



**KANDUNGAN GIZI, DAYA CERNA PATI IN VITRO, DAN PENERIMAAN FORMULASI COOKIES
BERBASIS TEPUNG PISANG BATU [*Musa balbisiana* Colla] DENGAN MODIFIKASI
ENZIMATIK
(*NUTRITIONAL COMPOSITION, IN VITRO STARCH DIGESTIBILITY, AND FORMULATION
ACCEPTANCE OF COOKIES BASED ON BATU BANANA (*Musa balbisiana* Colla) FLOUR
WITH ENZYMATIC MODIFICATION*)**

Maghfira Tiara Adilla, Ahmad Syauqi, Diana Nur Afifah

Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Jl. Prof Soedharto, SH Tembalang Semarang, Indonesia
E-mail: d.nurafifah.dna@fk.undip.ac.id

Diterima: 19-06-2020

Direvisi: 22-12-2020

Disetujui: 28-12-2020

ABSTRACT

*In this study, the nutritional composition, in vitro starch digestibility, and formulation acceptance of batu banana flour with enzymatic modification cookies were analyzed. Batu banana (*Musa balbisiana* Colla) contain high resistant starch that can potentially prevent colorectal cancer. Experimental study with 9 groups of sample tested by duplo, namely non-modified batu banana (Tp1), autoclaving-cooling (TP2), enzymatic autoclaving-cooling (Tp3), enzymatic autoclaving-cooling with autoclaving-cooling (Tp4), and wheat flour (Tp5). The substitutions of Tp1, Tp2, Tp3, and Tp4 were 20%(A) and 40%(B), while Tp5 was 0%(C). The carbohydrate, fat, protein, water, ash, dietary fiber, calcium, and starch digestibility were determined using by different analysis, Soxhlet, the Kjeldahl, oven, drying ash, enzymatic gravimetric, Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS), and by in vitro method. Furthermore, organoleptic analysis were determined using hedonic test, while the best formulation using de Garmo method. The results of nutritional composition, starch digestibility content, and acceptance test were analyzed by using Kruskal Wallis and One Way ANOVA. The lowest water median and starch digestibility content mean were Tp4-A (2.81% and 24,22%). The lowest ash content mean was Tp5-C (1.41%). The highest carbohydrate content mean was Tp1-B (60.54%). The highest protein content median was Tp4-A (5.64%). The lowest fat content median was Tp4-B (25.20%). The highest dietary fiber content mean was Tp5-C (4.80%). The highest calcium content mean were Tp3-A and Tp 4-A (1.12%). The acceptance test results were preferred on the color, texture, and taste of Tp5-C, while the aroma for Tp2-A. The most suitable cookies formulation is Tp3-A.*

Keywords: batu banana, cookies, in vitro starch digestibility, nutritional composition

ABSTRAK

Penelitian dilakukan untuk menganalisis kandungan gizi, daya cerna pati in vitro, dan tingkat penerimaan cookies tepung pisang batu dengan metode enzimatis. Pisang batu (*Musa balbisiana* Colla) mengandung tinggi pati resisten sehingga dapat mencegah kanker kolorektal. Penelitian eksperimental 9 kelompok sampel diuji duplo, yaitu tepung pisang batu non modifikasi (Tp1), autoclaving-cooling (Tp2), autoclaving-cooling enzimatis (Tp3), autoclaving-cooling enzimatis dengan autoclaving-cooling (Tp4), dan tepung terigu (Tp5). Substitusi Tp1, Tp2, Tp3, dan Tp4 sebesar 20 persen (A) dan 40 persen (B), Tp5 sebesar 0 persen (C). Analisis kadar karbohidrat, lemak, protein, air, abu, serat pangan, kalsium, dan daya cerna pati menggunakan by different, Soxhlet, metode Kjeldahl, oven, drying ash, enzimatis gravimetri, Atomic Absorption Spektrophotometry (AAS), dan in vitro. Sedangkan analisis organoleptik menggunakan uji hedonik dan penentuan formulasi terbaik menggunakan metode de Garmo. Analisis statistik kandungan gizi, daya cerna pati, dan uji penerimaan dianalisis dengan Kruskal Wallis dan One Way ANOVA. Median kadar air dan rerata daya cerna pati terendah pada Tp4-A (2,81% dan 24,22%). Rerata kadar abu terendah pada Tp5-C (1,41%). Rerata kadar karbohidrat tertinggi pada Tp1-B (60,54%). Median kadar protein tertinggi pada Tp4-A (5,64%). Median kadar lemak terendah pada Tp4-B (25,20%). Rerata kadar serat pangan tertinggi pada Tp5-C (4,80%). Rerata kadar kalsium tertinggi pada Tp 3A dan Tp4-A (1,12%). Hasil uji penerimaan yang lebih disukai dari warna, tekstur, dan rasa cookies adalah Tp5-C, sedangkan aroma Tp2-A. Formulasi cookies terbaik adalah Tp3-A. [Penel Gizi Makan 2020, 43(2):101-111]

Kata kunci: cookies, daya cerna pati in vitro, kandungan gizi, pisang batu

PENDAHULUAN

Pisang batu (*Musa balbisiana* Colla) merupakan jenis pisang liar yang memiliki banyak biji dan bersifat diploid¹. Pisang batu memiliki karakteristik berdaun tebal, terdapat $\pm$ 50 biji kecil berwarna hitam di dalam buahnya, dan kulitnya keras². Kandungan gizi yang terdapat dalam pisang batu antara lain karbohidrat, serat, kalium, magnesium, kalsium, flavonoid, vitamin A, dan vitamin C³. Penelitian sebelumnya juga menjelaskan bahwa pisang batu memiliki kandungan pati resisten paling tinggi dibandingkan jenis pisang lainnya, yaitu 39,35 persen⁴. Minat masyarakat mengonsumsi pisang batu masih kurang karena buah pisang batu susah dikonsumsi saat buah sudah matang. Oleh karena itu, perlu adanya pengolahan lebih lanjut untuk meningkatkan minat konsumsi pisang batu, salah satunya dengan mengolah pisang batu menjadi tepung⁵.

Tepung pisang batu terbuat dari buah pisang yang belum masak karena kadar pati resisten lebih tinggi⁶. Manfaat dari pengolahan tepung pisang batu antara lain dapat meningkatkan keawetan dan nilai ekonomis pisang batu, mempermudah proses pengemasan, penyimpanan, dan distribusi, lebih praktis digunakan, dan memungkinkan untuk dilakukan fortifikasi agar nilai gizi produk bertambah⁵. Pengolahan pisang batu dapat dilakukan dengan berbagai teknik, baik modifikasi dan non modifikasi. Teknik modifikasi yang dapat dilakukan berupa *autoclaving-cooling*, *autoclaving-cooling* enzimatis, dan *autoclaving-cooling* enzimatis dengan *autoclaving-cooling*. Teknik modifikasi *autoclaving-cooling* dilakukan dengan menggunakan pemanasan bertekanan tinggi dan pendinginan, sedangkan teknik modifikasi enzimatis dilakukan dengan menggunakan enzim pullulanase. Berdasarkan hasil penelitian, teknik modifikasi *autoclaving-cooling* enzimatis dengan *autoclaving-cooling* dapat meningkatkan kadar pati resisten dalam tepung secara signifikan⁷.

Pati resisten (*resistant starch*) didefinisikan sebagai pati hasil dari degradasi pati yang tidak dapat diserap oleh usus halus manusia dan dikelompokkan ke dalam serat pangan (*dietary fiber*)⁴. Pati resisten tahan terhadap asam lambung dan dapat digunakan sebagai prebiotik dengan kemampuannya untuk difermentasi oleh bakteri-bakteri probiotik di usus besar sehingga dapat memperbaiki

kesehatan saluran pencernaan manusia⁸. Selain itu, pati resisten mampu mencegah terjadinya kanker kolorektal dengan cara menghasilkan asam lemak rantai pendek (SCFA/ *short-chain fatty acids*), terutama asam butirat yang mampu menghambat proliferasi sel kanker dan menginduksi agar sel kanker mati bunuh diri (apoptosis)⁹.

Makanan tinggi pati resisten dapat diaplikasikan pada *cookies* berbahan dasar tepung pisang batu karena penggunaan tepung tersebut hanya cocok pada formulasi pangan dengan kadar air rendah dan tidak dapat mengembangkan⁸. *Cookies* merupakan produk pangan berbahan dasar tepung yang ditambahkan gula, lemak, bahan pengembang, dan mengalami proses pemanggangan sebagai proses pematangan¹⁰. Kelebihan dari produk *cookies* antara lain mudah dibuat, dapat dikonsumsi oleh semua umur, masa simpan hingga 6 bulan dalam suhu ruang, dan dapat dijadikan sebagai pangan fungsional¹¹.

Penelitian pendahuluan dimulai dengan penggunaan tepung pisang batu non modifikasi sebagai bahan pembuatan *cookies* telah dilakukan. Variasi substitusi tepung pisang batu yang digunakan antara lain 0 persen, 20 persen, 40 persen, 60 persen, dan 80 persen. Kemudian, dilakukan uji penerimaan formulasi untuk menentukan kesukaan panelis, baik dari segi warna, aroma, tekstur, dan rasa. Penilaian dilakukan dengan metode 4 skala hedonik dan dihasilkan 2 jenis substitusi *cookies* yang paling disukai panelis, yaitu substitusi 20 persen dan 40 persen. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian tentang penentuan formulasi terbaik berdasarkan analisis kandungan gizi, daya cerna pati *in vitro*, dan penerimaan formulasi *cookies* berbasis tepung pisang batu (*Musa balbisiana* Colla) dengan perlakuan non modifikasi dan modifikasi enzimatis (*autoclaving-cooling*, *autoclaving-cooling* enzimatis, dan *autoclaving-cooling* enzimatis dengan *autoclaving-cooling*) pada substitusi tepung pisang batu 20 persen dan 40 persen.

METODE

Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimental dengan 9 kelompok sampel diuji secara duplo, yaitu pada Tabel 1. formulasi *cookies* tepung pisang batu non modifikasi (Tp1), *autoclaving-cooling* (Tp2), *autoclaving-cooling* enzimatis (Tp3), *autoclaving-cooling* enzimatis dengan *autoclaving-cooling* (Tp4),

dan tepung terigu (Tp5). Substitusi Tp1, Tp2, Tp3, dan Tp4 dibedakan menjadi dua jenis, yaitu substitusi 20 persen (A) dan 40 persen (B). Tp5 tidak mendapat substitusi (C). Penelitian dilakukan di Laboratorium Terpadu dan Laboratorium Gizi Universitas Diponegoro, serta Laboratorium Chem-Mix Pratama Yogyakarta. Analisis data menggunakan *software* program komputer.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung pisang batu (terdapat tiga perlakuan pada tepung pisang batu, yaitu *autoclaving-cooling*, *autoclaving-cooling* enzimatis, dan kombinasi *autoclaving-cooling* enzimatis dengan *autoclaving-cooling*), *baking powder*, *unsalted butter*, gula palem, gula pasir, kuning telur, *vanilla essence*, dan tepung terigu. Sedangkan bahan kimia untuk pengujian adalah larutan K_2SO_4 , $CuSO_4$, HCl 0,1 M, $NaOH$ 40%, H_3BO_3 1%, H_2SO_4 , aquades, hexane, petroleum eter, buffer fosfat pH 6 0,1 M, termamyl, aseton, ethanol 95%, enzim pankreatin, dan enzim pepsin serta bahan kimia lainnya yang digunakan untuk analisis. Peralatan yang digunakan selama penelitian adalah baskom, sendok ukur, mixer, timbangan digital, loyang, *baking paper*, spatula, oven, ayakan tepung, almari asap, labu Kjeldahl, erlenmeyer, kertas saring, kondensor, desikator, labu lemak, soxhlet, cawan pengabuan, tutup cawan, tanur pengabuan, penjepit cawan, botol timbang, mortar proselen, alufo, crucible, alat *atomic absorption spectrophotometry* (AAS) dan form uji organoleptik.

Proses pembuatan tepung pisang batu diolah dengan dikeringkan di bawah sinar matahari selama 3 hari lalu digiling dan diayak hingga menghasilkan tepung pisang batu. Terdapat tiga perlakuan pada tepung pisang batu, yaitu *autoclaving-cooling*, *autoclaving-cooling* enzimatis, dan kombinasi *autoclaving-cooling* enzimatis dengan *autoclaving-cooling*. Tepung pisang batu tersebut dicampur dengan bahan *cookies* lainnya kemudian dipanggang dengan suhu $180^\circ C$ selama 14 menit.

Prosedur analisis proksimat yang diuji adalah karbohidrat yang dianalisis dengan *by difference*¹², kadar lemak menggunakan metode ekstraksi Soxhlet¹³, kadar protein dianalisis menggunakan metode Kjeldahl¹³, kadar air dianalisis dengan metode oven¹⁴,

kadar abu dianalisis dengan metode *drying ash*¹⁵, serat pangan dianalisis dengan metode enzimatis gravimetri¹⁶, kadar kalsium dianalisis dengan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS)¹⁷, dan pengujian daya cerna pati dengan metode *in vitro*¹⁸. Uji penerimaan formulasi dilakukan dengan 4 skala hedonik (sangat suka: 4, suka: 3, tidak suka: 2, dan sangat tidak suka: 1) meliputi warna, aroma, tekstur, dan rasa pada 25 panelis semi terlatih¹⁹. Kriteria inklusi panelis antara lain mahasiswa program studi S1 Gizi Universitas Diponegoro baik laki-laki maupun perempuan, sehat fisik, tidak mengalami gangguan pencernaan, dapat memberikan penilaian jujur, dan tidak memiliki alergi terhadap *cookies* atau buah pisang. Sedangkan kriteria eksklusi panelis yaitu, sedang memiliki masalah atau gangguan yang mempengaruhi pancaindera, tidak dapat meluangkan waktu untuk menjadi panelis uji, dan tidak bersedia diminta kerjasamanya²⁰. Formulasi *cookies* terbaik dipilih berdasarkan indeks efektivitas menggunakan metode de Garmo et al²¹. Data yang diperoleh, dianalisis dengan metode *One-Way ANOVA* dan Kruskal Wallis menggunakan *Statistic Software* program komputer. Level signifikan yang ditetapkan sebesar $\alpha = 0,05$.

HASIL

Berdasarkan Tabel 2, diketahui median kadar air terendah terdapat pada Tp4-A (2,81%), median kadar protein tertinggi terdapat pada Tp4-A (5,64%) dan median kadar lemak terendah terdapat pada Tp4-B (25,20%). Tidak ada perbedaan yang signifikan pada ketiga kelompok tersebut ($p > 0,05$). Berdasarkan Tabel 3, diketahui rerata kadar abu terendah terdapat pada Tp5-C (1,41%), rerata kadar karbohidrat tertinggi terdapat pada Tp1-B (60,54%), rerata kadar serat pangan tertinggi terdapat pada Tp5-C (4,80g), dan rerata kadar kalsium tertinggi terdapat pada Tp3-A dan Tp4-A (1,12%). Terdapat perbedaan yang signifikan pada kelompok abu, serat pangan dan kalsium ($p < 0,005$).

Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antar masing-masing sampel ($p = 0,313$) dan rerata kadar daya cerna pati terbaik terdapat pada sampel Tp4-A (24,22%).

Tabel 1
Formulasi Bahan Cookies Tepung Pisang Batu

Bahan	Formula								
	Tp1-A	Tp1-B	Tp2-A	Tp2-B	Tp3-A	Tp3-B	Tp4-A	Tp4-B	Tp5-C
Tepung terigu	104 g	104 g	104 g	104 g	104 g	104 g	104 g	104 g	130 g
Tepung pisang batu	26 g	52 g	26 g	52 g	26 g	52 g	26 g	52 g	0 g
Unsalted butter	75 g	75 g	75 g	75 g	75 g	75 g	75 g	75 g	75 g
Gula palem	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g
Gula pasir	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g
Kuning telur	16 g	16 g	16 g	16 g	16 g	16 g	16 g	16 g	16 g
Baking powder	4 g	4 g	4 g	4 g	4 g	4 g	4 g	4 g	4 g
Vanilla essence	2 g	2 g	2 g	2 g	2 g	2 g	2 g	2 g	2 g

Keterangan: Tepung pisang batu dengan perlakuan non modifikasi (Tp1), autoclaving-cooling (Tp2), autoclaving-cooling enzimatis (Tp3), autoclaving-cooling enzimatis dengan autoclaving-cooling (Tp4) dan tepung terigu (Tp5). Substitusi Tp1, Tp2, Tp3, dan Tp4 dibedakan menjadi dua jenis, yaitu substitusi 20% (A) dan 40% (B)

Tabel 2
Kandungan Air, Protein, dan Lemak pada Cookies Berbasis Tepung Pisang Batu

Formula	Zat Gizi		
	Air (%)	Protein (%)	Lemak (%)
	Median (Min-Max)	Median (Min-Max)	Median (Min-Max)
Tp1-A	2,94 (2,86 – 3,82)	5,58 (5,31 – 5,84)	28,14 (26,81 – 28,31)
Tp1-B	3,15 (2,33 – 3,51)	5,16 (5,06 – 5,20)	27,70 (26,35 – 28,19)
Tp2-A	3,30 (2,72 – 4,05)	5,43 (5,43 – 5,57)	28,33 (27,01 – 28,36)
Tp2-B	3,73 (3,48 – 3,81)	5,12 (4,76 – 5,47)	27,23 (26,72 – 28,18)
Tp3-A	2,94 (2,69 – 3,59)	5,51 (5,27 – 6,04)	26,43 (25,28 – 27,36)
Tp3-B	3,54 (3,02 – 4,51)	5,59 (5,22 – 5,63)	26,56 (25,72 – 26,85)
Tp4-A	2,81(2,42 – 3,36)	5,64 (5,53 – 5,99)	27,28 (26,83 – 27,53)
Tp4-B	3,79(3,78 – 5,70)	5,62 (5,10 – 6,08)	25,20 (24,31 – 25,63)
Tp5-C	3,28 (2,75 – 4,22)	5,64 (4,33 – 6,21)	27,14 (25,68 – 28,01)
p	0,321	0,333	0,083

Keterangan : uji Kruskal Wallis

Tabel 3
Kandungan Abu, Karbohidrat, Serat Pangan, dan Kalsium pada Cookies Berbasis Tepung Pisang Batu

Formula	Zat Gizi			
	Abu (%)	Karbohidrat (%)	Serat Pangan (g)	Kalsium (%)
	Rerata±SB	Rerata±SB	Rerata±SB	Rerata±SB
Tp1-A	1,88 ± 0,09 ^a	59,97 ± 1,22	1,62 ± 0,11 ^a	0,30 ± 0,01 ^a
Tp1-B	2,08 ± 0,28 ^{a,b}	60,54 ± 1,58	1,83 ± 0,37 ^{a,b}	0,84 ± 0,22 ^b
Tp2-A	1,69 ± 0,14 ^{a,c}	58,64 ± 0,98	2,94 ± 0,14 ^c	0,29 ± 0,02 ^a
Tp2-B	2,41 ± 0,16 ^{b,d}	59,92 ± 0,93	1,49 ± 0,17 ^{a,b,d}	0,98 ± 0,05 ^{b,c}
Tp3-A	2,12 ± 0,17 ^{a,b,d,e}	59,42 ± 1,07	3,42 ± 0,20 ^c	1,12 ± 0,03 ^{c,d}
Tp3-B	2,51 ± 0,16 ^{d,f}	58,77 ± 0,87	3,17 ± 0,64 ^c	0,94 ± 0,06 ^{b,c}
Tp4-A	2,35 ± 0,16 ^{b,d,e,f,g}	58,07 ± 1,38	3,79 ± 1,29 ^c	1,12 ± 0,06 ^{c,e}
Tp4-B	2,79 ± 0,09 ^{d,f}	58,42 ± 1,61	3,72 ± 0,08 ^c	0,94 ± 0,06 ^{b,c,e}
Tp5-C	1,41 ± 0,34 ^c	57,97 ± 0,44	4,80 ± 0,39 ^e	0,88 ± 0,15 ^{b,c}
p	0,001*	0,138	0,001*	0,001*

Keterangan :

- Uji menggunakan One Way ANOVA (p<0,05) dilanjutkan uji Post Hoc menggunakan Bonferonni
- Superscript yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (p<0,05)

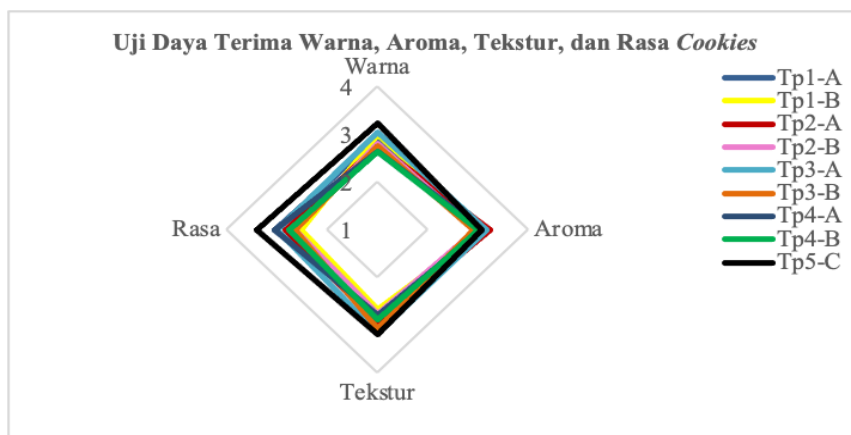
Hasil uji penerimaan formulasi pada Gambar 1 menunjukkan hasil uji beda menggunakan *Kruskal Wallis* bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antar masing-masing kelompok pada aspek warna ($p=0,031$), rasa ($p=0,038$), dan tekstur ($p=0,001$) cookies, namun tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada aspek aroma ($p=0,566$). Rerata skor hedonik tertinggi pada warna, tekstur, dan rasa terdapat pada cookies Tp5-C (3,32; 3,20; 3,40), sedangkan aroma terdapat pada cookies Tp2-A (3,24).

Hasil analisis berdasarkan metode de Garmo et al. menunjukkan bahwa cookies Tp3-A merupakan formula terbaik dengan nilai hasil (Nh) tertinggi sebesar 0,686 dengan kandungan karbohidrat 59,42 persen, protein 5,51 persen, lemak 26,43 persen, serat pangan 3,42g, kalsium 1,12 persen, air 2,94 persen, abu 2,12 persen, daya cerna pati 24,90 persen, warna (3,04), aroma (3,16), tekstur (3,16), dan rasa (3,0).

Tabel 4
Kandungan Daya Cerna Pati Cookies Berbasis Tepung Pisang Batu

Formula	Kadar Daya Cerna Pati (%)	
	Rerata $\pm$ SB	P
Tp1-A	25,97 $\pm$ 2,41	0,313
Tp1-B	29,65 $\pm$ 1,84	
Tp2-A	28,41 $\pm$ 7,13	
Tp2-B	29,35 $\pm$ 2,48	
Tp3-A	24,90 $\pm$ 2,97	
Tp3-B	24,96 $\pm$ 3,24	
Tp4-A	24,22 $\pm$ 2,13	
Tp4-B	24,54 $\pm$ 2,27	
Tp5-C	25,93 $\pm$ 0,29	

Keterangan : uji One Way ANOVA



Gambar 1
Hasil Uji Daya Terima Warna, Aroma, Tekstur, dan Rasa pada Cookies

Tabel 5
Selisih Nilai Perlakuan pada Kandungan Gizi, Daya Cerna Pati, dan Penerimaan Formulasi Cookies

Variabel	NP									N Ba	N Bu	S
	Tp1A	Tp1B	Tp2A	Tp2B	Tp3A	Tp3B	Tp4A	Tp4B	Tp5C			
Penerimaan formulasi	11,8	11,32	11,8	11,16	12,36	11,4	11,56	11,28	13	13	11,16	1,72
Karbohidrat	59,97	60,54	58,64	59,92	59,42	58,77	58,07	58,42	57,97	60,54	57,97	2,57
Protein	5,58	5,16	5,43	5,12	5,51	5,59	5,64	5,62	5,64	5,64	5,16	0,48
Lemak	28,14	27,70	28,33	27,23	26,43	26,56	27,28	25,20	27,14	25,2	28,33	-3,13
Serat pangan	1,62	1,83	2,94	1,49	3,42	3,17	3,79	3,72	4,8	4,8	1,49	3,31
Kalsium	0,30	0,84	0,29	0,98	1,12	0,94	1,12	0,94	0,88	1,12	0,29	0,83
Air	2,94	3,15	3,30	3,73	2,94	3,54	2,81	3,79	3,28	2,81	3,79	-0,98
Abu	1,88	2,08	1,69	2,41	2,12	2,51	2,35	2,79	1,41	1,41	2,79	-1,38
Daya cerna pati	25,97	29,65	28,41	29,35	24,9	24,96	24,22	24,54	25,93	24,22	29,65	-5,43

Keterangan : Nilai perlakuan (NP), nilai perlakuan terbaik (Nba), nilai perlakuan terburuk (Nbu), dan selisih nilai perlakuan terbaik dengan terburuk (S)

Tabel 6
Pembobotan dan Skor Penentuan Formula Terbaik pada Tp1-A, Tp1-B, dan Tp2-A

Variabel	BV	BN	Tp1A		Tp1B		Tp2A	
			Ne	Nh	Ne	Nh	Ne	Nh
Penerimaan formulasi	0,8	0,15	0,372	0,055	0,093	0,013	0,372	0,055
Karbohidrat	0,4	0,07	0,778	0,054	1,000	0,070	0,260	0,018
Protein	0,4	0,07	0,958	0,067	0,083	0,005	0,645	0,045
Lemak	0,6	0,11	0,060	0,006	0,201	0,022	0,000	0,000
Serat pangan	0,5	0,09	0,039	0,003	0,102	0,009	0,438	0,039
Kalsium	0,6	0,11	0,012	0,001	0,662	0,072	0,000	0,000
Air	0,4	0,07	0,867	0,060	0,653	0,045	0,500	0,035
Abu	0,4	0,07	0,659	0,046	0,514	0,036	0,797	0,055
Daya cerna pati	1	0,19	0,677	0,128	0,000	0,000	0,228	0,043
Total	5,1			0,420		0,272		0,292

Keterangan: Bobot variabel (BV), bobot normal (BN), nilai efektivitas (Ne), dan nilai hasil (Nh)

Tabel 7
Pembobotan dan Skor Penentuan Formula Terbaik pada Tp2-B, Tp3-A, dan Tp3-B

Variabel	BV	BN	Tp2B		Tp3A		Tp3B	
			Ne	Nh	Ne	Nh	Ne	Nh
Penerimaan formulasi	0,8	0,15	0,000	0,000	0,697	0,104	0,139	0,020
Karbohidrat	0,4	0,07	0,758	0,053	0,564	0,039	0,311	0,021
Protein	0,4	0,07	0,000	0,000	0,812	0,056	0,979	0,068
Lemak	0,6	0,11	0,351	0,038	0,607	0,066	0,565	0,062
Serat pangan	0,5	0,09	0,000	0,000	0,583	0,052	0,507	0,045
Kalsium	0,6	0,11	0,831	0,091	1,000	0,110	0,783	0,086
Air	0,4	0,07	0,061	0,004	0,867	0,060	0,255	0,017
Abu	0,4	0,07	0,275	0,019	0,485	0,033	0,202	0,014
Daya cerna pati	1	0,19	0,055	0,010	0,874	0,166	0,863	0,164
Total	5,1			0,215		0,686		0,497

Keterangan : Bobot variabel (BV), bobot normal (BN), nilai efektivitas (Ne), dan nilai hasil (Nh)

Tabel 8
Pembobotan dan Skor Penentuan Formula Terbaik pada Tp4-A, Tp4-B, dan Tp5-C

Variabel	BV	BN	Tp4A		Tp4B		Tp5C	
			Ne	Nh	Ne	Nh	Ne	Nh
Penerimaan formulasi	0,8	0,15	0,232	0,034	0,069	0,010	1,069	0,160
Karbohidrat	0,4	0,07	0,038	0,002	0,175	0,012	0,000	0,000
Protein	0,4	0,07	1,083	0,075	1,041	0,072	1,083	0,075
Lemak	0,6	0,11	0,335	0,036	1,000	0,110	0,380	0,041
Serat pangan	0,5	0,09	0,694	0,062	0,673	0,060	1,000	0,090
Kalsium	0,6	0,11	1,000	0,110	0,783	0,086	0,710	0,078
Air	0,4	0,07	1,000	0,070	0,000	0,000	0,520	0,036
Abu	0,4	0,07	0,318	0,022	0,000	0,000	1,000	0,070
Daya cerna pati	1	0,19	1,000	0,190	0,941	0,178	0,685	0,130
Total	5,1			0,601		0,528		0,680

Keterangan : Bobot variabel (BV), bobot normal (BN), nilai efektivitas (Ne), dan nilai hasil (Nh)

BAHASAN

Pengujian kadar air sangat berpengaruh terhadap mutu dan keawetan produk¹¹. Berdasarkan hasil penelitian, *cookies* Tp4-A mengandung kadar air terendah ditunjukkan dengan median sebesar 2,81 persen dibandingkan dengan seluruh jenis formula. Hal ini dapat terjadi karena tepung pisang batu memiliki daya ikat air yang lebih rendah dibandingkan dengan tepung terigu. Selain itu, disebabkan oleh proses *autoclaving-cooling* dua siklus pada tepung pisang batu Tp4-A, dimana pemanasan suhu tinggi (121°C) dapat menurunkan kadar air. Kadar air yang rendah dapat memperpanjang masa simpan produk¹¹.

Kadar abu berhubungan dengan kandungan mineral yang terdapat dalam suatu bahan, kemurnian, dan kebersihan suatu bahan yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar abu, maka semakin tinggi kandungan mineralnya. Proses pengolahan yang kurang bersih juga dapat menyebabkan nilai kadar abu meningkat²². Data penelitian menunjukkan bahwa *cookies* yang disubstitusi tepung pisang batu non modifikasi dan modifikasi (1,69 - 2,79%) mengandung rerata kadar abu lebih tinggi dibandingkan dengan *cookies* kontrol (1,41%). Selain itu, *cookies* dengan metode *autoclaving-cooling* dua siklus dengan enzim pullulanase mengandung kadar abu paling tinggi dibandingkan metode lain. Hal ini terjadi karena kandungan kadar abu pada tepung pisang batu lebih tinggi dibandingkan dengan tepung terigu³. Penelitian ini sejalan dengan penelitian D Ratnasari et al., yaitu *cookies* yang disubstitusi tepung pisang batu dengan modifikasi *autoclaving-cooling* mengandung kadar abu yang lebih tinggi¹⁹.

Karbohidrat merupakan sumber kalori utama yang berperan dalam menentukan karakteristik bahan makanan seperti warna, rasa, dan tekstur²³. Berdasarkan hasil

penelitian, *cookies* dengan rerata kadar karbohidrat tertinggi terdapat pada Tp1-B (60,54%), sedangkan yang terendah terdapat pada Tp5-C (57,97%). Kadar karbohidrat pada tepung pisang (88,6%) lebih tinggi dibandingkan dengan tepung terigu (75,36%)^{24,3}. Data penelitian juga menunjukkan bahwa proses modifikasi *autoclaving-cooling* dapat menurunkan kadar karbohidrat, dimana rerata kadar karbohidrat pada *cookies* Tp4-A (58,07%) lebih rendah dibandingkan dengan jenis modifikasi tepung pisang batu lainnya. Hal ini disebabkan oleh proses pemanasan bertekanan tinggi dapat membuat pati menjadi pecah dan tergelatinisasi, selanjutnya amilosa akan teretrogradasi pada saat pendinginan²⁵. Sesuai dengan pendapat Martunis yang menyatakan bahwa semakin tinggi suhu, kadar karbohidrat akan semakin menurun²⁶.

Protein merupakan suatu zat makanan yang berfungsi sebagai sebagai zat pembangun dan pengatur serta bahan bakar dalam tubuh²⁷. Berdasarkan hasil penelitian, *cookies* Tp4-A mengandung protein paling tinggi ditunjukkan dengan median sebesar 5,64 persen dibandingkan dengan formula lain. Hasil penelitian ini berbeda dari penelitian sebelumnya, mungkin disebabkan oleh perbedaan varietas buah pisang batu yang digunakan atau perbedaan proses pembuatan tepung pisang batu, dimana proses pengeringan buah menggunakan sinar matahari. Pengeringan tersebut dilakukan agar dapat mengeringkan buah dalam jumlah banyak dalam satu waktu dengan suhu sekitar 35°C sampai 45°C²⁸. Atmaka dan Kawiji menyebutkan bahwa pengeringan dengan suhu 40°C dapat menekan penurunan protein²⁹.

Lemak merupakan sumber energi bagi tubuh dan berfungsi sebagai sumber citarasa serta memberikan tekstur yang lembut pada

produk²⁷. Berdasarkan hasil analisis, median kadar lemak terendah terdapat pada *cookies* Tp4-B (25,20%) walaupun substitusi tepung pisang batu tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kadar lemak. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rosida et al., proses *autoclaving-cooling* dua siklus dengan enzim pullulanase dapat menurunkan kadar lemak pada tepung pisang batu³⁰. Selain itu, kadar lemak pada *cookies* substitusi 20 persen tepung pisang batu lebih tinggi jika dibandingkan dengan substitusi 40 persen. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak substitusi tepung pisang batu, maka semakin rendah kadar lemak pada *cookies*.

Serat pangan merupakan bagian dari tumbuhan yang dapat dikonsumsi dan tersusun dari karbohidrat yang memiliki sifat resisten terhadap proses pencernaan dan penyerapan di usus halus manusia serta mengalami fermentasi sebagian atau keseluruhan di usus besar²⁷. Berdasarkan hasil penelitian, *cookies* Tp5-C mengandung rerata serat pangan tertinggi sebesar 4,80g. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa proses *autoclaving-cooling* dua siklus dengan enzim pullulanase dapat meningkatkan kadar serat pangan. Penelitian ini sesuai dengan dua penelitian yang dilakukan sebelumnya yang menyebutkan bahwa proses *autoclaving-cooling* dapat meningkatkan serat pangan terutama kadar serat pangan larut^{31,32}.

Kalsium merupakan zat gizi yang penting bagi tubuh karena 99 persen kalsium disimpan dalam tulang dan gigi³³. Berdasarkan hasil penelitian, substitusi tepung pisang batu berpengaruh secara signifikan terhadap kadar kalsium dalam *cookies* dengan rerata kadar kalsium tertinggi terdapat pada Tp4-A dan Tp 3-A sebesar 1,12 persen. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses *autoclaving-cooling* dengan enzim pullulanase dapat meningkatkan kadar kalsium. Konsumsi makanan tinggi kalsium dapat menurunkan risiko terjadinya kanker kolorektal³⁴.

Daya cerna pati adalah tingkat kemudahan suatu jenis pati untuk dapat dihidrolisis oleh enzim pemecah pati menjadi unit-unit yang lebih kecil³⁵. Berdasarkan hasil analisis, rerata kadar daya cerna pati pada *cookies* Tp4-A (24,22%) lebih rendah jika dibandingkan dengan formula lain. Hal ini terjadi karena metode *autoclaving-cooling* dua siklus dan penambahan enzim pullulanase dapat meningkatkan pembentukan fraksi amilosa terkristalisasi yang dikenal sebagai pati

resisten. Semakin tinggi kadar pati resisten, semakin rendah kadar daya cerna pati bahan pangan tersebut¹⁹. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Stephanie, yaitu tepung dengan metode *autoclaving-cooling* enzimatik dengan *autoclaving-cooling* memiliki daya cerna pati yang rendah⁷.

Penambahan substitusi tepung pisang batu mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap warna, aroma, tekstur, dan rasa pada *cookies* yang dihasilkan. *Cookies* kontrol berwarna kuning keemasan, *cookies* substitusi 20 persen tepung pisang batu berwarna coklat muda dan *cookies* substitusi 40 persen tepung pisang batu berwarna coklat tua. Semakin banyak jumlah substitusi tepung pisang batu, maka semakin coklat warna *cookies* karena warna tepung pisang batu yang kecoklatan dan akibat reaksi *Maillard*. Reaksi *Maillard* merupakan reaksi antar gula dengan asam amino menghasilkan warna coklat pada bahan makanan ketika mengalami pemanasan⁵.

Cookies substitusi tepung pisang batu memiliki aroma khas karamel dan tekstur yang mudah patah. Aroma *cookies* juga dipengaruhi oleh proses pemanggangan dimana tingkat kehilangan air pada saat proses pemanggangan menyebabkan terjadinya penguapan dari dalam adonan³⁶. Sedangkan tekstur *cookies* ditentukan oleh kadar air pada bahan makanan, hal ini dapat dikaitkan karena kandungan kadar air pada tepung terigu 14 persen lebih tinggi dibanding tepung pisang yaitu 11 persen, sehingga menjadi lebih kering³⁷.

Rasa makanan ditentukan oleh formulasi bahan yang digunakan. Rasa *cookies* substitusi 20 persen tepung pisang batu lebih disukai panelis dibandingkan substitusi 40 persen. Semakin banyak jumlah substitusi tepung pisang batu, maka semakin menimbulkan *aftertaste* pahit pada *cookies*. Rasa pahit terjadi karena adanya ikatan silang antara tanin dan protein atau glikoprotein di rongga mulut. Pisang batu yang masih muda mengandung tannin yang cukup tinggi³⁷.

Penilaian *cookies* menggunakan indeks efektivitas atau metode de Garmo et al. dengan mempertimbangkan semua variabel yang berperan dalam menentukan mutu *cookies* meliputi kandungan gizi, daya cerna pati, dan penerimaan formulasi. Semakin tinggi bobot variabel, maka semakin tinggi tingkat kepentingannya²¹. Variabel daya cerna pati diberikan bobot paling tinggi karena menunjukkan jumlah kandungan pati resisten

di dalam cookies¹⁹. Penerimaan formulasi juga mendapat bobot tertinggi kedua karena dapat menentukan minat masyarakat terhadap suatu produk pangan baru³⁸. Cookies Tp3-A merupakan formula terbaik dengan dengan nilai hasil (Nh) tertinggi sebesar 0,686.

KESIMPULAN

Pemberian substitusi tepung pisang batu berpengaruh pada perbedaan kadar abu, kadar serat pangan, kadar kalsium, dan daya terima formulasi cookies baik dari segi warna, tekstur, dan rasa. Formula cookies terbaik terdapat pada Tp3-A dengan perlakuan *auto-claving* enzimatis dengan substitusi tepung pisang batu 20 persen yang memiliki Nh tertinggi yaitu 0,686.

SARAN

Cookies substitusi 20 persen tepung pisang batu dengan modifikasi *autoclaving-cooling* enzimatis dapat digunakan sebagai alternatif pangan fungsional bagi penderita kanker kolorektal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih 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, dan seluruh Tim Peneliti serta panelis yang telah membantu penelitian ini berjalan dengan baik.

RUJUKAN

1. Poerba Y dan Ahmad F. Analisis keragaman genetik Musa balbisiana Colla berdasarkan marka RAPD dan ISSR. *Ber Biol*. 2013;12:259–267.
2. Prayogi S, Fitmawati dan Sofiyanti N. Karakteristik morfologi dan uji kandungan nutrisi pisang batu (Musa balbisiana Colla) di Kabupaten Kuantan Singingi. *J Biol Papua*. 2016;8: 97–110.
3. Nurdjanah S, Musita N dan Indriani D. Karakteristik Biskuit coklat dari campuran tepung pisang batu (Musa balbisiana Colla) dan Tepung terigu pada berbagai tingkat substitusi. *J Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*. 2011; 16:51–62.
4. Musita N. Kajian Kandungan dan karakteristik pati resisten dari berbagai varietas pisang. *Teknol Ind dan Has*
5. Musita N. Pemanfaatan tepung pisang batu (Musa Balbisiana Colla) pada pembuatan kue brownies. *J Ris Ind*. 2014; 8:171–178.
6. Branco V, Guimarães J, Souza L, Guedes M and Silva P. The use of green banana (Musa Balbisiana) pulp and peel flour as an ingredient for tagliatelle pasta. *Brazilian J Food Technol*. 2017;20:1–8.
7. Afifah DN, Stephanie, Aulia A, Rahadiyanti A, Kurniawati DM, Rustanti N, et al. Physical and chemical characteristics of enzymatically modified Batu banana (Musa balbisiana Colla) dan Kepok banana (Musa paradisiaca formatypica) flours. *Food Res*. 2021;5(2):124–131.
8. Setiarto RHB, Jenie BSL, Faridah DN dan Saskiawan I. Study of development resistant starch contained in food ingredients as prebiotic source. *J Ilmu Pertan Indones*. 2015;20:191–200.
9. Purwani EY, Iskandriati dan Suhartono MT. Fermentation product of RS3 inhibited proliferation and induced apoptosis in colon cancer cell HCT-116. *Adv Biosci Biotech*. 2012;3:1189–1198.
10. Fatmawati W. Pemanfaatan tepung sukun dalam pembuatan produk cookies (choco cookies, brownies sukun dan fruit pudding brownies). *Tesis*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta, 2012.
11. Lumba R, Djakarsi G dan Molenaar R. Modifikasi tepung pisang Mulu Bebe (Musa acuminata) Indigenous Halmahera utara sebagai sumber pangan prebiotik. *J Teknol Pertan*. 2017;8:1–16.
12. Winarno. *Kimia pangan dan gizi*. Jakarta: Gramedia, 2004.
13. Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist [AOAC]. Maryland: Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist (AOAC) Inc, 2005.
14. Sudarmadji S, Haryono B dan Suhardi. *Analisa bahan makanan dan pertanian*. Jakarta: Liberty, 1997.
15. Andarwulan N, Kusnandar F dan Herawati D. *Analisis pangan*. Bandung: Dian Rakyat, 2011.
16. Asp NG, Johansson CG, Hallmer H and Siljestroem M. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. *J Agric Food Chem*. 1983;31: 476–482.
17. Egan H, Kirk R and Sawyer R. *Pearson's chemical analysis of foods*. New Yrk: Churchill Livingstone, 1981.

18. Anderson A and Guraya H. Digestibility and pasting properties of rice starch heat-moisture treated at the melting temperature (T_m). *J Starch/Stärke*. 2002;54:401–409.
19. Ratnasari D, Rustanti N, Arifan F and Afifah D. The effects of treatments on batu banana flour and percentage of wheat substitution on the resistant starch, in vitro starch digestibility content and palatability of cookies made with banana (Musa balbisiana Colla) flour. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*. 2018:1–8.
20. Indonesia, Badan Standardisasi Nasional. *Petunjuk pengujian organoleptik dan atau sensori*. Indonesia: Badan Standardisasi Nasional, 2006.
21. DeGarmo E, Sullivan W and Canada J. *Engineering economy*. London: Mc Millan Publishing Company, 1984.
22. Sandjaja A. *Kamus gizi pelengkap kesehatan keluarga*. Jakarta: PT Kompas Media Nusantara, 2009.
23. Wulandari F, Setiani B dan Susanti S. Analisis Kandungan gizi, nilai energi, dan uji organoleptik cookies tepung beras dengan substitusi tepung sukun. *J Apl Teknol Pangan* 5. 2016:107–112.
24. Indonesia, Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. *Daftar komposisi bahan makanan*. Jakarta: Bhatara Karya Aksara, 1990.
25. Nurhayati Jenie B, Widowati S dan Kusumaningrum H. Komposisi kimia dan kristalinitas tepung pisang termodifikasi secara fermentasi spontan dan siklus pemanasan bertekanan-pendinginan. *Agritech*. 2014;34:46–150.
26. Martunis. Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap kuantitas dan kualitas pati kentang varietas granola. *J Teknol dan Ind Has Pertan*. 2012;4:26–30.
27. Irmayanti W, Hermanto dan Asyik N. Analisis organoleptik dan proksimat biskuit berbahan dasar ubi jalar (ipomea batatas I) dan kacang hijau (Phaseolus radiatus L). *J Sains dan Teknol Pangan*. 2017;2:413–424.
28. Khaira A, Afrianti L dan Effendi S. Pendugaan umur simpan daging ayam asap pada suhu penyimpanan berbeda dengan metode Arrhenius. *Skripsi*. Bandung: Universitas Pasundan, 2013.
29. Atmaka W dan Kawiji. Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap kualitas tiga varietas jagung (Zea mays L.). *Tesis*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret, 2008.
30. Rosida, Harijono, Estiasih T dan Sriwahyuni E. Physicochemical Properties and starch digestibility of autoclaved-cooled Water Yam (Dioscorea alata L.) flour. *Int J Food Prop*. 2016;19:1659–1670.
31. Hidayat B, Musihudin M dan Akmal S. Application of autoclaving-cooling cycling treatment to improve resistant starch content of corn-based rice analogues. *J Phys Conf Ser*. 2018:1–6.
32. Rahmawati A, Murdiati A, Marsono Y dan Anggrahini S. Changes of complex carbohydrates on White Jack Bean (Canavalia Ensiformis) during autoclaving-cooling cycles. *Nutr Food Sci Jour*. 2018;6:470–480.
33. James DCS. *Calcium*. In: Nutrition and well-being A to Z. editors: James DCS. New York: Macmillan Library Reference, 2004.
34. Yang W, Liu L, Masugi Y, Qian ZR, Nishihara R, Keum NN, et al. Calcium Intake and risk of colorectal cancer according to expression status of calcium-sensing receptor (CASR). *Gut*. 2017;67(8):1475–1483. doi: 10.1136/gutjnl-2017-314163
35. Astuti M, Murdiati A, Sardjono, Nurhidjah dan Marsono Y. Kadar serat pangan dan daya cerna pati nasi merah yang diperkaya kappa-karagenan dan ekstrak antosianin dengan variasi metode pengolahan. *Prosiding Semin Nas dan Internas*. 2015:207–214.
36. Stephanie, Afifah D dan Rahadiyanti A. Karakteristik Fisik, kadar pati resisten, dan daya cerna pati in vitro tepung pisang batu (Musa balbisiana Colla) dengan modifikasi enzimatis. *Laporan Penelitian*. Semarang: Universitas Diponegoro, 2018.
37. Yasinta U, Dwiloka B dan Nurwanto. Pengaruh substitusi tepung terigu dengan tepung pisang terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik cookies. *J Apl Teknol Pangan*. 2017;6:119–123.
38. Falestinia S. Pemanfaatan Tepung pisang dalam pembuatan produk banana eclair dan kue satu pisang. *Tesis*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta, 2016.

39. Kusumawati I, Afifah D dan Purwanti R. Analisis kandungan gizi dan aktivitas antioksidan pada yoghurt dengan penambahan nanas madu (Ananas comosus Mer.) dan ekstrak kayu manis (Cinnamomum burmanni). *J Nutr Coll.* 2019;8(4):196-206.
doi:<https://doi.org/10.14710/jnc.v8i4.25883>.