



**PENGARUH KONSUMSI KUKIS 'MANGPIS' TERHADAP PEMERIKSAAN GULA DARAH
PERIVER DAN VENA SUBJEK OBESITAS
(THE EFFECT OF 'MANGPIS' COOKIES CONSUMPTION ON OBESITY SUBJECT PERIVER
AND VENA BLOOD SUGAR EXAMINATION)**

Fatmayanti Nawai^{1,2}, Ahmad Syauqy^{1*}, Adriyan Pramono¹, Diana Nur Afifah¹, Etika Ratna Noer¹

¹Program Studi Magister Ilmu Gizi, Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

²Poltekkes Kemenkes Gorontalo, Jl Taman Pendidikan No 36, Gorontalo, Indonesia

E-mail: syauqy@fk.undip.ac.id

Diterima: 05-09-2023

Direvisi: 21-12-2023

Disetujui: 29-12-2023

ABSTRACT

Dietary fiber, resistant starch, bioactive compounds, phenolic antioxidants, flavonoids, and inulin are found in mangrove and banana flour. The combination of the two flours is expected to produce cookies that increase the metabolism of obesity. This study aims to identify the chemical characteristics, level of preference, and glycemic index of mangrove and banana flour cookies (mangpis) to increase metabolism in obese subjects. This study consists of three stages. The first stage of chemical characteristic analysis and preference level using a Completely Randomized Design (CRD) design with 4 treatments with 2 repetitions. The second stage of the best and selected formula from the level of preference tests its glycemic index value and glycemic load using a Completely Randomized Design. and the third stage of steamed intervention using Pre-Post Randomized Control Group Design. The results showed that F1 had the highest air, dietary fiber, crude fiber, and resistant starch content, while F0 had the highest protein, energy, and carbohydrate content. F2 cookies had the highest fat content. The glycemic index of steamed F2 was included in the medium category with a low glycemic load. The 28-day F2 intervention reduced triglycerides but did not affect fasting blood sugar or insulin levels.

Keywords: mangrove flour, kepek banana, cookies, glycemic index, fasting insulin

ABSTRAK

Serat makanan, pati resisten, senyawa bioaktif, antioksidan fenolik, flavonoid, dan inulin ditemukan dalam tepung mangrove dan pisang. Perpaduan kedua tepung tersebut diharapkan dapat menghasilkan kukis yang berefek pada peningkatan metabolisme subjek obesitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik kimiawi, tingkat kesukaan, dan indeks glikemik kukis tepung mangrove dan pisang (mangpis) untuk meningkatkan metabolisme pada subjek obesitas. Penelitian ini terdiri dari tiga tahap. Tahap pertama analisis karakteristik kimia dan tingkat kesukaan menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) 4 perlakuan dengan 2 kali pengulangan. Tahap kedua formula terbaik dan terpilih dari uji tingkat kesukaan di nilai indeks glikemiknya dan beban glikemiknya menggunakan *Complete Randomized Design*. serta tahap ketiga intervensi kukis menggunakan *Pre-Post Randomized Control Group Design*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa F1 memiliki kandungan air, serat pangan, serat kasar, dan pati resisten tertinggi, sedangkan F0 memiliki kandungan protein, energi, dan karbohidrat tertinggi. Kukis F2 memiliki kandungan lemak tertinggi. Indeks glikemik kukis F2 termasuk termasuk kategori sedang dengan beban glikemik rendah. Intervensi F2 selama 28 hari mengurangi trigliserida tetapi tidak memengaruhi kadar gula darah puasa atau insulin. [**Penel Gizi Makan 2023, 46(2):57-68**]

Kata kunci: tepung mangrove, pisang kepek, kukis, indeks glikemik, insulin puasa

PENDAHULUAN

Secara global penyakit tidak menular (PTM) merupakan tantangan kesehatan utama yang setiap tahunnya menjadi kasus kematian tertinggi sebesar 71 persen lebih tinggi dari penyakit menular¹. Salah satu penyakit tidak menular adalah Diabetes Melitus (DM). DM menyumbang kematian sebesar 2,2 persen². Data Riskesdas tahun 2018 menunjukkan bahwa prevalensi DM di Indonesia pada kelompok usia ≥ 15 tahun mengalami peningkatan dari 6,9 persen menjadi 8,5 persen, dimana perempuan lebih tinggi dibanding laki-laki dengan perbandingan 1,78 persen terhadap 1,21 persen³. Saat ini, perkembangan prediabetes menjadi DM sebesar 70 persen⁴. Pada tahun 2018, setengah dari lima anak usia sekolah (20%, atau 7,6 juta), setengah dari tujuh remaja (14,8%, atau 3,3 juta), dan setengah dari tiga orang dewasa di Indonesia hidup dengan kelebihan berat badan atau obesitas⁵.

Penderita DM sangat rentan terhadap kadar glukosa darah yang tidak terkontrol. Konsumsi makanan padat kalori, gaya hidup, merokok, usia, riwayat keluarga diabetes, hipertensi, dislipidemia, obesitas sentral, kelebihan berat badan, peningkatan resistensi insulin, dan penurunan fungsi sel β (penurunan sekresi insulin) menjadi pemicunya^{6,7}. Komplikasi makrovaskular pada penderita DM disebabkan oleh resistensi insulin, sementara kadar glukosa darah tidak terkontrol secara kronis dapat menyebabkan komplikasi mikrovaskular^{8,9}.

Peningkatan kualitas hidup prediabetes dan DM dapat dilakukan dengan manajemen gaya hidup, penurunan berat badan, pengobatan farmakologi, diet seimbang, konsumsi makanan sehat, aktivitas fisik, dan pemantauan kadar glukosa darah secara mandiri^{7,9}. Selain itu, pembatasan konsumsi karbohidrat juga dianggap efektif sebagai pencegahan penyakit DM. Makanan dengan indeks glikemik rendah mampu menurunkan gula darah dan profil lipid pada orang sehat dan DM serta menurunkan risiko kardiovaskular¹⁰. Indeks glikemik (IG) merupakan indikator untuk melihat pengaruh karbohidrat terhadap kadar gula darah.

Karbohidrat dan asam lemak yang berlebihan dapat merangsang sel beta pankreas sehingga menyebabkan disfungsi sel beta dan gangguan sekresi insulin menyebabkan DM¹¹. Pada saat respon sekresi insulin menurun dan kadar asam lemak bebas/FFA (*Free Fatty Acid*) meningkat, konsentrasi glukosa plasma akan meningkat dengan cepat pula. Ketika penyimpanan lemak

terganggu maka dapat menyebabkan resistensi insulin, terutama jika hiperkolesterolemia, LDL yang tinggi dan HDL rendah¹¹.

Kukis merupakan makanan ringan kaya gizi yang banyak disukai oleh sebagian besar masyarakat mulai dari anak-anak hingga kalangan dewasa¹². Kukis adalah produk makanan kering yang dibuat dengan memanggang adonan yang berbahan dasar tepung terigu, lemak, dimana biasanya memiliki ukuran yang kecil dengan rasa yang manis, tekstur yang renyah, dan memiliki umur simpan yang lama^{13,14}. Kukis yang diperkaya dengan serat, nutrisi, komponen bioaktif sebagai antioksidan dan memiliki indeks glikemik yang rendah dapat bersifat sebagai pangan fungsional¹⁵. Mengganti tepung terigu sebagai bahan baku dengan tepung mangrove dan tepung pisang mempunyai kandungan karbohidrat yang tinggi sehingga dapat diolah menjadi produk pangan lainnya^{13,16}. Mangrove yang digunakan jenis *Bruguiera gymnorhizza* dengan ukuran panjang 20-35 cm, diameter 1,7-2,0 cm, warna buah hijau gelap sampai ungu berbintik-bintik coklat, permukaan licin dan silindris¹⁷. Buah mangrove dalam 100 gram mengandung karbohidrat sebesar 85,10 persen, kadar air 54,35 persen, kadar abu 1,01 persen, kadar lemak 1,43 persen, dan kadar protein 1,83 persen¹⁸. Penelitian lainnya menunjukkan bahwa kandungan energi mangrove sebesar 371 kalori, lebih tinggi dibandingkan beras (360 kalori) dan jagung (307 kalori), kadar air 73,76 persen, lemak 1,25 persen, protein 1,13 persen dan kadar abu 0,34 persen¹⁹.

Rekomendasi penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rinta, A dkk,²⁰ diperlukan penelitian lanjutan terhadap tepung mangrove (*Bruguiera gymnorhiza*) diintervensikan ke manusia terutama sebagai produk pangan fungsional, selain itu masih kurangnya data komposisi kukis *Bruguiera gymnorhiza* dan *Musa paradisiaca* L, dan efeknya terhadap kadar gula darah, trigliserida dan insulin puasa, maka perlu diteliti tentang analisis zat gizi, tingkat kesukaan, indeks glikemik, dan pengaruh intervensi kukis tepung mangrove dan tepung pisang terhadap kadar gula darah, trigliserida dan insulin puasa pada subjek obesitas.

METODE

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap. Tahap pertama analisis karakteristik kimia dan tingkat kesukaan menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) 4 perlakuan dengan 2 kali pengulangan. Tahap kedua formula terbaik dan

terpilih dari uji tingkat kesukaan di nilai indeks glikemiknya dan beban glikemiknya menggunakan *Complete Randomized Design*. serta tahap ke ketiga intervensi kukis menggunakan *Pre-Post Randomized Control Group Design*. Karakteristik kimia berupa kandungan zat gizi dan zat antigizi dianalisis di laboratorium *Chem-Mix* Pratama, Bantul, Yogyakarta sedangkan uji tingkat kesukaan dan indeks glikemik dilakukan di Poltekkes Kemenkes Gorontalo. Tahap terakhir intervensi kukis dilaksanakan di Laboratorium Prodia Gorontalo dan Poltekkes Kemenkes Gorontalo yang sebelumnya telah disetujui oleh Komisi Etik Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro berdasarkan *Ethical Clearance* No. 12/EC/KEPK/FK-UNDIP/1/2023.

Bahan dan Alat

Bahan utama penelitian ini adalah tepung terigu, tepung mangrove dan tepung pisang kepok, tepung *maizena*, *margarine*, susu bubuk *full cream*, gula halus dan telur ayam yang ditunjukkan pada formulasi kukis tepung mangrove dan tepung pisang (Tabel 1). Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompor, oven, *mixer*, sendok, baskom stainless, pisau, garpu, ayakan, spatula, loyang, timbangan bahan makanan, cetakan dan kertas kue.

Pembuatan Tepung Buah Mangrove

Mangrove dengan karakteristik warna hijau tua dan keunguan, berbentuk silinder, panjang 15–30 cm dan lebar 1-2 cm, disortasi, dikupas kulitnya, dicuci dan diiris tipis dengan ukuran 0,5-1 cm. Kemudian direndam dalam abu sekam padi 30% selama 24 jam dengan perbandingan 1:4. Setelah direndam, buah mangrove dibilas dengan air, dan direbus selama 30 menit. Buah mangrove yang telah direbus dikeringkan dengan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 70° C selama 12 jam sinar matahari selama 3 kali 24 jam. Setelah kering dihaluskan dengan penggiling grinder dan diayak dengan ayakan 60 *mesh* diameter 250 m.

Pembuatan Tepung Pisang Kepok

Proses pembuatan tepung pisang yaitu disortasi, dikupas kulitnya, diiris tipis dengan ukuran 0,5-1 cm. Kemudian buah pisang dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 70° C selama 12 jam. Setelah kering dihaluskan dengan penggiling grinder dan diayak dengan ayakan 60 *mesh* diameter 250 m. Tepung pisang cocok dibuat tepung karena mengandung pati yang tinggi.

Pembuatan Kukis Tepung Mangrove dan Tepung Pisang Kepok

Pembuatan kukis dilakukan dengan mencampurkan margarin susu, gula halus, telur, dan berbagai jenis tepung sesuai dengan formulasi resep (Tabel 1). Setelah pencampuran, adonan dibentuk bulat dan dipipihkan sebesar 16,2 g, lalu dipanggang dalam oven pada suhu 150°C selama 40 menit.

Empat formula perlakuan (Tabel 1) yaitu (F0) formula kukis tepung terigu, tepung buah mangrove, tepung pisang kepok dengan perbandingan 100:0:0, (F1) formula kukis tepung terigu, tepung buah mangrove, tepung pisang kepok dengan perbandingan 0:70:30, (F2) formula kukis tepung terigu, tepung buah mangrove, tepung pisang kepok dengan perbandingan 0:50:50, dan (F3) formula kukis tepung terigu, tepung buah mangrove, tepung pisang kepok dengan perbandingan 0:30:70. Formula ini dibuat untuk menentukan formula terbaik yang akan dilakukan uji pada tahap selanjutnya.

Tabel 1
Formulasi Kukis Tepung Mangrove dan Tepung Pisang

Formulasi	F0	F1	F2	F3
Tepung terigu (g)	50	0	0	0
Tepung buah mangrove (g)	0	35	25	15
Tepung pisang kepok (g)	0	15	25	35
Margarine (g)	20	20	20	20
Susu bubuk full cream (g)	10	10	10	10
Gula halus (g)	25	25	25	25
Kuning Telur ayam (g)	15	15	15	15
Tepung Maezena (g)	10	10	10	10

Analisis Kandungan Gizi

Pengujian sifat kimia meliputi uji proksimat. Pengujian proksimat kadar air, kadar abu dan serat menggunakan metode AOAC 2005²¹, kadar protein berdasarkan metode *Kjeldahl*²¹, kadar lemak mengikuti metode *Soxhlet*, dan uji karbohidrat dengan metode *carbohydrate by difference*²². Energi dianalisis dengan menggunakan *bomb* kalorimeter.

Uji Tingkat Kesukaan

Uji tingkat kesukaan dilakukan dengan menilai rangking warna, tekstur, aroma dan rasa untuk mendapatkan konsentrasi formula terbaik. Penilaian dilakukan dengan menggunakan 50 panelis yang diminta mengisi formulir uji tingkat kesukaan kukis dengan skala hedonik yaitu (1) tidak suka, (2) kurang suka, (3) suka dan (4) sangat suka. Tahap uji

tingkat kesukaan menggunakan desain penelitian eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), 4 perlakuan dengan 2 kali pengulangan.

Prosedur penyajian produk tingkat kesukaan dilakukan dengan cara: empat jenis sampel kukis diambil 1 buah disajikan dalam keadaan dingin. Masing-masing kukis diberikan kode set acak yang tidak diketahui oleh panelis. Kemudian sampel tersebut diberikan kepada panelis secara bersamaan. Panelis dimintakan untuk menilai sesuai dengan formulir uji tingkat kesukaan. Hasil uji tingkat kesukaan dirangking rerata warna, aroma, rasa, dan tekstur untuk mendapatkan formula terbaik.

Uji Indeks Glikemik (IG) Dan Beban Glikemik (BG)

Pengujian indeks glikemik akan dilakukan pada 10 orang subjek yang telah berpuasa (kecuali air putih) selama 10-12 jam. Masing-masing subjek diambil darah perifer untuk mengukur kadar glukosa darah puasa menit ke 0', 30', 60', 90' dan 120', Perhitungan indeks glikemik menggunakan metode *Incremental Area Under The Blood Glucose Response Curve* (IAUC)²³.

Jumlah pangan uji yang harus diberikan kepada responden atau subjek ditentukan mengandung 25 gr *available carbohydrate* yang dapat diketahui dari kandungan gula total dan pati bahan pangan tersebut dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Available Carbohydrate} = \text{gula total} + (1,1 \times \text{pati})^{23}$$

$$\text{Jumlah Sampel} = \frac{25 \text{ Gr}}{\text{available carbohydrate}} \times 100$$

$$\text{IAUC} = \frac{\Delta 30t}{2} + \Delta 60t + \frac{(\Delta 30 - \Delta 60)t}{2} + \Delta 90t + \frac{(\Delta 60 - \Delta 90)t}{2} + \Delta 120 + \frac{(\Delta 90 - \Delta 120)t}{2}^{29}$$

IAUC = Luas Area Bawah Kurva
 t = Interval waktu pengambilan darah (30 menit)
 Δ30 = Selisih kadar glukosa darah 30 menit setelah beban dengan puasa
 Δ60 = Selisih kadar glukosa darah 60 menit setelah beban dengan puasa
 Δ90 = Selisih kadar glukosa darah 90 menit setelah beban dengan puasa
 Δ120 = Selisih kadar glukosa darah 120 menit setelah beban dengan puasa

Indeks glikemik dan beban glikemik dihitung dengan menggunakan rumus:²³

$$(\text{IG} = \frac{\text{AUC PANGAN UJI}}{\text{AUC Pangan Standar}} \times 100)^{23}$$

Kategori Indeks Glikemik: IG Rendah jika 0-55, Sedang jika 56-69, Tinggi jika ≥ 70²³

$$\text{BG} = \frac{\text{Nilai IG} \times \text{Karbhidrat Per Saji}}{100}$$

BG rendah < 10, sedang >10 - < 20 dan tinggi jika > 20, IG = Indeks glikemik, BG = Beban Glikemik²³.

Intervensi Kukis Tepung Mangrove dan Tepung Pisang Kepok

Kelompok kontrol (14 orang) dan kelompok intervensi (16 orang) yang memenuhi kriteria inklusi yaitu bersedia menjadi subjek penelitian, berusia 18-45 tahun, berstatus gizi obesitas (ditunjukkan dengan IMT ≥ 25 kg/m²), tidak dalam keadaan hamil, tidak memiliki riwayat DM, tidak merokok, tidak memiliki riwayat alergi terhadap bahan-bahan yang digunakan dalam produk, tidak sedang menjalankan diet penurunan berat badan. Sedangkan kriteria eksklusi subjek adalah tidak mengikuti prosedur penelitian, mengundurkan diri di awal atau dipertengahan penelitian, tidak mengkonsumsi obat-obatan 24 jam sebelum pengambilan darah, berpuasa lebih dari 14 jam, melakukan aktivitas fisik berat 12 jam sebelum pengambilan darah.

Pengukuran Insulin puasa, glukosa puasa dan trigliserida didapatkan melalui pemeriksaan darah vena yang diambil oleh petugas analis kesehatan Laboratorium Prodia Gorontalo. Pengambilan darah dilakukan sebanyak 2 kali yaitu sebelum dan sesudah intervensi kukis selama 28 hari. Prosedur pengambilan darah dimulai dengan pengisian *informed consent* selanjutnya subjek akan berpuasa selama 10-12 jam, kemudian diambil darah di bagian vena sebanyak 5 mL (*pre test*) dan dimasukkan ke dalam tabung dengan tutup hijau untuk pengujian glukosa puasa dan trigliserida serta tabung tutup merah untuk pengujian insulin puasa. Tabung ini berisi gel separator dengan antikoagulan lithium heparin sehingga plasma darah akan berada dibagian atas setelah pencampuran. Selanjutnya subjek diberi dan mengkonsumsi kukis selama 28 hari (subjek kontrol diberikan F1 dan Subjek intervensi diberikan F2). dan dilanjutkan dengan pengambilan darah kembali (*post test*) dengan prosedur yang sama.

Penentuan takaran saji intervensi didasarkan pada kandungan pati resisten memberikan efek terhadap obesitas dan *overweight* sebesar 15 g/hari²⁴. 1 buah kukis seberat 16,2 g dengan total 14 buah yang dihabiskan dalam sehari. Kukis yang akan diintervensikan adalah kukis yang terpilih dari tingkat kesukaan dan telah dinilai indeks dan beban glikemiknya. Kemudian dilanjutkan dengan pemeriksaan dan pengambilan darah

vena untuk melihat insulin puasa, glukosa puasa dan trigliserida yang di lanjutkan melihat status resistensi insulin per kelompok berdasarkan nilai HOMA-IR dengan persamaan:

$$\text{HOMA-IR} = (\text{FGXFI})/22,5^{25}$$

Keterangan: FG= Glukosa puasa, FI= Insulin Puasa

Data penelitian ini dianalisis dengan menggunakan aplikasi SPSS 25.0. Data karakteristik kimia dianalisis dengan menggunakan uji *one-way Anova*. Data uji tingkat kesukaan dianalisis menggunakan uji non parametrik *kruskal wallis*. Indeks Glikemik dianalisis dengan menggunakan deskriptif dengan mengambil mean dan standar deviasi. Sedangkan intervensi kukis terhadap insulin puasa, glukosa puasa dan trigliserida dianalisis dengan menggunakan uji T tidak berpasangan jika distribusi data normal dan jika distribusi data tidak normal dianalisis dengan uji *mann whitney*. Jika nilai p value kurang dari 0,05 Ha diterima jika (ada perbedaan insulin puasa, glukosa puasa dan trigliserida antara kelompok kontrol dan kelompok intervensi setelah mengkonsumsi kukis) sehingga memberikan pengaruh. Sebaliknya jika jika p value lebih besar dari 0,05 maka Ha di tolak (tidak ada perbedaan insulin puasa, glukosa puasa dan trigliserida antara kelompok kontrol dan kelompok intervensi setelah mengkonsumsi kukis) tidak memberikan pengaruh.

HASIL

Hasil analisis karakteristik kimia kukis pada Tabel 2 menunjukkan perbedaan nyata pada kandungan energi, protein, lemak, karbohidrat, kadar air, kadar abu, pati resisten,

serat kasar, serat pangan, serat tak larut, serat larut, HCN pada kukis tepung mangrove dengan tepung pisang kepok di masing masing formula. Rerata kandungan energi kukis tepung mangrove dan pisang dalam 100 g berada pada kisaran 415,34-454,18, kadar air 4,89-8,27%, kadar abu 1,56-2,20%, protein 6,06-9,61%, karbohidrat 56,46-61,57%, lemak 18,33-19,64%, pati resisten 2,40-8,11%, serat kasar 2,92-7,64%, kadar serat pangan 3,29-9,06%, kadar serat larut 0,25-0,55%, serat tak larut 3,14-8,51% dan zat anti gizi 0,00-6,44%. Distribusi data normal hasil tes statistik uji *one way Anova* menunjukkan ada perbedaan signifikan antara karakteristik kimia kukis tepung mangrove dan tepung pisang kepok(p<0,05).

Uji Tingkat Kesukaan

Hasil uji tingkat kesukaan pada Tabel 3 menunjukkan rerata warna 3,48-3,82 dengan SD 0,39-0,68, rerata aroma 2,96-3,38 dengan SD 0,53-0,64, rerata tekstur 2,32-3,06 dengan SD 0,67-0,79, rerata rasa 3,00-3,50 dengan SD 0,61-0,88. (Tabel 3) Distribusi data tidak normal sehingga hasil uji *kruskal wallis* menunjukkan bahwa nilai p value warna 0,009, aroma 0,000, tekstur 0,000 dan rasa 0,006 sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan signifikan antara warna, aroma, tektur dan rasa kukis tepung mangrove dan tepung pisang (p<0,05). Berdasarkan uji rangking maka formula yang terpilih dari uji tingkat kesukaan adalah F2 formula dengan mengganti tepung terigu dengan 50 persen tepung mangrove dan 50 persen tepung pisang kepok. Sehingga F0 dan F2 dilanjutkan untuk penentuan uji indeks glikemik.

Tabel 2
Kandungan Zat Gizi dan Antigizi Kukis dalam 100 g

Parameter	F0 (100:0:0)	F1 (0:70:30)	F2 (0:50:50)	F3 (0:30:70)	P Value
Energi (kkal) *	454,18±0,2 ^a	415,34±1,88 ^b	428,59±1,17 ^c	432,91±1,17 ^d	0,000
Kadar air (%)*	4,89±0,01 ^a	8,28±0,09 ^b	7,66±0,19 ^c	6,27±0,14 ^d	0,001
Kadar abu (%)*	1,56±0,05 ^a	1,78±0,02 ^b	1,95±0,04 ^c	2,20±0,06 ^d	0,000
Protein (%)*	9,62±0,02 ^a	7,52±0,42 ^b	6,51±0,11 ^c	6,06±0,04 ^d	0,000
Lemak (%)*	19,46±0,03 ^a	18,33±0,09 ^b	19,64±0,18 ^a	18,89±0,19 ^c	0,003
Karbohidrat (%)*	61,57±0,02 ^a	56,46±0,75 ^b	57,93±0,00 ^c	61,31±0,09 ^a	0,000
Pati resisten (%)*	2,40±0,01 ^a	8,11±0,02 ^b	6,65±0,01 ^c	5,76±0,14 ^d	0,000
Serat kasar (%)*	2,92±0,01 ^a	7,64±0,51 ^b	6,32±0,08 ^c	5,27±0,13 ^d	0,000
Serat Pangan (%)*	3,39±0,04 ^a	9,06±0,00 ^b	7,86±0,04 ^c	6,63±0,04 ^d	0,000
Serat Tak Larut (%)*	3,14±0,03 ^a	8,51±0,03 ^b	7,43±0,04 ^c	6,28±0,02 ^d	0,000
Serat larut (%)*	0,25±0,01 ^a	0,55±0,03 ^b	0,43±0,00 ^c	0,35±0,01 ^d	0,000
HCN(ppm)*	0,00±0,00 ^a	6,44±0,04 ^b	4,96±0,04 ^c	3,48±0,04 ^d	0,000

Keterangan: Nilai yang dipresentasikan adalah nilai mean dan SD.

*Hasil test dengan menggunakan uji *one way anova* menunjukkan bahwa ada perbedaan signifikan antara karakteristik kimia kukis tepung mangrove dan tepung pisang kepok(p<0,05)

a,b,c,d menunjukkan notasi huruf memiliki perbedaan yang signifikan

Tabel 3
Hasil Tes Uji Tingkat Kesukaan Kukis

Parameter	F0 (100:0:0)	F1 (0:70:30)	F2 (0:50:50)	F3 (0:30:70)	P value
Warna	3,78±0,51 ^a (sangat suka)	3,48±0,68 ^b (sangat suka)	3,82±0,39 ^c (sangat suka)	3,70±0,51 ^d (sangat suka)	0,009*
Aroma	3,38±0,53 ^a (sangat suka)	2,96±0,64 ^b (suka)	3,52±0,51 ^c (sangat suka)	3,34±0,62 ^d (sangat suka)	0,000*
Tekstur	3,06±0,68 ^a (suka)	2,32±0,79 ^b (kurang suka)	3,02±0,77 ^c (suka)	2,80±0,67 ^d (suka)	0,000*
Rasa	3,50±0,61 ^a (sangat suka)	3,00±0,88 ^b (suka)	3,40±0,76 ^c (sangat suka)	3,14±0,76 ^d (suka)	0,006*

Keterangan:

Nilai yang dipresentasikan adalah nilai mean dan SD

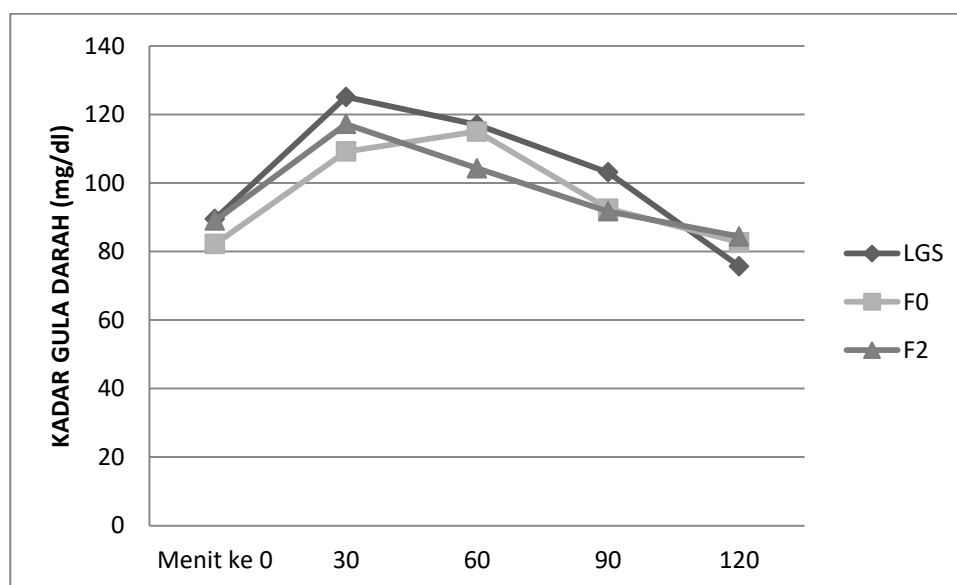
*Hasil test dengan menggunakan *uji Kruskal Wallis* menunjukkan bahwa ada perbedaan signifikan antara warna, aroma, tekstur dan rasa kukis terhadap formula tepung mangrove dan tepung pisang ($p < 0,05$).

a,b,c,d menunjukkan notasi huruf memiliki perbedaan yang signifikan

Tabel 4
Kalkulasi Nilai Gizi Kukis Setara 25 gram Karbohidrat

Kandungan Gizi Kukis	Unit	F0	F2
Gula total (GT)	%	27,34	25,12
Pati (P)	%	32,69	25,87
Kandungan karbohidrat	%	63,30	53,58
Kandungan karbohidrat / Porsi	%	15,83	13,26
Jumlah kukis yang diberikan	g	39,49	46,66

Keterangan: * $AC = GT + (1.1 \times P)$, * Jumlah kukis yang diberikan = $\frac{25}{AC} \times 10$



Keterangan: LGS= larutan glukosa standar, F0= Formula 0, F2= Formula 2

Gambar 1
Hasil Pemeriksaan Darah Periver Setiap 30 Menit

Tabel 5
Hasil Pemeriksaan Darah Vena Setelah Mengonsumsi Kukis

	Kontrol (n=14)				Intervensi (n=16)				P
	Min-maks	Mean	M	SD	Min-maks	Mean	M	SD	
INSULIN PUASA									
Pre	6,4-12,5	9,5	9,5	2,1	3,1-21,9	10,3	9,5	4,6	0,542*
Post	6,5-25,8	13,6	12,9	5,1	5,4-25,7	11,9	10,1	5,6	0,388*
Δ	(-2,6)-16,1	4,1	3,9	5,0	(-2,9)-5,8	1,6	2,4	2,7	0,092*
GLUKOSA PUASA (mmol)									
Pre	3,8-5,6	4,6	4,6	0,4	4,2-5,0	4,7	4,8	0,2	0,495*
Post	4,4-6,3	4,9	4,9	0,5	4,2-5,4	4,8	4,9	0,3	0,822**
Δ	(-0,1)-0,7	0,3	0,3	0,3	(-0,4)-0,6	0,1	0,1	0,3	0,085*
HOMA-IR									
Pre	1,31-3,11	1,9	1,9	0,5	0,7-4,7	2,2	1,9	0,9	0,497*
Post	1,4 -5,8	2,9	2,9	1,1	1,1-5,7	2,5	2,2	1,3	0,349*
Δ	(-0,6)-3,9	1,0	0,9	1,05	(-0,8)-1,4	0,4	0,5	0,6	0,071*
TRIGLISERIDA									
Pre	65-196	108,9	98,5	4,1	48-175	92	84	31,5	0,212*
Post	67-228	112,5	98	46,6	32-112	69,1	68	20,6	0,002**
Δ	(-44)-40	3,6	9	26,2	(-82)-(-1)	-22,9	-17	20,8	0,006**

Keterangan: *Uji T tidak berpasangan, **Uji mann whitney, M= Median

Uji Indeks Glikemik

Subjek uji GI adalah sepuluh orang mahasiswa (4 orang laki-laki dan 6 orang perempuan) Politeknik Kesehatan Gorontalo yang telah menandatangani informed consent. subjek berusia dengan rerata 19 tahun, berat badan 54,32 kg, tinggi badan 159,9 cm dan IMT 21,26 kg/m². Semua subjek berstatus gizi normal, dalam keadaan sehat tanpa gangguan metabolisme di tandai dengan rerata kadar gula darah puasa 89,5 mg/dl. Hasil pemeriksaan Laboratorium *Chem-Mix* Pratama, Yogyakarta menunjukkan bahwa penambahan tepung mangrove dan tepung pisang memberikan kontribusi serat yang cukup tinggi yaitu serat kasar selisih antara F0 dan F2 sebesar 3,40%, serat pangan 4,47%, serat tak larut 4,29%, serat larut 0,18% dan pati resisten dengan selisih 4,24%. Selain kandungan serat buah mangrove mengandung senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan. Buah mangrove yang tua lebih banyak mengandung antioksidan dibandingkan dengan buah mangrove yang muda sekitar 13,47 ppm dan tergolong sangat kuat (IC₅₀< 50 ppm). Antioksidan yang tertinggi adalah fenol²⁶. Antioksidan menghambat pembentukan ROS, menangkal radikal bebas dan meningkatkan kemampuan enzim pertahanan antioksidan. *Reaktif Spesies Oksigen* (ROS) dihasilkan dari metabolisme energi mitokondria dan berperan penting dalam produksi *nitric oxide* (NO), yang dapat meningkatkan disfungsi endotel pada DM tipe 2. Serat juga mempengaruhi gula darah selain antioksidan²⁷.

Jumlah kukis untuk diberikan kepada subjek setara dengan 25 gram kandungan karbohidrat setara F0 sebanyak 39,49 gram

dan F2 sebanyak 46,66 gram (Tabel 4). Indeks glikemik untuk melihat naik turunnya kadar gula darah setelah konsumsi makanan, proses indeks glikemik dimulai dengan pertama subjek mendapatkan makanan standar (Larutan glukosa standar atau LGS), sedangkan pada pengujian kedua dan ketiga subjek mendapatkan makanan uji yaitu kukis kontrol (F0) dan kukis mangpis (F2) dengan hasil kadar gula darah meningkat dari menit ke-0 menuju menit ke-30 pada LGS maupun makanan uji (F0 dan F2). Sementara pada menit ke-30 menuju menit ke-60, kadar gula darah masih tinggi pada LGS dan F0 namun F2 menurun. Kadar gula darah terus menurun menuju angka 90 pada menit ke-90 F0 dan F2 dan angka 100 pada LGS. Sementara kadar glukosa darah dari menit ke-90 ke-120 pada saat subjek uji LGS menurun hingga 70an dan cenderung stabil di angka 80an untuk F0 dan F2 (Gambar 1) F2 dapat mempertahankan ritme kadar glukosa darah. Hasil perhitungan IAUC LGS sebesar 2245, kukis F0 sebesar 2110,5 dan kukis F2 sebesar 1317 digunakan untuk menghitung IG. sehingga setelah di hitung IG F2 masuk dalam kategori sedang dengan nilai 61,4 dan beban glikemik rendah dengan nilai 8,14. Kukis F0 mempunyai indeks glikemik tinggi dengan nilai 98,3 dan beban glikemik sedang dengan nilai 15,58.

Intervensi Kukis Tepung Mangrove dan Tepung Pisang Kepok

Kukis yang terpilih dari tingkat kesukaan dan telah di nilai indeks dan beban glikemiknya diintervensikan ke 2 kelompok subjek penelitian. Kukis tersebut adalah F0 dan F2. Berat kukis diberikan sebanyak adalah 226,8

gram yang dibagi pemberiannya sebanyak 2 kali yang harus dihabiskan dalam sehari. Jumlah kukis F0 setara dengan pati resisten 5,4 persen dan serat pangan 7,7 persen sedangkan kukis F2 setara dengan pati resisten 15,1 persen dan serat pangan 17,8 persen (Tabel 1). Kukis F0 diberikan kepada kelompok kontrol sebanyak 14 orang dan kukis F2 diberikan kepada kelompok intervensi sebanyak 16 orang dengan total 30 orang subjek penelitian. Tabel 5 menunjukkan bahwa rerata dan standar deviasi pada pemeriksaan pre dari kelompok kontrol yaitu insulin puasa $9,5 \pm 2,1$, glukosa puasa $4,6 \pm 0,4$, HOMA-IR $1,9 \pm 0,5$ dan trigliserida $108,9 \pm 4,1$. Sedangkan untuk pemeriksaan post yaitu insulin puasa $13,6 \pm 5,1$, glukosa puasa $4,9 \pm 0,5$, HOMA-IR $2,9 \pm 1,1$, dan trigliserida $108,9 \pm 41,0$. Pada kelompok intervensi pemeriksaan pre insulin puasa $10,3 \pm 4,6$, glukosa puasa $4,7 \pm 0,2$, HOMA-IR $2,2 \pm 0,9$, trigliserida $92 \pm 31,5$. Sedangkan pemeriksaan post insulin puasa $11,9 \pm 5,6$, glukosa puasa $4,8 \pm 0,3$, HOMA-IR $2,5 \pm 1,3$ dan gliserida $69,1 \pm 20,6$. Berdasarkan nilai *p value* kurang dari 0,05 uji t tidak berpasangan dan uji *Mann Whitney* bermakna pada pemeriksaan post dan delta trigliserida. Ada perbedaan trigliserida delta kelompok kontrol dan kelompok intervensi kukis (*p value* sebesar 0,006) sehingga dapat disimpulkan bahwa intervensi kukis F2 berpengaruh terhadap penurunan trigliserida tetapi tidak berpengaruh terhadap insulin puasa dan glukosa puasa.

BAHASAN

Penambahan tepung mangrove paling banyak menghasilkan energi yang rendah. Standar SNI 01-2973-1992 kandungan energi kukis adalah min 400 kkal sehingga seluruh kukis sudah memenuhi standar SNI tersebut²⁸. Nilai kadar air tertinggi pada perlakuan kukis F1, diikuti F2, F3 dan F0. Semakin tinggi penambahan tepung mangrove maka kadar air kukis tepung mangrove dan pisang kepok yang dihasilkan semakin tinggi pula. Kadar air dipengaruhi oleh lamanya pemanggangan kukis. Selain itu kandungan amilosa dan amilopektin pada pati memiliki kemampuan mengikat air sehingga semakin tinggi kandungan pati maka semakin tinggi pula kadar airnya²⁹. Berdasarkan standar SNI 01-2973-1992 kadar air kukis adalah max 5 persen²⁹. Kukis F0 sudah memenuhi SNI kukis, sedangkan F1, F2, dan F3 lebih tinggi dari standar SNI kukis. Tingginya kadar air pada kukis akan menyebabkan kukis tidak akan awet. Kandungan tepung buah mangrove memiliki kadar air yang tinggi karena mangrove

tumbuh di daerah perairan memiliki cadangan air yang cukup untuk bertahan hidup³⁰.

Kadar abu dapat menggambarkan kandungan unsur mineral yang terkandung dalam produk atau bahan pangan. Kadar abu tertinggi terdapat pada perlakuan kukis F3 sebesar (2,20%). Kadar abu dapat menggambarkan kandungan unsur mineral yang terkandung dalam produk atau bahan pangan. Kadar abu tertinggi terdapat pada perlakuan kukis F3 sebesar (2,20%). Penambahan tepung mangrove dapat meningkatkan kadar abu pada kukis. Tepung mangrove mengandung beberapa mineral seperti kalsium, fosfor, kalium, seng, besi, magnesium, natrium dan tembaga³⁰. Kadar abu yang dihasilkan dari tepung pisang kepok lebih tinggi dari tepung mangrove. menunjukkan bahwa tepung pisang kepok lebih banyak mengandung mineral dibandingkan dengan tepung mangrove.

Standar SNI 01-2973-1992 kadar protein kukis minimal 6 persen sehingga kukis tepung mangrove dan tepung pisang kepok sudah memenuhi standar kadar protein yang disarankan³¹. Kadar protein terigu lebih tinggi dibandingkan kadar protein tepung mangrove dan tepung pisang kepok. Kadar protein tepung mangrove adalah 6,06-7,52 persen, sedangkan kadar protein terigu adalah 9,62 persen. Kandungan karbohidrat pada kukis tertinggi pada komposisi F0 (61,57%) dan F3 (61,57%) dan terendah pada perlakuan F1 (56,46%).

Kandungan lemak tertinggi terdapat pada F2 dengan penambahan dengan konsentrasi 50:50 dari tepung mangrove dan tepung pisang kepok meningkatkan kadar lemak dari perlakuan lainnya. Kontribusi lemak dihasilkan dari margarin dan kuning telur. Lemak dibutuhkan sebagai pelunak adonan, pengikat, dan shortening untuk membuat kukis lebih gurih³².

Kukis F2 memiliki kandungan serat kasar dan serat pangan lebih tinggi dibandingkan kukis F0. Penambahan tepung buah mangrove dan tepung pisang pada kukis dapat meningkatkan kandungan serat kasar, serat pangan, serat larut dan serat tak larut. Serat makanan yang difermentasi usus memiliki efek menguntungkan pada keseimbangan metabolisme lipid dibandingkan dengan nutrisi lain yang dicerna langsung. Serat memperlambat pengosongan lambung dan memperlambat penyerapan glukosa³³.

Konsumsi serat baik larut maupun tidak larut di dalam usus dapat meningkatkan SCFA. Konsumsi serat tidak larut dapat menurunkan resiko diabetes, meningkatkan sensitivitas insulin, dan meningkatkan waktu transit

mikroba usus, sedangkan konsumsi serat larut diduga juga dapat menurunkan respon glukosa postprandial, menurunkan LDL (*Low Density Lipoprotein*) dan kolesterol total³⁴. Selain zat gizi yang menguntungkan, buah mangrove memiliki senyawa yang berbahaya bagi tubuh, seperti HCN yang dapat menghambat penyerapan nutrisi. Oleh karena itu, perlu diperhatikan dosisnya. Batas kadar HCN kurang dari 50 ppm tidak membahayakan tubuh³⁵. Penambahan tepung mangrove 50% terhadap kukis pada penelitian ini masih dapat ditolerir oleh tubuh.

Uji tingkat kesukaan merupakan salah satu uji organoleptik untuk mengetahui daya terima konsumen terhadap kukis dengan bahan baku tepung mangrove dan tepung pisang melalui penilaian warna, aroma, tekstur dan rasa sehingga mendapatkan konsentrasi terbaik dan paling disukai. Tabel 3 menunjukkan ada perbedaan signifikan antara warna, aroma, tekstur dan rasa kukis tepung mangrove ($p < 0,05$). Warna yang paling disukai oleh panelis adalah warna coklat namun pada kukis ini yang terpilih adalah F2 yaitu formula tanpa tepung terigu dengan substitusi tepung mangrove 50 persen dan tepung pisang 50 persen³⁵. Aroma yang paling disukai panelis adalah F2. Semakin tinggi penambahan mangrove dan sedikit tepung pisang maka mengurangi tingkat kesukaan aroma panelis. Panelis menyukai aroma kukis yang dihasilkan karena dibantu oleh aroma susu full cream sehingga lebih harum. Margarin juga memperkuat aroma kukis³⁶. Tekstur yang kurang disukai oleh panelis adalah semakin tinggi penambahan mangrove dan sedikit tepung pisang (F1) dan yang paling disukai adalah kukis F0. Tekstur yang dihasilkan lebih keras dan panelis lebih menyukai tekstur kukis yang renyah. Rasa kukis yang paling disukai oleh panelis adalah F0. Semakin tinggi penambahan tepung mangrove dan tepung pisang maka menurunkan tingkatan rasa manis sehingga kukis dengan penambahan tepung mangrove dan tepung pisang memiliki rasa manis yang kurang walaupun dengan konsentrasi gula yang sama.

Serat makanan terbukti mengatur metabolisme glukosa melalui SCFA yang dihasilkan dari fermentasi di usus besar. Metabolisme glukosa diatur melalui kadar hormon insulin. SCFA mengaktifkan GPR43 di usus besar dan merangsang produksi dan sekresi GLP-1, yang dapat secara langsung mempromosikan insulin dan menghambat sekresi glukagon melalui interaksi dengan sel β pankreas. SCFA dapat

menghambat pembentukan glukosa dari asam amino dan gliserol dan lemak di hati³⁷.

Serat akan mempengaruhi IG dengan cara meningkatkan viskositas, memberikan rasa kenyang yang lebih lama dan menurunkan absorpsi makronutrien sehingga akan menurunkan glukosa darah postprandial dan insulin. IG yang rendah akan dicerna dan diubah menjadi glukosa secara bertahap, sehingga kadar gula darah juga akan rendah, dan fluktuasi peningkatan kadar gula relatif pendek. Mengonsumsi makanan IG yang tinggi maka akan memicu sekresi insulin lebih dan meningkatnya kadar *incretin*³⁸. Konsumsi diet tinggi IG dan BG yang tinggi dalam waktu yang lama dapat meningkatkan sel β pankreas dan menyebabkan kelelahan dan kegagalan sel β pankreas³⁹.

Pati resisten dalam bahan makan dibagi menjadi 5 kelompok: sangat rendah <1%, rendah 1-2%, sedang 2,5-5%, tinggi 5-15% dan sangat tinggi >15%⁴⁰. Pati resisten kukis ini termasuk dalam kelompok pati resisten tinggi. Penambahan tepung mangrove meningkatkan kandungan pati resisten yang dihasilkan. Pati resisten tertinggi terdapat pada perlakuan F1 dan terendah terdapat pada perlakuan F0. Pati resisten yang dihasilkan dari tepung mangrove lebih tinggi dari pada pati resisten yang dihasilkan oleh tepung pisang kepek. Pati resisten berpotensi memperbaiki profil lipid, terutama bila diberikan selama 4 minggu. Studi lain melaporkan bahwa mengonsumsi pati resisten dengan dosis 25 g/hari selama 3 minggu meningkatkan insulin plasma, sensitivitas insulin⁴¹. Oleh karena itu diharapkan dengan tingginya pati resisten dalam kukis dengan indeks glikemiknya memiliki efek menjaga kesehatan usus dan usus besar, mengontrol GI (Gastrointestinal) dalam darah dan respon insulin, memberikan rasa kenyang dan mengurangi asupan energi, serta memperbaiki profil lipid dalam darah⁴².

Pati resisten meningkatkan bakteri *Ruminococcus Bromii* dalam mikrobiota usus, meningkatkan konsentrasi asam lemak rantai pendek, meningkatkan metabolisme mikroba dan meningkatkan sensitivitas insulin⁴³. Pemberian dosis pati resisten dalam penelitian ini hanya 15 persen selain itu penggunaan gula murni serta kalori yang tinggi serta asupan makan yang tidak terbagi menyebabkan tidak berefektifnya terhadap kadar gula darah dan resisten insulin namun hanya berefektif terhadap trigliserida. Terjadi perbedaan selisih penurunan trigliserida antar kelompok kontrol dan kelompok intervensi yang dapat dilihat pada delta trigliserida (Tabel 5).

Pada orang obesitas penyebab resistensi insulin melalui proses inflamasi dan peningkatan *free fatty acid*. Peningkatan resistensi insulin disebabkan oleh oksidasi lemak. Pada otot terjadi peningkatan jaringan lemak ekstra seluler, makropag aktif, dan terjadi *stres retikulum endoplasma*. Pada jaringan adiposa terjadi pembesaran sel otot (*hipertrofi*), peningkatan produksi sitokin. Peningkatan produksi sitokin, peningkatan pemecahan lipid (*lipolysis*), dan terjadi *stres retikulum endoplasma*. Pada hati terjadi penumpukan lemak sehingga terjadi perlemakan hati. Sel Kupfer aktif sehingga meningkatkan produksi sitokin dan juga *stres retikulum endoplasma*⁴⁴. Pati dari tepung pisang dan tepung mangrove dalam penelitian ini diduga tidak dapat menurunkan glikemik karena suhu pemanggangan menurunkan karakteristik pati yang dihasilkan. Suhu pemanggangan kukis yaitu 150°C selama 40 menit. Semakin tinggi suhu pemasakan dan pengeringan dapat mengurangi kadar pati resisten⁴⁵. Namun dengan mengkonsumsi pati resisten sebesar 15 gram dapat menurunkan dan mempertahankan status resistensi dalam penelitian ini. Diet dengan bahan berbeda, selain kandungan kalori, memiliki efek berbeda pada hormon, metabolisme, ekspresi gen, dan mikrobioma usus dengan cara yang cenderung mempengaruhi penyimpanan lemak⁴⁶. Pati resisten dapat mempengaruhi berat badan dan meningkatkan pengeluaran energi atau oksidasi lemak. Mengganti pati yang cepat dicerna dengan pati resisten dapat meningkatkan mobilisasi lemak sehingga terjadi penurunan sekresi insulin⁴⁷. Pati resisten menghasilkan hasil akhir dari SCFA berupa asam asetat, asam propionat dan butirat yang diduga menurunkan *free fatty acid* dalam darah²⁰. Pati resisten tepung pisang dan tepung mangrove menghasilkan asam butirat yang lebih baik dan sehat dari pada serta larut biasa.

KESIMPULAN

Produk kukis tepung mangrove dan tepung pisang kapok termasuk kukis alternatif tinggi serat dan pati resisten yang bisa dijadikan sebagai pangan fungsional. Pada obesitas pemberian kukis sebanyak 15 persen pati resisten memberikan dampak terhadap penurunan trigliserida setelah konsumsi selama 28 hari.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian intervensi dengan tanpa menggunakan gula murni atau

menggantinya dengan pemanis lainnya. Diperlukan penelitian lanjutan terhadap gut microbiota usus dengan intervensi selama 4 minggu dengan dosis pati resisten berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih tim penyusun naskah dan peneliti atas partisipasinya. Serta Politeknik Kesehatan Kemenkes Gorontalo yang telah memfasilitasi dalam penelitian ini.

RUJUKAN

- 1 Boakye H, Atabila A, Hinneh T, Ackah M, Ojo-Benys F, Bello AI. The prevalence and determinants of noncommunicable diseases among Ghanaian adults: A survey at a secondary healthcare level. *PLoS One* 2023; 18: 1–14.
- 2 Nejatizadeh A, Eftekhari E, Shekari M, Farshidi H, Davoodi SH, Shahmoradi M *et al*. Cohort profile: Bandar Kong prospective study of chronic non-communicable diseases. *PLoS One* 2022; 17: 1–19.
- 3 Kemenkes RI. Hasil Riset Kesehatan Dasar Tahun 2018. *Kementrian Kesehatan RI* 2018; 53: 1689–1699.
- 4 Hostalek U. Global epidemiology of prediabetes - present and future perspectives. *Clin Diabetes Endocrinol* 2019; 5: 1–5.
- 5 Colozza P. *Analisis lanskap kelebihan berat badan & obesitas di Indonesia*. UINCEP Indonesia. 01 Desember 2022 2019; : 1–134.
- 6 Animaw W, Seyoum Y. Increasing prevalence of diabetes mellitus in a developing country and its related factors. *PLoS One* 2017; 12: 1–11.
- 7 Rett K, Gottwald-Hostalek U. Understanding prediabetes: definition, prevalence, burden and treatment options for an emerging disease. *Curr Med Res Opin* 2019; 35: 1529–1534.
- 8 Schlesinger S, Neuenschwander M, Barbaresko J, Lang A, Maalmi H, Rathmann W *et al*. Prediabetes and risk of mortality, diabetes-related complications and comorbidities: umbrella review of meta-analyses of prospective studies. *Diabetologia* 2022; 65: 275–285.
- 9 Jhon AiAB. *Management of type 2 diabetes: a handbook for general practice*. 2018.
- 10 Bai Q, Xu J, Zhu W, Huang C, Ni X, Zhao H *et al*. Effects of consumption of a low glycaemic index formula on glycaemic control in patients with type 2 diabetes managed by medical nutrition therapy.

- Food Sci Technol* 2021; 41: 768–774.
- 11 Bardini G, Rotella CM, Giannini S. Dyslipidemia and diabetes: reciprocal impact of impaired lipid metabolism and Beta-cell dysfunction on micro- and macrovascular complications. *Rev Diabet Stud* 2012; 9: 82–93.
 - 12 Kaahoao. Apriadi. Herawati Nettii AF dewi. *Pemanfaat tepung ampas tahu pada pembuatan kukis mengandung minyak sawit merah*. 2017; 4.
 - 13 Goubgou M, Songré-Ouattara LT, Bationo F, Lingani-Sawadogo H, Traoré Y, Savadogo A. Biscuits: a systematic review and meta-analysis of improving the nutritional quality and health benefits. *Food Prod Process Nutr* 2021; 3. doi:10.1186/s43014-021-00071-z.
 - 14 Simanjuntak DS, Agustina L, Nugroho A. Sensory and chemical properties of cookies formulated with South Kalimantan's local commodities. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* 2020; 443. doi:10.1088/1755-1315/443/1/012103.
 - 15 Ojha P, Thapa S. Quality Evaluation Of Biscuit Incorporated With Mandarin Peel Powder. *Chem Chem Eng Biotechnol Food Ind*. 2017; 18: 19–30.
 - 16 Polnaya FJ, Thenu VJ, Palijama S, Breemer R. Characteristics of chemical properties of fruit flour of mangrove (*Bruguiera gymnorrhiza* Lamk.) with lower cyanide content. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* 2021; 883. doi:10.1088/1755-1315/883/1/012063.
 - 17 Jariyah. *Biskuit buah mangrove dengan nilai indeks glikemik rendah*. 2019.
 - 18 Jariyah, Elvandari N, Winarti S, Sarofa U. Glycemic index of biscuit non-wheat from mangrove fruits flour with arrowroot and canna flours. 2020; 194: 213–218.
 - 19 Polnaya FJ. Characteristics of chemical properties of fruit flour of mangrove (*Bruguiera gymnorrhiza* Lamk.) with lower cyanide content. *Int Semin Agric Biodiversity, Food Secur Heal* 2021; 883. doi:10.1088/1755-1315/883/1/012063.
 - 20 Amalia R, Pramono A, Nur D, Ratna E, Cahyo A. Mangrove fruit (*Bruguiera gymnorrhiza*) increases circulating GLP-1 and PYY, modulates lipid profiles, and reduces systemic inflammation by improving SCFA levels in obese wistar rats. *Heliyon* 2022; 8: 1–10.
 - 21 Wong, Pearly. Ling, Hee Siew. Chung Koh Chen. Yau, Thomas Moh Shan. Gindi SRA. Chemical Analysis on the Honey of *Heterotrigna itama* and *Tetrigona binghami* from Sarawak, Malaysia. 2019; 48: 1635–1642.
 - 22 Góral M, Kozłowicz K, Pankiewicz U, Góral D, Kluza F, Wójtowicz A. Impact of stabilizers on the freezing process, and physicochemical and organoleptic properties of coconut milk-based ice cream. *LWT - Food Sci Technol* 2018. doi:10.1016/j.lwt.2018.03.010.
 - 23 Talibo SD, Tumenggung I, Nawai F, Labatjo R. The Effectiveness of the “Panjang” Poffertjes Consumption on Blood Glucose Level. *Curr Nutr Food Sci* 2021; 17: 773–781.
 - 24 Maki KC, Pelkman CL, Finocchiaro ET, Kelley KM, Lawless AL, Schild AL *et al*. Resistant starch from high-amylose maize increases insulin sensitivity in overweight and obese men. *J Nutr* 2012; 142: 717–723.
 - 25 Wang L, Lv S, Li F, Yu X, Bai E, Yang X. Vitamin D Deficiency Is Associated With Metabolic Risk Factors in Women With Polycystic Ovary Syndrome: A Cross-Sectional Study in Shaanxi China. *Front Endocrinol (Lausanne)* 2020; 11: 1–7.
 - 26 Sudirman S, Sriwijaya U, Nurjanah N, Jacob AM. Proximate compositions, bioactive compounds and antioxidant activity from large-leafed mangrove (*Bruguiera gymnorrhiza*) fruit. 2014.
 - 27 Wardani G. *Signal transduksi nanopartikel fucoidan sebagai protektor pada aorta tikus (rattus norvegicus) hiperglikemia*. 2023.
 - 28 Indonesia, Kementerian PMK. *Standar produk suplemen gizi*. Jakarta: Kemen PMK, 2016.
 - 29 Sumartini. Harahap, Kurnia Sada. Mujianti A. Brownies from mangrove fruit flours: the use of variation of flours as an alternative to high food nutrition. 2020; 17. doi:10.22146/ifnp.55188.
 - 30 Amin MNG, Pralebda SA, Hasan MN, Zakariya Z, Subekti S, Saputra E *et al*. Physicochemical properties of *bruguiera gymnorrhiza* flour (BGF). *Int Food Res J* 2018; 25: 1852–1857.
 - 31 Indonesia, Badan Standardisasi Nasional. *SNI 01-2 973-1992 tentang mutu dan cara uji biskuit*. Jakarta: BSN, 1992.
 - 32 Jacob J, Leelavathi K. Effect of fat-type on cookie dough and cookie quality. *J Food Engineering*. 2007; 79(1): 299-305. doi: https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.01.058
 - 33 Nie Y, Luo F. Dietary Fiber: An Opportunity for a Global Control of Hyperlipidemia. *Oxid Med Cell Longev* 2021; 2021. doi:10.1155/2021/5542342.
 - 34 Weickert MO, Pfeiffer AFH. Metabolic effects of dietary fiber consumption and

- prevention of diabetes. *J Nutr* 2008;138: 439-442.
- 35 Afifah, D.N. et al. Cookies made from mangrove (*Bruquiera gymnorhiza*) fruit and soybean. *Food Res* 2021; 5: 24–36.
- 36 Rauf, Suriani. Manjilala. Nursalin. Mustamin. Azisah N. Cookies substitusi tepung bayam merah dan tepung kacang tolo sebagai makanan tambahan remaja putri anemia. *Media Gizi Pangan*. 2022; 29(2):81–90.
- 37 Cronin P, Joyce SA, Toole PWO, Connor MO. Dietary fibre modulates the gut microbiota. *Nutrient*. 2021;13(15): 1–22. doi: <https://doi.org/10.3390/nu13051655>
- 38 Istiqomah, Annisa. Rustanti N. Indeks glikemik, beban glikemik, kadar protein, serat dan tingkat kesukaan kue kering tepung garut dengan substitusi tepung kacang merah. *Journal of Nutrition College*. 2015;4(2). doi: <https://doi.org/10.14710/jnc.v4i4.10171>
- 39 Hasan T, Sultana M, Shill LC, Purba NH. Effect of glycemic index and glycemic load on type 2 diabetes mellitus. *Intern J Health Sci*. 2019; 9(2): 259–266.
- 40 Afifah DN, Sari LNI, Sari DR, Probosari E, Wijayanti HS, Anjani G. Analisis kandungan zat gizi, pati resisten, indeks glikemik, beban glikemik dan daya terima cookies tepung pisang kepok (musa paradisiaca) termodifikasi enzimatik dan tepung kacang hijau (*Vigna radiata*). *J Apl Teknol Pangan* 2020; 9: 101–107.
- 41 Eshghi F, Bakhshimoghaddam F, Rasmi Y, Alizadeh M. Effects of resistant starch supplementation on glucose metabolism, lipid profile, lipid peroxidation marker, and oxidative stress in overweight and obese adults: randomized, double-blind, cross over trial. *Clin Nutr Res* 2019;8:318–28.
- 42 Lapu P, Telussa I. Analyzed The resistant starch content of some types of sago starch in embarrassment with heating temperature variations. *Indonesian Journal of Chemical Research*. 2013;1(1): 6–14. doi: <https://doi.org/10.30598/ijcr.2013.1-pet>
- 43 Yang X, Darko KO, Huang Y, He C, Yang H, He S et al. Resistant starch regulates gut microbiota: Structure, biochemistry and cell signalling. *Cell Physiol Biochem* 2017; 42: 306–318.
- 44 de Luca C, Olefsky JM. Inflammation and insulin resistance. *FEBS Lett* 2008; 582: 97–105.
- 45 Lasale, N. R, Liputo S. A LM. Karakteristik Fisik Dan Kimia Pati Resisten Pisang Goroho. *Jambura J Food Technol* 2022; 4.
- 46 Ludwig DS, Ebbeling CB. The carbohydrate-insulin model of obesity: Beyond “calories in, calories out”. *JAMA Intern Med* 2018; 178: 1098–1103.
- 47 Birt DF, Boylston T, Hendrich S, Jane J, Hollis J, Li L et al. Resistant starch: promise for improving human health. *Advances in Nutrition*. 2013;4(6):587-602. <https://doi.org/10.3945/an.113.004325>.