

Artikel Penelitian

Analisis Kandungan Zat Gizi, Pati Resisten, Indeks Glikemik, Beban Glikemik dan Daya Terima *Cookies* Tepung Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) Termodifikasi Enzimatis dan Tepung Kacang Hijau (*Vigna radiate*)

Analysis of Nutrients Content, Resistant Starch, Glycemic Index, Glycemic Load and Acceptability of Modified Kepok Flour (Musa paradisiaca) and Mung Bean Flour (Vigna radiata) Cookies

Diana Nur Afifah*, Lili Nor Indah Sari, Dwi Ratna Sari, Enny Probosari, Hartanti Sandi Wijayanti, Gemala Anjani

Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang

*Korespondensi dengan penulis (d.nurafifah.dna@fk.undip.ac.id)

Artikel ini dikirim pada tanggal 14 Juni 2020 dan dinyatakan diterima tanggal 26 Juli 2020. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jatp>. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Diproduksi oleh Indonesian Food Technologists® ©2020

Abstrak

Upaya pengendalian diabetes mellitus tipe-2 dapat dikontrol melalui pola makan, salah satunya yaitu dengan modifikasi jenis makanan yang selain memenuhi kebutuhan gizi juga dapat mengendalikan kadar glukosa darah. Pisang kepok dan kacang hijau memiliki kandungan pati resisten, serat pangan, protein yang cukup tinggi, dan indeks glikemik rendah sehingga dapat digunakan sebagai alternatif bahan pembuatan *cookies* untuk penderita diabetes mellitus tipe-2. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan gizi, pati resisten, indeks glikemik, beban glikemik dan daya terima *cookies* tepung pisang kepok termodifikasi enzimatis dan tepung kacang hijau. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap satu faktor dengan perbandingan variasi pisang kepok termodifikasi dan tepung kacang hijau masing-masing dengan persentase sebesar 85:15; 75:25; dan 65:35. Kandungan gizi dianalisis dengan metode uji proksimat. Analisis indeks glikemik dan daya terimanya juga dilakukan pada penelitian ini. Formula terbaik dianalisis dengan metode de Garmo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi terbaik didapat dari *cookies* dengan formulasi 85% tepung pisang kepok termodifikasi enzimatis dan 15% tepung kacang hijau dengan nilai hasil tertinggi sebesar 0,599 dengan kandungan karbohidrat 45,72% , protein 5,62% , lemak 18,53% , air 11,22% , abu 3,70% , serat pangan 15,18%, pati resisten 13,67%, indeks glikemik 33,20 dan beban glikemik 4,19. Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah kandungan zat gizi *cookies* tepung pisang kepok termodifikasi enzimatis dan tepung kacang hijau dapat ditentukan dengan baik dengan menemukan formula terbaiknya, yaitu 85%:15%.

Kata kunci: tepung pisang kepok, tepung kacang hijau, beban glikemik, indeks glikemik, kandungan gizi.

Abstract

Type 2 diabetes mellitus can be controlled through diet, one of which is by modifying the type of food that helps fulfilling nutrient-needs and control blood's glucose levels. Kepok banana and mung bean contain high resistant starch, dietary fiber, protein, and low glycemic index so it can be used as an alternative ingredient in making cookies for people with type 2 diabetes mellitus. This study aimed to analyze the nutrients content, resistant starch, glycemic index, glycemic load and acceptability of cookies from enzymatically modified kepok banana flour and mung bean flour. The completely randomized one-factor experimental study with ratio of modified kepok banana : mung bean flour i.e. 85:15; 75:25; and 65:35. Nutrient content was analyzed by proximate methods. The glycemic index and glycemic load were also analyzed as well as acceptability test. The best formula was determined by the de Garmo method. As results, the quality of nutrient content, resistant starch, glycemic index, glycemic load and acceptance, were achieved with formula of 85% modified kepok flour and 15% mung bean flour resulting high yield value of 0.599. the best cookies formula contained carbohydrate of 45.72%, protein of 5.62%, fat of 18.53%, water of 11.22%, ash of 3.70%, fiber of 15.18%, resistant starch of 13.67%, glycemic index of 33.20, and glycemic load of 4.19. As conclusion, all treatment was successfully revealed and generated the best formula or 85%:15% for the ratio of modified kepok flour and mung bean flour.

Keywords: *Kepok banana flour, mung bean flour, glycemic index, glycemic load, nutrient content.*

Pendahuluan

Diabetes melitus (DM) adalah penyakit metabolik yang ditandai dengan tingginya kadar glukosa dalam darah seseorang, hal ini disebabkan karena kerusakan sekresi insulin, terganggunya kerja insulin, atau bahkan keduanya (Canivell and Gomis, 2014). Secara global, menurut Cho *et al.* (2018) prevalensi DM pada orang

dewasa di tahun 2017 mencapai angka 451 juta orang dan diperkirakan pada tahun 2045 dapat meningkat menjadi 693 juta orang. Di Indonesia, prevalensi DM tipe 2 diperkirakan meningkat mencapai 154% pada tahun 2030 (Wild *et al.*, 2004). Laporan hasil Riskesdas terbaru menunjukkan prevalensi DM berdasarkan pemeriksaan gula darah naik dari 6,9 % pada tahun 2013 menjadi

8,5% pada tahun 2018 (Kemenkes, 2018). Diantara tipe-tipe DM, DM tipe 2 merupakan tipe penyakit diabetes yang paling banyak diderita. DM tipe 2 bersifat progresif, sehingga dalam penatalaksanaannya diperlukan kontrol gula darah agar keadaan tidak memburuk dan mencegah terjadinya risiko komplikasi (Franz, 2012).

Pengendalian diabetes mellitus dapat dilakukan dengan melakukan kontrol pada faktor risiko yang dapat dimodifikasi, salah satunya yaitu pola makan yang seimbang. Strategi dalam pengaturan pola makan untuk membantu mengendalikan glukosa darah salah satunya yaitu dengan mengonsumsi makanan yang tidak menimbulkan peningkatan glukosa darah secara cepat (Franz, 2012; Siagan, 2004). Jenis bahan makanan yang dianjurkan untuk penderita DM tipe 2 adalah makanan yang kaya serat dan karbohidrat kompleks, salah satu contoh bahan tersebut adalah pati resisten (Siagan, 2004). Konsumsi pangan tinggi serat, pati resisten, dan indeks glikemik (IG) rendah dapat menurunkan laju penyerapan glukosa, memperbaiki sensitivitas insulin, serta bermanfaat dalam pengendalian glukosa darah sehingga dapat menurunkan risiko komplikasi pada penderita DM tipe 2 (Zhang *et al.*, 2007). Disamping mengonsumsi makanan dengan indeks glikemik rendah, *World Health Organization* (WHO) juga merokemendasikan penderita DM untuk memperhatikan jumlah karbohidrat yang dikonsumsi, sehingga selain IG, beban glikemik (BG) juga perlu diperhatikan karena beban glikemik memperhitungkan jumlah kandungan karbohidrat yang ada dalam setiap porsi makan, tidak hanya melihat jenisnya seperti IG (Granfeldt *et al.*, 2006).

Buah pisang merupakan bahan makanan yang mudah ditemukan di Indonesia, banyak dikonsumsi, dan memiliki kandungan pati cukup tinggi. Kandungan pati yang terdapat dalam buah pisang rata-rata lebih dari 20%, sehingga buah pisang cukup potensial dikembangkan sebagai sumber pati resisten (Aquino, 2016). Selain itu pisang kapok mentah juga mengandung tinggi serat dan berindeks glikemik rendah (Diyah *et al.*, 2016). Pisang kepok memiliki nilai indeks glikemik rendah, yaitu 43 dan mengandung serat pangan seperti pati resisten yang cukup tinggi, sebesar 27,7% (Musita, 2012; Diyah *et al.*, 2016). Kandungan pati resisten yang tinggi dalam suatu makanan diduga memiliki nilai indeks glikemik rendah, hal ini berkaitan dengan sifat dari pati resisten yang tidak dapat dicerna oleh enzim pada saluran pencernaan manusia, sehingga meningkatkan kadar glukosa dalam darah menjadi lebih lambat (Robertson, 2012). Faktor – faktor yang mempengaruhi proses pembentukan pati resisten adalah kandungan air pada pati, suhu pemanasan bertekanan, jumlah siklus *autoclaving – cooling*, rasio kandungan amilosa dan amilopektin. Kandungan pati resisten dalam bahan pangan dapat ditingkatkan dengan beberapa cara baik secara fisik, kimia, maupun enzimatis diantaranya melalui pemanasan bertekanan - pendinginan (*autoclaving- cooling*) beberapa siklus, hidrolisis asam di bawah suhu gelatinisasi (proses lintnerisasi), dan pemutusan rantai cabang amilopektin (*debranching*) dengan enzim *pullulanase* yang

dikombinasikan dengan *autoclaving- cooling* (Setiarto *et al.*, 2015). Berdasarkan penelitian sebelumnya, diketahui bahwa modifikasi peningkatan kadar pati resisten pada tepung pisang dengan cara kombinasi *autoclaving-cooling* enzimatis dapat ditingkatkan menjadi 71,3% (Nurhayati *et al.*, 2014). Dengan dibuat menjadi tepung, pisang diharapkan dapat dioptimalkan penggunaannya melalui modifikasi nilai IG dengan mensubstitusi tepung terigu dengan tepung pisang kepok pada olahan tepung terigu (Afifah *et al.*, 2018).

Pisang cenderung memiliki kadar protein yang rendah, sehingga untuk meningkatkan kadar protein dapat dilakukan dengan mengkombinasikan dengan bahan dari kacang-kacangan seperti kacang hijau. Kacang hijau tinggi akan protein, serat serta rendah lemak jenuh. Kacang hijau memiliki kandungan protein yang cukup tinggi yaitu 22,2 g, kandungan serat 4,1 g, kandungan pati resisten 2,33% serta kandungan lemak kacang hijau 1 – 1,2 % (Purwono dan Hartono, 2005). Selain nilai kandungan protein dan serat yang cukup tinggi, kacang hijau juga memiliki nilai indeks glikemik yang rendah sebesar 28,87 (Atkinson *et al.*, 2008). Kandungan protein pada pangan dapat mempengaruhi nilai IG dengan merangsang sekresi insulin, sehingga menghambat terjadinya peningkatan glukosa darah postprandial (Mustakim, 2013). Kadar serat yang tinggi akan berkontribusi pada nilai IG rendah dengan meningkatkan viskositas, memberikan rasa kenyang yang lebih lama dan menurunkan absorpsi makronutrien (glukosa) sehingga akan menurunkan glukosa darah *postprandial* dan insulin (Istiqomah, 2015).

Pola makan penderita DM dengan porsi kecil dan sering, sehingga selain makanan utama juga dibutuhkan modifikasi makanan selingan yang mampu memberikan kontribusi kecukupan gizi dengan tetap memperhatikan kandungan gizi, pati resisten, indeks glikemik dan beban glikemik sehingga membantu mengendalikan glukosa darah. Pembuatan *cookies* dengan bahan baku tepung pisang kepok termodifikasi dan tepung kacang hijau belum pernah dilakukan sebelumnya. Berdasarkan penelitian terdahulu, pembuatan krakers substitusi tepung pisang kepok kuning 50% dengan kombinasi fermentasi spontan dan *autoclaving-cooling* menghasilkan krakers dengan IG rendah yaitu 38,42 (Afifah *et al.*, 2018). *Cookies* merupakan salah satu produk yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat dan juga tahan lama dalam penyimpanannya. Berdasarkan latar belakang diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan gizi, pati resisten indeks glikemik, beban glikemik dan daya terima pada formulasi *cookies* tepung pisang kepok termodifikasi dan tepung kacang hijau sebagai alternatif makanan selingan penderita DM tipe-2 yang selain mencukupi kebutuhan gizi juga dapat membantu mengendalikan glukosa darah.

Materi dan Metode

Materi

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan *cookies* penelitian ini adalah tepung pisang kepok yang telah diberi perlakuan modifikasi secara *autoclaving*

cooling enzimatis *autoclaving cooling*, kacang hijau, enzim pullulanase, margarin, gula stevia, putih telur, baking powder dan pengemulsi. Alat yang digunakan meliputi *cabinet dryer* (Getra, Indonesia), *blender* merk Miyako, ayakan 80 mesh (B-ONE, RRC), *autoclave* (My life MA678, Indonesia) untuk tahap awal pembuatan tepung pisang kepek termodifikasi, baskom, cetakan *cookies*, dan oven (Memmert GmbH, Jerman) untuk proses pembuatan *cookies*. Sedangkan kuisioner digunakan untuk mengukur daya terima produk. Pengukuran glukosa darah menggunakan alat tes glukosa GCHb merk *EasyTouch*, lancet (Gea Medical, Taiwan), sampel *whole blood* (darah kapiler) sebanyak 1-2 ml, strip (*EasyTouch*, China), dan *alcohol swap*.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yaitu variasi formula tepung pisang kepek termodifikasi dan tepung kacang hijau pada pembuatan *cookies*. Pada penelitian ini dilakukan 3 taraf perlakuan rasio pisang : kacang hijau sebesar 85:15%, 75:25%, dan 65:35% dengan 3 kali pengulangan dan setiap pengukuran dilakukan secara duplo. Pembuatan dan penentuan 3 formula *cookies* dilakukan pada tahap penelitian pendahuluan, selanjutnya pada tahap persiapan dilakukan pembuatan *cookies* kemudian pelaksanaan penelitian. dan daya terima.

Proses Pembuatan Tepung Pisang Kepok Termodifikasi

Proses pembuatan *cookies* terlebih dahulu dilakukan dengan pembuatan tepung pisang kepek termodifikasi *autoclaving-cooling* enzimatis *autoclaving-cooling* (Afifah *et al.*, 2018). Proses pembuatan tepung pisang kepek termodifikasi dimulai dari pisang kepek kuning dicuci dan dikupas dari kulitnya, kemudian diiris tipis untuk dikeringkan menggunakan oven dengan pengaturan suhu 50 °C selama 24 jam. Pisang kepek yang telah kering dihaluskan dengan menggunakan *blender* dan dilakukan pengayakan. Kemudian dilakukan proses *autoclaving* pada suhu 121 °C selama 15 menit dan *cooling* pada suhu 4 °C selama 24 jam. Tepung ditambahkan dengan enzim pullulanase sebanyak 2% dan diinkubasi dalam *shaker incubator* pada suhu 37 °C, 150 rpm selama 15 jam. Reaksi dihentikan (inaktivasi enzim) dengan memanaskan sampel pada suhu 85 °C selama 5 menit. Selanjutnya dilakukan proses *autoclaving* dan *cooling* lagi.

Tabel 1. Formulasi bahan pembuatan *cookies* (dalam g)

Jenis Bahan	Persentase tepung pisang dan kacang hijau		
	85:15	75:25	65:35
Tepung pisang	170	150	130
Tepung kacang hijau	30	50	70
Margarin	60	60	60
Gula Stevia	8	8	8
Putih Telur	50	50	50
Baking Powder	2	2	2
Pengemulsi	24	24	24

Proses Pembuatan *Cookies*

Bahan baku pembuatan *cookies* adalah tepung pisang kepek termodifikasi enzimatis, tepung kacang hijau, margarin, putih telur, gula stevia, *baking powder*, dan pengemulsi. Cara pembuatan *cookies* adalah margarin dan pengemulsi dicampur ke dalam mangkuk dan diaduk hingga rata. Kemudian di tambahkan putih telur lalu diaduk kembali hingga rata. Selanjutnya ditambahkan gula rendah kalori ke dalam adonan dan diaduk lagi hingga merata. Campuran tepung kacang hijau, tepung pisang kepek termodifikasi, dan *baking powder* ditambahkan dengan adonan margarin lalu diaduk rata hingga membentuk adonan kue. Setelah itu adonan dicetak. Adonan yang sudah dicetak dipanggang dalam oven dengan suhu 120 °C selama 20 menit. Komposisi bahan yang digunakan pada tiap formulasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Prosedur Analisa Proksimat

Uji proksimat dilakukan sesuai dengan prosedur AOAC (2005) pada *cookies* yang meliputi analisis kandungan zat gizi yaitu protein dianalisis dengan metode Kjeldahl, lemak dengan metode Soxhlet, karbohidrat dengan metode *by difference*, kadar air dengan metode oven (Sudarmadji, 1997); kadar abu dengan metode pengabuan kering (Andarwulan, 2011); kadar serat pangan menggunakan metode enzimatis gravimetri (Asp, 1983); pati resisten dianalisis dengan metode Kim *et al.* (2003).

Prosedur Analisis Indeks Glikemik dan Beban Glikemik

Uji indeks glikemik menggunakan desain rancangan *one-shot case study*, yaitu memberikan perlakuan secara sengaja kepada subjek terhadap pangan acuan (roti tawar) dan *cookies*, kemudian mengukur glukosa darah setelah perlakuan tersebut (Brouns *et al.*, 2019). Sebanyak 54 gram roti tawar yang mengandung 25 gram *available carbohydrate* dihitung jumlahnya berdasarkan informasi nilai gizi yang tertera pada label di kemasan, sementara jumlah *cookies* yang diberikan dihitung berdasarkan hasil uji proksimat pada masing-masing formula. Perhitungan beban glikemik (BG) menggunakan perhitungan Venn *et al.* (2006) dengan mengalikan IG dengan kadar *available carbohydrate cookies* tepung pisang kepek dan tepung kacang hijau per porsi kemudian dibagi 100.

Prosedur Uji Daya Terima

Uji daya terima meliputi tingkat kesukaan aroma, warna, tekstur dan rasa yang menggunakan 4 skala, yaitu 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = suka dan 4 = sangat suka. Uji tersebut dilakukan pada 25 panelis semi terlatih dari Program Studi Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro dengan pengujian sebanyak satu kali. Formulasi *cookies* terbaik dipilih berdasarkan indeks efektivitas yang menggunakan metode de Garmo *et al.* (1984).

Analisis Statistik

Data yang terkumpul dianalisis dengan menggunakan program SPSS 16 *for Windows*.

Pengaruh formulasi *cookies* tepung pisang kepek termodifikasi terhadap kandungan zat gizi lemak, abu dan serat pangan diuji dengan *One Way Anova* dan dilanjutkan dengan *Posthoc Test LSD* untuk mengetahui beda nyata antar perlakuan. Sementara itu, untuk mengetahui pengaruh formulasi *cookies* tepung pisang kepek termodifikasi dan tepung kacang hijau terhadap kandungan karbohidrat, lemak, air, pati resisten dan daya terima *cookies* digunakan uji *Kruskal-Wallis Test* yang dilanjutkan dengan uji *Mann Whitney-U Test*.

Hasil dan Pembahasan

Kandungan Zat Gizi *Cookies*

Hasil analisis kandungan zat gizi *cookies* pada Tabel 2 menunjukkan bahwa ada perbedaan nyata pada kandungan protein, lemak, karbohidrat, kadar abu, kadar air dan serat pangan pada *cookies* tepung pisang kepek termodifikasi enzimatis dan tepung kacang hijau di masing-masing formula. Kandungan protein *cookies* berada dalam kisaran 5,62-7,83 g/100 g, lemak di antara 18,45-18,99 g/100 g, karbohidrat 40,16-45,72 g/100 g, kadar air 9,83-12,22%, kadar abu 3,65-4,45%, dan serat pangan sebesar 15,18-17,70 g/100 g. Berdasarkan data yang didapat, semakin berkurangnya komposisi tepung pisang kepek termodifikasi dan semakin banyaknya komposisi tepung kacang hijau yang digunakan maka semakin meningkatkan kandungan protein dan serat pangan *cookies*. Substitusi tepung kacang hijau dapat meningkatkan kandungan protein *cookies* sebesar 0,82-1,40 g pada tiap formulasi.

Kadar protein *cookies* semua perlakuan telah memenuhi SNI 2973:2011, yaitu dengan kadar protein minimal 5%. Konsumsi protein bernilai biologis tinggi yang dapat meningkatkan penyerapan dan penggunaan nitrogen, sehingga mengurangi sisa hasil metabolisme protein dalam tubuh dan tidak memperberat ginjal

penderita DM tipe-2 (Gallagher, 2012). Kandungan karbohidrat pada *cookies* Nampak semakin menurun dengan berkurangnya komposisi tepung pisang kepek termodifikasi yang diberikan. *Cookies* dengan formulasi pisang 65% dan kacang hijau 35% mempunyai kandungan karbohidrat terendah yaitu sebesar 40,16 %. Kandungan karbohidrat pada *cookies* tepung pisang kepek termodifikasi enzimatis dan tepung kacang hijau telah memenuhi syarat mutu dari SNI 01-2973-1992 tentang mutu biskuit, yaitu lebih rendah dari 70%. Hasil analisis kadar lemak pada *cookies* tepung pisang kepek termodifikasi dan tepung kacang hijau berkisar 18,45–18,99 g/100 g dan nampak adanya ketidakstabilan nilai. Peningkatan kandungan lemak terjadi karena kandungan lemak pada tepung kacang hijau (1,26 g/100 g) lebih tinggi daripada tepung pisang kepek (0,9-1 g/100 g). Selain itu, sumber lemak pada *cookies* berasal dari margarin dan pengemulsi. Ketidakstabilan nilai juga nampak pada kadar air dan kadar abu. Kandungan serat pangan *cookies* semakin meningkat dengan semakin besarnya presentase tepung kacang hijau. Menurut Olwin dan Cornelis (2005) peningkatan kandungan serat pangan ini dikarenakan kandungan serat pangan pada tepung kacang hijau (4,3 g/100 g) yang lebih tinggi daripada tepung pisang kepek (0,6 g/100 g). Serat dapat memperlambat pengosongan lambung, memperpendek waktu transit makanan di usus, dan memperlambat penyerapan glukosa sehingga dapat mengurangi peningkatan glukosa darah (Franz, 2012).

Kandungan Pati Resisten *Cookies*

Pati resisten dalam bahan makanan di bagi menjadi lima golongan antara lain; (a) sangat rendah (<1%), (b) rendah (1 – 2,5%), (c) sedang (2,5 – 5%), (d) tinggi (5 – 15%) dan (e) sangat tinggi (>15%) (Goni *et al.*, 1996; Birt *et al.*, 2013). Hasil uji pati resisten *cookies*

Tabel 2. Kandungan gizi *cookies* tepung pisang termodifikasi dan tepung kacang hijau

Formulasi	Kandungan Zat Gizi (%)						
	Karbohidrat	Lemak	Protein	Abu	Air	Serat pangan	Pati resisten
85:15	45,72±0,58 ^a	18,53±0,21 ^a	5,62±0,07 ^a	3,70±0,10 ^a	11,22±0,47 ^a	15,18±0,39 ^a	13,67 ±1,97 ^a
75:25	42,07±1,35 ^b	18,99±0,38 ^b	7,01±0,18 ^b	4,45±0,23 ^b	9,83±0,23 ^b	17,62±0,90 ^b	11,33 ±1,63 ^{ab}
65:35	40,16±0,72 ^c	18,45±0,14 ^a	7,83±0,39 ^c	3,65±0,12 ^a	12,22±0,43 ^c	17,70±1,00 ^b	10,33 ±1,50 ^b
Nilai p	0,001 ^{**}	0,006 [*]	0,001 ^{**}	0,001 [*]	0,001 ^{**}	0,001 [*]	0,024 ^{**}

Keterangan : Angka yang diikuti huruf *superscript* yang berbeda menunjukkan beda nyata (*) artinya hasil dari analisis *One way Anova*; (**) artinya hasil analisis dengan *Kruskal Wallis Test*

Tabel 3. Kadar glukosa darah setelah konsumsi *cookies*

Waktu	Kelompok <i>cookies</i> 85:15		Kelompok <i>cookies</i> 75:25		Kelompok <i>cookies</i> 65:35	
	Roti Tawar	Cookies	Roti Tawar	Cookies	Roti Tawar	Cookies
Menit ke-0	83,90 ± 8,03	82,90 ± 6,85	78,10 ± 7,37	85,60 ± 7,39	81,60 ± 3,71	84,50 ± 7,75
Menit ke-30	121 ± 15,50	102,80 ± 10,87	114,10 ± 14,46	109,50 ± 12,76	118,20 ± 9,25	107 ± 9,93
Menit ke-60	122 ± 18,35	98,90 ± 13,04	117,50 ± 15,88	93,30 ± 9,44	123,50 ± 14,43	98,70 ± 9,84
Menit ke-90	97,50 ± 6,55	90,80 ± 9,75	96,60 ± 12,79	85,70 ± 8,17	101,50 ± 12,57	91 ± 8,85
Menit ke-90	85,50 ± 10,62	83,30 ± 8,46	86,20 ± 12,20	80 ± 6,71	86,50 ± 9,84	83,50 ± 6,46

Tabel 4. Indeks dan beban glikemik 3 jenis formulasi *cookies* dengan jumlah penyajian 30 g

Jenis <i>Cookies</i>	Karbohidrat	Karbohidrat	Indeks glikemik	Beban glikemik	Kategori
	available (%)	available/porsi (%)			
85:15	45,72	13,72	49,10	6,74	Rendah
75:25	42,07	12,62	29,50	3,72	Rendah
65:35	40,16	12,05	42,34	5,10	Rendah

tepung pisang kepek termodifikasi enzimatis dan tepung kacang hijau sesuai pada Tabel 2 menunjukkan bahwa semua formulasi *cookies* memiliki kadar pati resisten sangat tinggi (>15%). Semakin tinggi presentase komposisi tepung pisang kepek termodifikasi enzimatis semakin tinggi kadar pati resisten yang terkandung pada *cookies*. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa substitusi tepung pisang kepek termodifikasi enzimatis menaikkan secara nyata kadar pati resisten. Penelitian sebelumnya oleh Sajilata *et al.* (2006) melaporkan bahwa kadar amilosa yang tinggi dibutuhkan dalam proses pembentukan pati resisten yang dihasilkan suatu produk. Selain itu kadar pati resisten tepung pisang juga meningkat signifikan dengan pemberian perlakuan pemanasan. Hidrolisis pati resisten oleh enzim pencernaan umumnya memerlukan waktu yang lebih lambat, sehingga mengkonsumsi pati resisten yang dapat menurunkan kandungan gula darah. Hal tersebut disebabkan oleh pati resisten yang menghasilkan energi dengan proses yang cukup lambat, sehingga tidak segera diserap dalam bentuk glukosa. Selain itu, menurut Herawati (2010) keberadaan pati resisten juga meningkatkan keberadaan GLP-1 (*glucagon like peptide 1*), dimana GLP-1 ini menstimulasi pembentukan insulin. Pati resisten juga memiliki efek yang dapat mengurangi respon glikemik dan insulin, menurunkan kolesterol, efek protektif terhadap kanker kolon melalui proses mikroflora yang mampu mengubah pati resisten menjadi asam lemak rantai pendek (Alejandro *et al.*, 2007). Oleh karena itu diharapkan dengan tingginya pati resisten dalam *cookies*, nilai indeks glikemik pangan tersebut rendah.

Analisis Indeks Glikemik dan Beban Glikemik

Respon kenaikan nilai glukosa darah tiap kelompok perlakuan menunjukkan bahwa rata-rata peningkatan respon kadar glukosa darah pangan uji (*cookies*) lebih rendah dibandingkan dengan pangan acuan (roti tawar) sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3. Berdasarkan pengamatan berkala yang telah dilakukan, puncak kenaikan kadar glukosa darah terjadi pada menit ke-60 setelah makan dan menurun secara bertahap pada menit-menit selanjutnya, sedangkan perlakuan *cookies*, puncak kenaikan kadar glukosa darah terjadi pada menit ke-30 dengan puncak peningkatan kadar glukosa darah tertinggi terdapat pada pemberian pangan acuan roti tawar sebesar 123,50 mg/dl dan peningkatan glukosa darah terendah pada pemberian *cookies* dengan formula tepung pisang dan kacang hijau 85:15%, yaitu sebesar 102,80 mg/dl.

Indeks glikemik berdasarkan perhitungan luas area bawah kurva dihitung dengan metode trapezoid. Setelah dirata-ratakan, didapatkan nilai indeks glikemik makanan uji ditampilkan pada Tabel 4. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai indeks glikemik *cookies* termasuk dalam kategori IG rendah (IG<55) yaitu 29,50–49,10. Adanya penurunan IG dapat disebabkan oleh banyak faktor, diantaranya adalah cara pengolahan, kadar serat, protein, lemak, serta pati resisten (Arif *et al.*, 2013). Berdasarkan Tabel 4, *cookies* memiliki beban glikemik yang tergolong rendah (<10) dengan beban

glikemik paling rendah yaitu 3,72 sampai 6,74. Beban glikemik suatu produk makanan juga dipengaruhi oleh kadar karbohidrat *available* yang terdapat dalam satu takaran saji. Porsi penyajian dapat mempengaruhi besar dan kecilnya beban glikemik. Pada penelitian ini porsi penyajian *cookies* tepung pisang kepek dan tepung kacang hijau adalah sebesar 30 gram dengan indeks glikemik dan beban glikemiks yang rendah sehingga aman sebagai alternatif makanan selingan bagi penderita DM tipe 2.

Analisis Daya Terima *Coookies*

Tabel 5 menunjukkan bahwa formulasi tepung pisang kepek termodifikasi dan tepung kacang hijau tidak ada perbedaan yang nyata terhadap daya terima warna, aroma, dan rasa tetapi terdapat perbedaan nyata terhadap daya terima tekstur *cookies*. Berdasarkan hasil analisa data dapat diketahui bahwa *cookies* dengan formula 85:15% untuk tepung pisang dan tepung kacang hijau memiliki tingkat kesukaan terhadap warna tertinggi, namun semua formulasi masuk ke dalam kategori yang sama yaitu kategori suka. Hasil analisis berdasarkan metode de Garmo *et al.* (1984) menunjukkan bahwa *cookies* dengan formula rasio tepung pisang dan tepung kacang hijau sebesar 85 dan 15%, merupakan formula terbaik dengan nilai hasil tertinggi sebesar 0,599 (data tidak ditampilkan) yang dapat menghasilkan *cookies* dengan kandungan karbohidrat 45,72% , protein 5,62% , lemak 18,53% , air 11,22% , abu 3,70% , serat pangan 15,18%, pati resisten 13,67%, serta skor penerimaan terhadap warna, aroma, rasa, dan tekstur masing-masing sebesar 2,92, 3,08, 2,80 dan 3,12.

Tabel 5. Hasil analisis tingkat kesukaan cookies tepung pisang termodifikasi dan tepung kacang hijau

Aspek	Persentase tepung pisang dan kacang hijau		
	85:15	75:25	65:35
Warna	2,92±0,50 ^a (Suka)	3,04±0,20 ^a (Suka)	3,12±0,78 ^a (Suka)
Aroma	3,08±0,57 ^a (Suka)	3,16±0,69 ^a (Suka)	3,00±0,82 ^a (Suka)
Rasa	2,80±0,64 ^a (Suka)	2,84±0,55 ^a (Suka)	2,60±0,76 ^a (Suka)
Tekstur	3,12±0,73 ^a (Suka)	3,12±0,73 ^a (Suka)	2,44±0,82 ^b (Tidak Suka)

Keterangan: Angka yang diikuti huruf *superscript* yang berbeda (a,b,c) menunjukkan beda nyata

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh bahwa semakin tinggi komposisi tepung pisang kepek termodifikasi, maka semakin tinggi kadar pati resisten dan karbohidrat pada *cookies*. Formulasi terbaik dengan mempertimbangkan mutu *cookies* yang meliputi kandungan gizi, pati resisten, indeks glikemik, beban glikemik dan daya terima adalah *cookies* dengan dengan formula 85:15% untuk tepung pisang dan tepung kacang hijau yang menghasilkan nilai hasil yang tertinggi.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih peneliti sampaikan kepada Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) sumber dana Direktorat Riset dan Pengabdian

Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kemenristek Dikti dengan Nomor Kontrak: 101-91/UN7.P4.3/PP/2018 yang telah mendanai penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Afifah, D.N., Putrianti, A.S., Tunjung, A.P.S., Rustanti, N. 2018. Effect of processing methods on glycemic index of chocolate crackers made with modified kepok banana (*Mussa paradisiaca* L.) flour. *International Journal of Food Engineering* 4(4):299–303. DOI: 10.18178/ijfe.4.4.299-303.
- Alejandro, A.S., Sàyoga-Ayerdi, S.G., Vargas-Torres, A., Tovar, J., Ascencio-Otero, T.E., Bello-Pérez, L.A. 2007. Slowly digestible cookies prepared from resistant starch-rich lintnerized banana starch. *Journal of Food Composition and Analysis* 20(3-4):175-181. DOI:10.1016/j.jfca.2006.07.005.
- Andarwulan, N., Kusnandar, F., Herawati, D. 2011. Analisis Pangan. Dian Rakyat, Jakarta.
- Aquino, C.F., Salamão, L.C.C., Ribeiro, S.M.R., Siqueira, D.L.D., Cecon, P.R. 2016. Carbohydrates, Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Pulp and Peel of 15 Banana Cultivars. *Revista Brasileira de Fruticultura* 38(4): 1-11. DOI: 10.1590/0100-29452016090.
- Arif, A.B., Budiyo, A., Hoerudin. 2013. Nilai indeks glikemik produk pangan dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. *Jurnal Litbang Pertanian* 32(2):91–9.
- Asp, N.G., Johansson, C.G., Hallmer, H., Siljestroem, M. 1983. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 31(3):476–482. DOI: 10.1021/jf00117a003.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists. AOAC, Inc, Virginia.
- Atkinson, F.S., Foster-powell, K., Brand-Miller, J.C. 2008. International table of glycemic index and glycemic load values. *Diabetes Care* 31(12):2281–2883. DOI: 10.2337/dc08-1239.
- Birt, D.F., Boylston, T., Hendrich, S., Jane, J.L., Hollis, J., Li, McClelland, J., Moore, S., Phillips, G.J., Rowling, M., Schalinske, K., Scott, M.P., Whitley, E.M. 2013. Resistant Starch: Promise for Improving Human Health. *Advances in Nutrition* 4(6): 587-601. DOI: 10.3945/an.113.004325.
- Canivell, S., Gomis R. 2014. Diagnosis and classification of autoimmune diabetes mellitus. *Autoimmunity Reviews* 13(4–5):403-407. DOI: 10.1016/j.autrev.2014.01.020.
- Cho, N.H., Shaw, J.E., Karuranga, S., Huang, Y., da Rocha Fernandes, J.D., Ohlrogge, A.W., Malanda, B. 2018. IDF Diabetes atlas: Global estimates of diabetes prevalence for 2017 and projections for 2045. *Diabetes Research and Clinical Practice* 138:271–281. DOI: 10.1016/j.diabres.2018.02.023.
- de Garmo, E., Sullivan, W., Canada, J. 1984. *Engineering Economy*. Mc Millan Publishing Company, New York.
- Diyah, N.W., Ambarwati, A., Warsito, G.M., Niken, G., Heriwiyanti, E.T., Windysari, R., Prismawan, D., Hartasari, R.F., Purwanto. 2016. Evaluasi kandungan glukosa dan indeks glikemik beberapa sumber karbohidrat dalam upaya penggalian pangan ber-indeks glikemik rendah. *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia* 3(2):67–72. DOI:10.20473/jfiki.v3i22016.67-73.
- Franz, M.J. 2012. Medical nutrition therapy for diabetes mellitus and hypoglycemia of nondiabetic. In: Mahan LK, SE S, editors. *Krause's Food and the Nutrition Care Process*. WB Saunders Company, Philadelphia.
- Gallagher, M.L. 2012. The Nutrient and Their Metabolism. In: Mahan LK, Stump SE, editor. *Krause's Food and the Nutrition Care Process 13th edition*. WB Saunders Company, Philadelphia.
- Granfeldt, Y., Wu, X., Björck, I. 2006. Determination of glycemic index; some methodological aspects related to the analysis of carbohydrate load and characteristics of the previous evening meal. *European Journal of Clinical Nutrition* 60(1):104–112. DOI:10.1038/sj.ejcn.1602273.
- Herawati, H. 2010. Potensi pengembangan produk pati tahan cerna sebagai pangan fungsional. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Jakarta.
- Istiqomah, A., Rustanti, N. 2015. Indeks glikemik, beban glikemik, kadar protein, serat, dan tingkat kesukaan kue kering tepung garut dengan substitusi tepung kacang merah. *Journal Nutrition College* 4(2):620–7. DOI:10.14710/jnc.v4i4.10171.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes). 2018. Hasil utama Riskesdas 2018. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Kim, S-K., Kwak, J-E., Kim, W-K. 2003. A simple method for estimation of enzyme-resistant starch content. *Starch* 55(8):366–368. DOI: 10.1002/star.200300199.
- Musita, N. 2012. Kajian kandungan dan karakteristiknya pati resisten dari berbagai varietas pisang. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* 23(1):57–65. DOI: 10.28959/jdpi.v23i1.557.
- Mustakim, M. 2013. *Budidaya Kacang Hijau Secara Intensif*. Pustaka Baru Press, Yogyakarta.
- Nurhayati, Jenie, B.S.L., Widowati, S., Kusumaningrum, H.D. 2014. Komposisi kimia dan kristalinitas tepung pisang termodifikasi secara fermentasi spontan dan siklus pemanasan bertekanan-pendingin. *Agritech* 34(2): 146-150. DOI: 10.22146/agritech.9504.
- Olwin, N., Cornelis, A. 2005. *Diet Sehat Dengan Serat*. Cermin Dunia Kedokteran No. 147. Departemen Kesehatan RI, Jakarta.
- Purwono., Hartono, R. 2005. *Kacang hijau*. Penebar Swadaya, Jakarta.

- Robertson, M.D. 2012. Dietary-resistant starch and glucose metabolism. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 15(4): 362-367. DOI: 10.1097/MCO.0b013e3283536931.
- Setiarto, R.H.B., Jenie, B.S.L., Faridah, D.N., Saskiawan, I. 2015. Kajian peningkatan pati resisten yang terkandung dalam bahan pangan sebagai sumber prebiotik. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)* 20(3):191–200. DOI: 10.18343/jipi.20.3.191.
- Siagan, R.A. 2004. Faktor-faktor yang mempengaruhi indeks glikemik pangan, indeks glikemik dan beban glikemik beberapa jenis pangan indeks glikemik pangan: Cara mudah memilih pangan yang menyehatkan. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., Suhardi. 1997. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Penerbit Liberty, Yogyakarta.
- Venn, B.J., Wallace, A.J., Monro, J.A., Perry, T., Brown, R., Frampton, C., Green, T.J. 2006. The glycemic load estimated from the glycemic index does not differ greatly from that measured using a standard curve in healthy volunteers. *The Journal of Nutrition* 136(5): 1377-81. DOI: 10.1093/jn/136.5.1377.
- Wild, S., Roglic, G., Green, A., Sicree, R., King, H. 2004. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care* 27(5): 1047-53. DOI: 10.2337/diacare.27.5.1047
- Zhang, W.Q., Wang, H.W., Zhang, Y.M., Yang, Y.X. 2007. Effect of Resistant Starch on Insulin Resistance of Type 2 Diabetes Mellitus Patients. *Chinese Journal of Preventive Medicine* 41(2): 101–104. PMID: 17605234.