbita moschata exhibit antidiabetic activities through multiple mechanism. *J Funct Food*. 2014;6(10):260-273.
- Park S, Kim DS, Kim JH, Kim HJ. Glyceollin-containing fermented soybeans improve glucose homeostasis in diabetic mice. *J Nutrition*. 2012;28(2):204-2011.
- Simmons A. The effect of soy addition on the satiety, glycemic index, and insulinemic index of a soft pretzel [Dissertation]. Ohio: Ohio State University; 2011.
- Larasati AS, Ayustaningwarno F. Analisis kandungan zat gizi makro dan indeks glikemik *snack bar* beras warna sebagai makanan selingan penderita nefropati diabetik. *J Nutr College*. 2013;2(4):514-522.

26. Hernawan E, Meylani V. Analisis karakteristik fisikokimia beras putih, beras merah dan beras hitam (*Oryza sativa* L, *Oryza nivara*, *Oryza L. indica*). JKBTH. 2016;15(1):79-91.
27. Ginanjar AN. Karakterisasi sifat fisikokimia tepung kacang hitam (*Phaseolus vulgaris*) dan aplikasinya pada brownies panggang [Skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor; 2014.
28. Goni I, Garcia-Diz L, Manas E, Saura-Calixto F. Analysis of resistant starch: a methods for food and food products. Food Chem. 1996;56(4):445-449.
29. Muchtadi D, Palupi NS, Astawan M. Metode Kimia, Biokimia, dan Biologi dalam Evaluasi Nilai Gizi. Bogor : Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB; 1992.
30. Association of Official Analytical Chemists. Official Method of Analytical of Association Official Agricultural Chemistry. Washington DC : AOAC International; 1995.
31. Association of Official Analytical Chemists. Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg : AOAC International; 2005.
32. Setyaningsih D, Apriyanto A, Sari MP. Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro. Bogor : IPB Pr; 2010.
33. Peryam DR, Pilgrim PJ. Hedonic scale method for measuring food preferences. Food Technol. 1957; 11(1957):9-14.
34. Brouns F, Bjorck L, Frayn KN, Gibbs AL, Lang V, Slama G, Wolever TMS. Glycaemic index methodology. Nutr Res Rev. 2005;18(1): 145–171.
35. Wolever TMS , Brand-Miller JC, Abernethy J, Astrup A, Atkinson F, Axelsen M, et al. Measuring the glycaemic index of foods: interlaboratory study. Am J Clin Nutr. 2008;87(1):247-257.
36. World Health Organization. The Asia-Pacific perspective: Redefining obesity and its treatment. Geneva: World Health Organization; 2000.
37. Ishii Y, Shimizu F, Ogawa M, Takao T, Takada A. Gender differences in foods uptakes, glycemic index, BMI and various plasma parameters between young men and woman in Japan. Integr Food Nutr Metab. 2016;3(5):427-430.
38. Takao T, Ogawa W, Ishii Y, Takada A. Different glycemic responses to sucrose and glucose in old and young men adults. J Nutr Food Sci. 2016;6(1):1-6.
39. Howlett JF, Betteridge VA, Champ M, Craig SAS, Meheust A, Jones JM. 2010. The definition of dietary fiber discussions at Ninth Vahouny Fiber Symposium: building scientific agreement. Food Nutr Res. 54(1):5750.
40. Venn BJ, Green TJ. Glycemic index and glycemic load : measurement issues and their effect on diet-disease relationships. Eur J Clin Nutr. 2007;61(1):S122-131.
41. Struck S, Gundel L, Zahn S, Horm H. Fiber enriched sugar muffins made from iso viscous batter. J Food Sci Technol. 2016;65:32-38.
42. Muchtadi T, Ayustaningwarno. Teknologi Proses Pengolahan Pangan. Bandung :Alfabet; 2010.
43. Hamdy O, Horton ES. Protein content in diabetes nutrition plan. Curr Diabet Rep. 2011;11(2): 111-119.
44. Gougeon R. Insulin resistance of protein metabolism in type 2 diabetes and impact on dietary needs; a review. Can J Diabet. 2013;37(2):115-120.
45. Riccardi G, Rivellese AA, Giacco R. Role of glycemic index and glycemic load in healthy state in prediabetes, and in diabetes. Am J Clin Nutr. 2008;87(1): 269s-274s.
46. Natalia D. Sifat fisikokimia dan indeks glikemik berbagai produk *snack* [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 2010.
47. Astawan M. Sehat dengan Tempe. Jakarta: Dian Rakyat; 2008.
48. Santosa H, Kusumayanti H. Likuifasi enzimatik  $\beta$ -karoten sebagai *functional food* yang terdapat dalam pomace dari buah labu kuning (*Cucurbitae moschata*). J. Teknik. 2012;33 (2):70-73.
49. Janah LN. Formulasi Torsang *Snack Bar*: tepung pisang dan kacang hijau dengan penambahan torbangun (*Coleus amboinicus* Lour) sebagai upaya meringankan keluhan sindrom pramenstruasi [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 2017.
50. Badan Pengawas Obat dan Makanan RI. Peraturan Kepala BPOM nomor 13 tahun 2016 tentang Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan. Jakarta: BPOM; 2016 [diunduh : 19 November 2018]. [Tersedia pada <http://standarpangan.pom.go.id/dokumen/peraturan/2016/>].
51. Raigond P, Ezekiel R, Raigond B. Resistant starch in food: A review. J Sci Food Agr. 2014;95(10):1968-1978.
52. Hallstrom E, Sestili F, Lafiandra D, Bjorck I, Ostman E. A Novel wheat variety with elevated content of amylose increases resistant starch formation and may beneficially influence glycemia in healthy subjects. Food Nutr Res. 2011;55(7074):1-8.
53. Alsaffar AA. Effect of food processing on the resistant starch content of cereals and cereals product-a review. Int J Food Sci Technol. 2011;46:455-462.
54. Wong MWW, Jenkins DJA. Carbohydrate digestibility and metabolic effects. J Nutrition. 2007;137(11): 2539s-2546s.

55. International Rice Research Institute. Grain quality. Manila: IRRI; 2009 [diunduh 17 Nov 2018]. [Tersedia pada <http://www.irri.org>].
56. Behall KM, Hallfrisch J. Plasma glucose and insulin reduction after consumption of breads varying in amylose content. *Eur J Clin Nutr.* 2002;56(2002):913-920.
57. Arif AB, Budiyanto A, Hoerudin. Nilai indeks glikemik produk pangan dan faktor-faktor yang memengaruhinya. *J Litbang Pertanian.* 2013;32(3):91-99.
58. Trinidad TP, Mallillin AC, Sagum RS, Encabo RR. Glycemix index of commonly consumed carbohydrate foods in the Philippines. *J Funct Food.* 2010;2(4):271-274.
59. Sighn J, Dartois A, Kaurr L. Starch digestibility in food matrix: a review. *Food Sci Technol.* 2010;21(2010):168-180.
60. Lynch CJ, Adams SH. Branched-chain amino acids in metabolic signaling and insulin resistance. *Nat Rev Endocrinol.* 2014;10(12):723-736.
61. Bhupathiraju SN, Tobias DK, Malik VS, Pan A, Hruby A, Manson JE, Willet WC, Hu FB. Glycemic index, glycemic load, and risk of type 2 diabetes: result of 3 large US cohorts and an update meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2014;100(1):218-232.
62. Reader DM, O'Connell BS, Johson ML, Franz M. Glycemic and insulinemic Response of subjects with type 2 diabetes after consumption of three energy bars. *J Academy Nutr Dietetics.* 2002;102(8):1139-1142.
63. Urita Y, Noda T, Watanabe D, Iwashita S, Hamada K, Sugimoto M. Effects of soybean nutrition bar on the postprandial blood glucose and lipid levels in patients with diabetes mellitus. *Int J Food Sci Nutr.* 2012;63(8):921-929.