



Pengaruh penambahan tepung ampas kedelai terhadap sifat fisikokimia dan sensori kukis kacang rendah gluten tinggi serat dan protein

Jessica Wijaya, Maria Goretti Marianti Purwanto*, Jane Erika Bernard, Tjandra Pantjajani, Johan Sukweenadhi

Fakultas Bioteknologi, Universitas Surabaya

Article history

Diterima:

1 Juni 2022

Diperbaiki:

30 Agustus 2022

Disetujui:

1 September 2022

Keyword

Peanut cookies;

Soybean pulp;

Sensory attributes

ABSTRACT

Soybean pulp is a by-product of soy milk production that is a relatively inexpensive source of protein and is recognized for its high fiber content. Gluten-free peanut cookies have been developed using soybean pulp flour. This study aimed to determine the effect of partial replacement of wheat flour with soybean pulp flour (0%, 20%, 50%, and 80%) on peanut cookies' sensory attributes and physical and chemical properties. Cookies with increased soybean pulp flour substitutions were found to be nutritionally superior (with higher proximate values for protein, fat, crude fiber content, and ash) to whole-wheat cookies (F1). Based on the sensory evaluation, the formulation of 20% soybean pulp flour presented the most likeness for color, flavor, taste, and manual texture. That ratio gave a final product with an average moisture content of 4.1%, ash content of 0.74%, fat content of 10.02%, protein content of 12.93%, crude fiber content of 0.14%, carbohydrate content of 72.21%, texture score of 746 Cn. The higher proportion of Soybean Pulp Flour also resulted in the cookies' darker color and less crunchy texture.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi

Email: maria_gmp@staff.ubaya.ac.id

DOI 10.21107/agrointek.v17i2.14687

PENDAHULUAN

Kukis merupakan salah satu jenis biskuit yang populer dengan tekstur dan rasa yang unik, sehingga banyak dikonsumsi sebagai camilan oleh semua generasi. Namun, kukis biasanya dibuat dari tepung terigu, dan kebanyakan formulasi mengandung serat yang rendah dan tinggi kalori (Park *et al.*, 2015). Gandum yang merupakan bahan baku terigu, mengandung protein gluten yang dapat memicu terjadinya penyakit celiac, yang mengakibatkan kerusakan pada lapisan usus. Kerusakan usus membuat tubuh sulit menyerap nutrisi, terutama lemak, kalsium, zat besi, dan folat halus (Mirhosseini *et al.*, 2015).

Meningkatnya kesadaran pola hidup sehat, banyak peneliti mengembangkan kukis yang tinggi serat dan protein. Sumber protein nabati dianggap lebih berkelanjutan dibandingkan dengan protein hewani. Diantara sumber protein nabati, kedelai mendapat banyak popularitas karena kandungannya yang kaya dalam delapan asam amino esensial, serta menunjukkan daya cerna yang serupa dengan protein susu, daging, dan telur sapi (Soderberg, 2013). Saat ini, permintaan susu kedelai tinggi dengan nilai pasar susu kedelai global sekitar 15,33 miliar dolar AS pada 2018 dan diperkirakan 23,2 dolar AS pada 2025 (Statista, 2022). Alasan utama untuk produksi dan konsumsi susu kedelai berhubungan dengan manfaat kesehatan, terutama setelah persetujuan klaim kesehatan FDA tentang efektivitas protein kedelai dalam pengurangan risiko penyakit jantung koroner. Akibatnya, akumulasi produk samping susu kedelai mengalami peningkatan (Eze *et al.*, 2022).

Ampas kedelai dikenal sebagai *okara* (Jepang), *biji* (Korea) atau *douzha* (Cina), merupakan produk sampingan tidak larut dari produksi susu kedelai dan industri terkait (tahu). Setiap kilogram kedelai yang digunakan untuk memproduksi susu kedelai atau tahu, menghasilkan sekitar 1,1-1,2 kg ampas (Colletti *et al.*, 2020). Ampas kedelai umumnya dibuang sebagai limbah dan digunakan sebagai pakan, pupuk atau bahkan dibakar sehingga menghasilkan karbon dioksida. Limbah ini menyebabkan masalah lingkungan yang signifikan karena rentan terhadap pembusukan,

akibat tingginya kadar air (kurang lebih 80%), yang membuatnya sulit untuk ditangani dan mahal untuk dikeringkan dengan cara konvensional (Ostermann-Porcel *et al.*, 2017).

Pada UKM susu kedelai di Kabupaten Sidoarjo, tepatnya di kecamatan Taman, menghasilkan 75% produk susu kedelai dan 25% ampas kedelai. Ampas kedelai kering mengandung 24% protein dan 52,3% serat pangan (Li *et al.*, 2012). Kandungan asam amino pada ampas kedelai sedikit lebih tinggi daripada susu kedelai, dan mengandung sekitar 33% isoflavonoid dari kacang kedelai. Komponen utama ampas kedelai adalah sel kotiledon yang pecah dan kulit biji kedelai yang kaya akan polisakarida. Risiko terkena kelainan kardiovaskular dapat dihindari karena protein kedelai mengurangi kadar kolesterol darah, fraksi lipoprotein densitas rendah (LDL), dan trigliserida pada manusia (Redondo-Cuenca *et al.*, 2008).

Tepung Ampas Kedelai (TAK) berwarna putih kekuningan dengan rasa netral dan halus (Ahmed *et al.*, 2018a), sehingga dapat digunakan sebagai bahan komposit pada tepung terigu. Kukis yang dibuat dari tepung terigu saja hanya mengandung protein dan serat sebesar 3,26% & 0% (Ostermann-Porcel *et al.*, 2017); 4,65% & 0,75% (Adhimah *et al.*, 2017). Substitusi TAK diharapkan dapat memperkaya kandungan protein dan serat pada pengembangan kukis kacang bebas gluten. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio TAK: terigu (0:100, 20:80, 50:50, dan 80:20) terhadap karakteristik sensori, fisik, dan kandungan proksimat kukis kacang.

METODE

Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yaitu rasio TAK dan terigu sebanyak empat perlakuan, terdiri dari 0:100 (F1); 20:80 (F2); 50:50 (F3); dan 80:20 (F4) dengan tiga ulangan. Analisa data statistik menggunakan *One Way ANOVA* pada $\alpha = 5\%$, untuk mengetahui apakah perlakuan memberikan pengaruh nyata. Bila ANOVA menunjukkan pengaruh yang signifikan maka dilanjutkan dengan uji *Tukey* pada $\alpha = 5\%$ untuk menentukan perlakuan mana yang memberikan perbedaan nyata. Penentuan perlakuan terbaik ditentukan berdasarkan metode De Garmo.

Tabel 1 Kandungan Proksimat Tepung Ampas Kedelai dan Tepung Terigu

Bahan Baku	Air (%bk)	Abu (%bk)	Lemak (%bk)	Protein (%bk)	Serat (%bk)	Karbohidrat (%bk)	Referensi
Tepung Ampas Kedelai	13,75±1,25	3,95±0,50	10,78±1,40	35,14±2,00	30,01±2,25	-	(Momin <i>et al.</i> , 2020)
	6,46	2,73	15,96	24,74	58,27	-	(Santos <i>et al.</i> , 2019)
	10,06±0,17	3,46±0,06	2,72±0,26	43,90±0,25	51,60±1,10	6,97±0,51	(Yoshida & Prudencio, 2020)
Tepung Terigu	7,20±1,31	1,70±0,80	3,55±1,25	12,85±2,25	4,67±1,38	70,03±3,15	(Ndife <i>et al.</i> , 2014)
	10,83	0,54	0,95	10,04	3,80	77,64	Santos <i>et al.</i> , 2019)
	12,65±1,50	1,47±0,25	1,80±1,00	13,00±1,90	3,23±0,50	71,60*	(Momin <i>et al.</i> , 2020)

Tabel 2 Formulasi Kukis Kacang Tinggi Serat dan Protein

Formulasi	F1 (Kontrol)	F2	F3	F4
TAK (g)*	-	20	50	80
Tepung terigu (g)*	100	80	50	20
Kacang tanah(g)	50	50	50	50
Gula halus(g)	50	50	50	50
Minyak sawit (g)	63	63	63	63
Garam (g)	2,4	2,4	2,4	2,4
Vanilli (g)	1,2	1,2	1,2	1,2
Total (g)	266,6	266,6	266,6	266,6

*Rasio TAK : tepung terigu

Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan kukis kacang ampas kedelai adalah ampas kedelai basah yang diperoleh dari UKM Susu Kedelai Sidoarjo (Perumahan Griya Samudra Asri F2/1 Taman), tepung terigu, gula halus, telur ayam negeri, minyak sawit, kacang tanah lokal, garam, vanilli bubuk. Bahan yang digunakan untuk analisa adalah aquadest, alkohol 70% (PT. Molindo, Indonesia), Petroleum eter (Merck, Germany), Sodium Hidroksida (Merck, Germany), Asam Sulfat (Merck, Germany), dan Kalium Sulfat (Merck, Germany).

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam proses pembuatan kukis kacang ampas kedelai ini adalah panci pengukus, spatula karet, loyang persegi, sendok makan, ayakan 70 mesh (W.S. Tyler, USA), oven listrik Oxone Ox-858BR (Oxone, Indonesia), Mixer Philips HR1552 (Philips, China), Philips Induction Cooker HD4932

(Philips, China), blender Philips HR-2057 (Philips, China), dan lemari pendingin (Sharp, China). Alat-alat analisa yang digunakan antara lain *Color Reader* Konica Minolta CR-20 (Konica Minolta, Japan), *Texture Analyzer* Agrosta V2 (Agrosta, France), krus porselin, desikator Nucerite Nalge no. 5312 (Sybron Corp., USA), *Muffle Furnace* Daihan Fx-14 (Daihan Scientific, Korea), *Cabinet Dryer* Omron E5SCL (Omron, Japan), oven Memmert UFB 500 (Memmert, Germany), *glassware (pyrex)*, timbangan analitik Ohaus PA224 (OHAUS, USA).

Metode/ Pelaksanaan

Penelitian dilakukan di Fakultas Teknobiologi Universitas Surabaya. Penelitian ini meliputi pembuatan tepung ampas kedelai, pembuatan kukis kacang, pengujian organoleptik kukis kacang, pengujian karakteristik fisik (tekstur dan warna), dan pengujian proksimat kukis kacang.

Pembuatan TAK

Tahap pembuatan TAK meliputi pengukusan ampas kedelai dengan panci pengukus pada suhu 100°C selama 15 menit, pengeringan dalam *cabinet dryer* pada suhu 60-70°C selama ± 5 jam, penggilingan dengan blender, dan pengayakan TAK dengan ayakan 70 mesh.

Pembuatan Kukis Kacang

Tahap pembuatan kukis kacang meliputi pencampuran bahan (tepung terigu, TAK, kacang tanah, gula halus, minyak sawit, garam, dan vanilli). Selanjutnya proses *resting* dalam lemari pendingin selama 30 menit, dilanjutkan *resting* pada suhu ruang selama 2 menit, pencetakan adonan, pengolesan permukaan kukis dengan kuning telur, dan pemanggangan dalam oven listrik pada suhu 150°C selama 25 menit.

Pengujian Organoleptik Kukis Kacang

Kukis yang disiapkan, diberi kode dengan tiga digit secara acak. Atribut sensori yang diukur adalah warna, rasa, aroma, dan tekstur menggunakan skoring dengan skala hedonik lima poin yaitu sangat tidak suka (1), tidak suka (2), netral (3), suka (4), dan sangat suka (5) (Muhimbula *et al.*, 2011). Evaluasi sensori melibatkan 50 panelis tidak terlatih. Panelis diinstruksikan untuk membersihkan langit-langit mulut dengan air setelah mencicipi setiap sampel yang diberi kode dan sebelum pindah ke sampel berikutnya. Pengujian statistik dihitung menggunakan *Kruskal Wallis test* dan uji lanjut signifikansi menggunakan *Man Whitney test* pada SPSS 26.0.

Pengujian Proksimat Kukis Kacang

Metode standar analisis (AOAC, 2005) digunakan untuk menentukan kadar protein (faktor konversi 6,25) dengan menghitung total nitrogen dengan metode Kjeldahl (979.09); kadar lemak metode ekstraksi Soxhlet (920.39); kadar air metode gravimetri (925.10); kadar abu metode pengabuan basis kering (923.03); kadar serat metode hidrolisis asam basa (962.09) dan karbohidrat dengan metode *by weight difference* (Monro dan Burlingame, 1996).

Pengujian Tekstur Kukis Kacang

Texture Profile Analysis (TPA) sampel kukis dilakukan dalam 3 replikasi menggunakan *Texture Analyzer Agrosta V2* (Agrosta, Perancis). *Hardness* ditentukan dengan kompresi dengan beban 50kg. Probe (30mm²), sel Ottawa dengan

pelat dasar padat digunakan (Instron Corporation, Canton, Massachusetts 02021, USA). Kecepatan pra-tes 1,00mm.s⁻¹, Kecepatan uji 5mm.s⁻¹, Kecepatan pasca-tes 10mm.s⁻¹, Jarak 30mm, Kecepatan akuisisi data 400poin.s⁻¹ dan gaya pemicu 0,3N adalah parameter yang digunakan untuk menentukan tekstur kukis. Puncak utama diperoleh dalam produk selama kompresi. Puncak pertama dari plot gaya-jarak dari penganalisis tekstur ditafsirkan sebagai kekerasan produk, dinyatakan dalam Newton (N) (Chakraborty *et al.*, 2009).

Pengujian Warna Kukis Kacang

Pengujian warna dengan sistem CIELab menggunakan colorimeter (Konica Minolta CR-20, Konica Minolta, Japan) dengan mengukur nilai L^* , a^* , b^* . Nilai L^* merupakan kecerahan (100=putih, 0=hitam), a^* merupakan kemerahan(+)/kehijauan(-), dan b^* merupakan kekuningan (+)/kebiruan(-) (Ostermann-porcel *et al.*, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air

Kadar air memiliki peranan yang besar terhadap kualitas suatu produk, karena kandungan air yang melebihi standar akan menyebabkan produk potensial ditumbuhi mikroorganisme lain sehingga akan mempengaruhi stabilitasnya. Kandungan air dalam makanan menentukan daya terima, kesegaran, dan mempengaruhi umur simpan makanan, karena air dapat mempengaruhi sifat fisik atau perubahan kimia. Kandungan air dalam makanan dapat mempengaruhi tekstur, penyajian dan cita rasa makanan (Phebean *et al.*, 2020).

Berdasarkan Tabel 3, semakin banyak penambahan TAK dalam formulasi, maka semakin tinggi kadar air kukis kacang yang dihasilkan. Kadar air kukis dalam penelitian ini serupa dengan Ahmed *et al.*, 2018b) yang membuat kukis dari campuran TAK, *red teff*, dan tepung terigu dengan kadar air 5,5 – 7,65% bk. TAK dapat menyerap dan menahan kadar air yang lebih tinggi dalam proses pemanggangan (Cheng dan Bhat, 2016; Park *et al.*, 2015). Hal ini karena TAK mengandung protein yang lebih tinggi daripada tepung terigu (Tabel 1).

Protein mempunyai sifat hidrofilik yang memiliki daya serap air yang tinggi. Hal ini menunjukkan semakin banyak protein yang terkandung dalam kukis maka semakin banyak air

yang terikat dalam protein. Penyerapan air diakibatkan adanya gugus karboksil pada protein, sehingga semakin tinggi kandungan protein dalam *kukis* maka teksturnya cenderung kurang renyah (Phebean *et al.*, 2020). Peningkatan kadar air pada kukis yang mengandung lebih banyak TAK, juga terjadi karena pembentukan ikatan hidrogen yang kuat antara gugus hidroksil dari struktur serat dan molekul air bebas yang berkontribusi pada peningkatan retensi air dari produk (Boulos *et al.*, 2009).

Oleh karena itu, semakin tinggi kadar serat dan protein TAK yang digunakan, maka semakin besar kadar airnya. Hasil ini sejalan dengan penelitian Momin *et al.*, (2020), pada pembuatan biskuit dari tepung terigu yang disubstitusi tepung ampas kedelai. Berdasarkan SNI 2973-2011, seluruh formulasi (F1 – F4) memenuhi persyaratan mutu kadar air kukis (maksimal 5%), meskipun kukis dengan 80% TAK mendekati batas maksimal (Eden dan Rumambarsari, 2020).

Kadar abu

Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar abu kukis kacang meningkat, seiring dengan meningkatnya komposisi TAK. Hal ini karena kandungan abu pada TAK lebih tinggi daripada tepung terigu (Tabel 1). Kacang-kacangan telah dilaporkan sebagai sumber abu yang baik (Farzana dan Mohajan, 2015). Abu merupakan indikasi kandungan mineral makanan dan sesuai dengan penelitian (Ndife *et al.*, 2014) bahwa kukis yang disubstitusi dengan TAK mengalami peningkatan kadar mineral; natrium, kalsium, kalium, magnesium, dan zat besi. Berdasarkan SNI 2973-2011, seluruh formulasi (F1 – F4)

memenuhi persyaratan mutu kukis untuk parameter kadar abu (maksimal 1,5%).

Kadar protein

Berdasarkan Tabel 3, kadar protein kukis kacang semakin tinggi, dengan meningkatnya komposisi TAK. Formulasi kukis kacang ampas kedelai dalam penelitian ini memiliki kandungan protein yang sangat signifikan dibandingkan kontrol (kukis yang dibuat dengan terigu). Hal ini karena kadar protein TAK lebih tinggi daripada tepung terigu (Tabel 1) sehingga menyumbang kadar protein yang cukup besar pada kukis.

Dalam penelitian ini menggunakan tepung terigu, yang merupakan *medium flour* (protein sedang), yang mengandung protein 10 - 11.5%. Tepung jenis ini merupakan tepung yang biasa digunakan untuk berbagai aplikasi produk atau lebih dikenal sebagai *multipurposes/ all-purpose flour* untuk membuat aneka roti, *cake*, mie basah, *pastry*, kue dan bolu (Laeliocattleya dan Wijaya, 2018). Kandungan protein kukis formulasi (F1 – F4), berada dalam kadar yang direkomendasikan SNI 2973-2011 (minimum 9,5%).

Kadar lemak

Berdasarkan Tabel 3, semakin banyak penambahan TAK dalam formulasi, maka semakin tinggi kadar lemak kukis kacang yang dihasilkan. Hal ini karena TAK mengandung lemak yang lebih tinggi daripada tepung terigu (Tabel 1). Hasil ini sesuai dengan (Ahmed *et al.*, 2018b) yang melaporkan kandungan lemak biskuit yang dibuat dari gandum, *red teff*, dan ampas kedelai meningkat dari 6,5 menjadi 18,2% seiring dengan peningkatan TAK. Kacang kedelai juga telah dilaporkan sebagai sumber minyak yang baik.

Tabel 3 Karakteristik Kimia Kukis Kacang Tinggi Serat dan Protein

Parameter	Syarat mutu*	Perlakuan			
		Kontrol (F1)	F2	F3	F4
Air (%bk)	Maks. 5	3,71 ^a ±0,03	4,10 ^b ±0,04	4,56 ^c ±0,02	4,94 ^d ±0,04
Abu (%bk)	Maks 1,5	0,52 ^a ±0,02	0,74 ^b ±0,02	0,86 ^c ±0,02	1,04 ^d ±0,030
Lemak (%bk)	Min. 9	9,85 ^a ±0,05	10,02 ^b ±0,03	12,36 ^c ±0,04	13,14 ^d ±0,04
Protein (%bk)	Min. 9,5	9,75 ^a ±0,05	12,93 ^b ±0,03	17,49 ^c ±0,03	21,03 ^d ±0,06
Serat Kasar (%bk)	Maks 0,5	0,12 ^a ±0,01	0,14 ^{ab} ±0,01	0,15 ^b ±0,01	0,16 ^b ±0,01
Karbohidrat (%bk)	Min. 70	76,17 ^d ±0,05	72,21 ^c ±0,37	64,73 ^b ±0,02	59,85 ^a ±0,15

Keterangan: Syarat mutu produk kukis berdasarkan SNI 2973-2011. Notasi huruf berbeda menandakan data berbeda signifikan menurut uji lanjut *Tukey* ($P < 0,05$); bk = berat kering

Penambahan tepung ampas kedelai meningkatkan kandungan lemak dalam fortifikasi kukis (Canaan *et al.*, 2022). Menurut Mateos-Aparicio *et al.*, (2010) TAK mengandung sejumlah besar lemak, antara 8,3 dan 10,9% (bahan kering), sedangkan tepung terigu hanya mengandung 1-3% lemak (Laeliocattleya dan Wijaya, 2018). Kandungan lemak pada formulasi kukis (F1 – F4), berada dalam kadar yang direkomendasikan SNI 2973-2011 (minimum 9%).

Kadar serat kasar

Tabel 3 menunjukkan bahwa kandungan serat meningkat seiring dengan tingkat substitusi TAK. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa menggabungkan ampas kedelai dengan tepung terigu protein rendah (soft wheat) menghasilkan peningkatan kandungan serat pada kukis yang terbuat dari dari campuran TAK, red teff, dan tepung terigu (Ahmed *et al.*, 2018b).

Serat kasar yang tinggi dapat berasal dari kulit gandum utuh dan kulit kacang kedelai. Kandungan serat pada TAK, terutama serat tidak larut (dalam bentuk selulosa dan hemiselulosa), menyumbang sebagian besar kandungan bahan kering (40–60%) (Redondo-Cuenca *et al.*, 2008), yang dapat difermentasi oleh mikroba di usus besar, meskipun tidak dapat dicerna di usus halus. Kandungan serat kasar kukis, berada dalam kisaran yang direkomendasikan SNI 2973-2011, maksimum 0,5%.

Kadar karbohidrat

Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar lemak kukis kacang meningkat, seiring dengan meningkatnya komposisi TAK. Hal ini karena kandungan lemak pada TAK lebih tinggi daripada tepung terigu (Tabel 1). Tepung terigu merupakan hasil ekstraksi dari proses penggilingan gandum

(*T. aestivum* L) yang tersusun oleh 67-70% karbohidrat (Tabel 1) sehingga menyumbang karbohidrat yang paling tinggi pada kukis F1. Kandungan karbohidrat menurun dengan meningkatnya proporsi TAK, hal yang sama didukung oleh (Ostermann-Porcel *et al.*, 2017) dalam pembuatan kukis bebas gluten dari TAK dan tepung terigu dengan berbagai rasio.

Penambahan tepung ampas kedelai dalam fortifikasi kukis menurunkan jumlah karbohidrat (Canaan *et al.*, 2022). Tabel 2. menunjukkan bahwa kadar karbohidrat kukis perlakuan F1 dan F2 sesuai dengan syarat mutu kukis yaitu min. 70%, sedangkan kadar karbohidrat pada kukis perlakuan F3 dan F4 tidak memenuhi syarat mutu kukis (SNI 2973-2011). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ampas kedelai bukanlah sumber karbohidrat yang baik jika dibandingkan dengan gandum (Colletti *et al.*, 2020).

Karakteristik Sensori

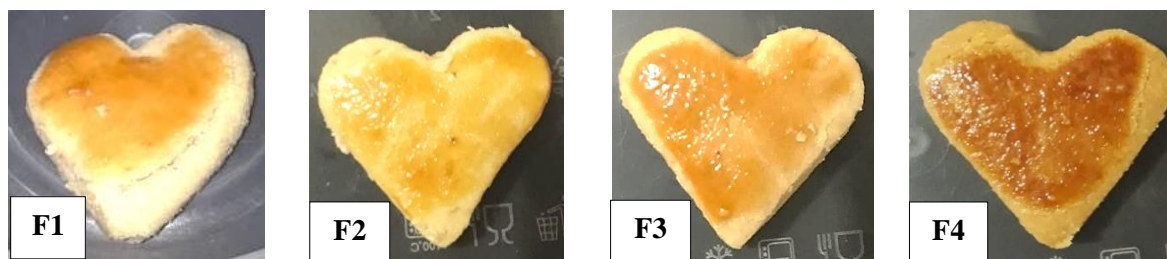
Berdasarkan hasil uji organoleptik hedonik (Tabel 4), parameter warna, aroma, rasa, dan tekstur dengan nilai terbaik terdapat pada kukis F2, karena rata-rata panelis memberi nilai 4,10-4,30, yang dapat diinterpretasikan dengan arti suka yang mengarah ke sangat suka.

Tabel 4 menunjukkan bahwa semakin banyak substitusi TAK, maka tekstur kukis semakin tidak disukai panelis. Hal ini karena kerenyahan dari kukis yang semakin berkurang. TAK memiliki kandungan serat yang lebih tinggi dibandingkan tepung terigu (Ahmed *et al.*, 2018a. Sifat serat mudah menyerap air, sehingga semakin banyak penggunaan TAK, maka semakin tinggi kemampuan menyerap air yang berakibat tekstur kukis menjadi kurang renyah. Serat yang ada dalam TAK, dapat mengganggu struktur matriks dan mengurangi kapasitas retensi gas dalam adonan.

Tabel 4 Karakteristik Sensori Hedonik Kukis Kacang Tinggi Serat dan Protein

Parameter	Perlakuan			
	Kontrol (F1)	F2	F3	F4
Warna	3,96 ^a ± 0,78	4,12 ^a ± 0,80	4,00 ^a ± 0,81	2,80 ^b ± 0,97
Aroma	3,76 ^a ± 0,72	4,10 ^b ± 0,81	3,98 ^{ab} ± 0,71	3,10 ^c ± 1,07
Rasa	3,94 ^a ± 0,87	4,30 ^b ± 0,81	4,12 ^{ab} ± 0,80	3,00 ^c ± 1,21
Tekstur	4,20 ^a ± 0,70	4,22 ^a ± 0,76	4,04 ^a ± 0,67	3,10 ^b ± 1,18

Keterangan: Notasi huruf berbeda menandakan data berbeda signifikan (Sig <0,05) menurut uji lanjut *Mann Whitney*. Skala hedonik yang digunakan yaitu (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) netral, (4) suka, (5) sangat suka.



Gambar 1 Kenampakan Kukis Kacang Tinggi Serat dan Protein

Karakteristik warna dapat dikaitkan dengan interaksi protein dan gula pereduksi selama pemanggangan, yang menyebabkan reaksi *browning* non-enzimatis sehingga terjadi pembentukan pigmen gelap yang disebut melanoidin (Ostermann-porcel *et al.*, 2016; Ostermann-porcel *et al.*, 2017). Kandungan protein pada TAK lebih tinggi dibandingkan dengan tepung terigu (Tabel 1) sehingga membuat reaksi *maillard* lebih cepat terjadi, dan kukis memiliki warna lebih gelap setelah proses pemanggangan (Žilić *et al.*, 2021).

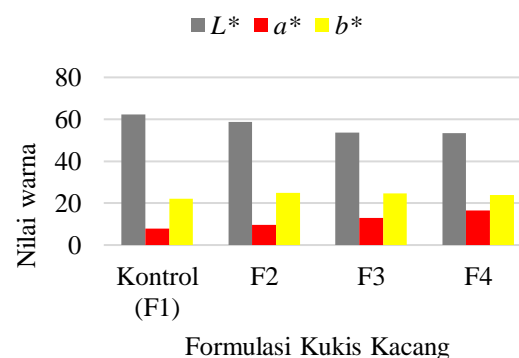
Kesukaan terhadap rasa menurun seiring dengan penambahan TAK. Hal ini disebabkan oleh rasa pahit yang diperoleh dari senyawa glikosida dalam biji kedelai. Diantara glikosida-glikosida tersebut, terdapat soyasponin dan sapogenol yang merupakan penyebab rasa pahit yang utama dalam kedelai (Paramega *et al.*, 2018)). Adapun senyawa glikosida lain yaitu isoflavin dan gugus aglikonnya, yang menyebabkan timbulnya rasa kapur (Kusnandar *et al.*, 2010). Menurut Mc Watters, (1978) rasa kacang pada tepung kacang-kacangan dapat mengurangi daya terima produk yang dipanggang.

Kesukaan terhadap aroma menurun seiring dengan penambahan TAK. Semakin banyak substitusi TAK, maka aroma dari kukis akan semakin langu. Aroma langu (*beany flavor*) pada kukis kacang kedelai karena kandungan lemak yang tinggi (Tabel 3) dibandingkan dengan kontrol (100% tepung terigu). Aroma langu pada TAK disebabkan karena reaksi oksidasi lemak akibat adanya aktifitas enzim lipoksigenase (Wang *et al.*, 2021). Lipoksigenase dan hidroperoksida liase bereaksi dengan asam lemak tak jenuh, terutama asam linoleat. Selama penggilingan kedelai, terjadi pembentukan senyawa aromatik, seperti heksil dan nonil aldehida dan alkohol (Colletti *et al.*, 2020).

Panelis paling menyukai aroma dari kukis perlakuan F2 karena rasa manis dari gula halus dan gurih dari TAK dan kacang tanah yang seimbang.

Karakteristik fisik

Berdasarkan Tabel 3. nampak bahwa semakin banyak substitusi tepung ampas kedelai maka semakin kecil nilai kecerahan/*Lightnes* (L^*) kukis. Penurunan nilai L^* pada kukis menunjukkan bahwa warna permukaan kukis lebih gelap. Kukis yang mengandung turunan kedelai dapat dikaitkan dengan komposisi lipid dalam TAK. Profil asam lemak TAK mengandung asam lemak tak jenuh ganda seperti asam linoleat (54% dari total kandungan asam lemak) dan asam linolenat (9% dari total kandungan asam lemak). Keberadaan asam lemak tak jenuh ganda berkontribusi pada pembentukan *Maillard Reaction Product* yang lebih tinggi daripada dalam sistem yang mengandung lemak yang lebih mudah teroksidasi.



Gambar 2 Warna permukaan kukis kacang tinggi serat dan protein

Berdasarkan studi literatur, TAK mengandung 30 - 58% serat makanan (Palermo *et al.*, 2012), dan polisakarida dalam TAK sebagian besar mengandung galaktan, arabinan,

arabinogalaktan, xylogalacturonan, rhamnogalacturonan, xilan, xyloglucan, dan selulosa. Polisakarida mengikat air selama pemanggangan kukis sehingga TAK mengurangi ketersediaan air dalam bahan dan untuk alasan ini, maka TAK berpotensi untuk mempercepat reaksi Maillard. Reaksi *Maillard* yang lebih besar dengan adanya produk yang ditambahkan turunan kedelai juga dilaporkan oleh Palermo *et al.*, (2012).

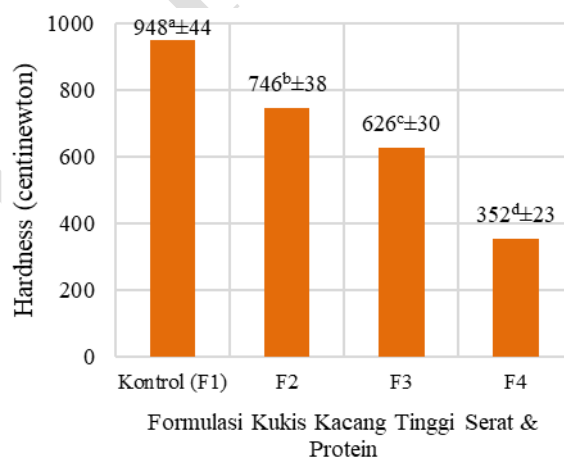
Kecerahan tertinggi ditunjukkan pada kukis kacang dengan perlakuan kontrol (F1) karena menggunakan 100% tepung terigu yang berwarna putih terang (Almatsier, 2009). Nilai kekuningan (b^*) lebih tinggi dibandingkan nilai kemerahan (a^*). Apabila dilihat secara kualitatif warna kukis kacang berwarna coklat muda dimana warna kuning lebih dominan dibandingkan warna merah. Warna kuning dan merah adalah warna primer terbentuknya warna coklat (Yustina dan Abadi, 2012). Semakin rendah nilai kekuningan dan kemerahan pada kukis kacang maka semakin tinggi nilai kecerahan, sebaliknya semakin tinggi nilai kekuningan dan kemerahan maka semakin rendah nilai kecerahan ((Kurniadi *et al.*, 2019).

Karakteristik Tekstur Kukis

Pada pengujian tekstur yang diamati adalah nilai *hardness*. *Hardness* merupakan puncak maksimum pada tekanan pertama. Semakin tinggi nilai *hardness*, maka tekstur pada sampel semakin keras. Berdasarkan Tabel 5, diketahui bahwa semakin banyak substitusi tepung ampas kedelai maka semakin kecil nilai tekstur kukis kacang, yang berarti kerenyahan kukis kacang semakin berkurang. Hasil penelitian ini sejalan dengan

(Momin *et al.*, 2020) dalam pembuatan biscuit dengan penambahan TAK 2%-8%. Kandungan serat dan protein non-gluten yang lebih tinggi pada TAK dibandingkan tepung terigu, menyebabkan kukis semakin mudah menyerap dan menahan air (higroskopis), yang akibatnya menurunkan kerenyahan kukis (Rinaldoni, 2017; Porcel dan Gómez, 2020).

Jenis serat yang terkandung dalam tepung ampas kedelai adalah selulosa (Matsuo, 2004). Selulosa merupakan polisakarida yang tersusun dari monomer D-glukosa yang memiliki tiga gugus hidroksil (Kusnandar *et al.*, 2010). Gugus –OH dan gugus –H dapat membentuk ikatan hidrogen. Gugus –OH pada selulosa dapat menyebabkan permukaan kukis menjadi hidrofilik, sehingga semakin banyak jumlah tepung ampas kedelai, maka kukis semakin tinggi mengikat air dan mengakibatkan tekstur kukis menjadi mudah hancur (Yustiana & Abadi, 2012).



Gambar 3 Karakteristik Tekstur (*Hardness*) Kukis

Tabel 5 Karakteristik Fisik Kukis Kacang Tinggi Serat dan Protein

Sampel	Tekstur (centinewton)	Warna				Warna Objektif
		L^*	a^*	b^*	h^*	
Kontrol (F1)	948 ^a ± 44	62,3 ^a ± 1,276	7,83 ^a ± 0,351	22,07 ^a ± 0,378	67,3 ^a ± 0,3	Kuning - merah
F2	746 ^b ± 38	58,73 ^b ± 1,795	9,63 ^a ± 0,680	25 ^b ± 0,624	65,3 ^b ± 0,21	Kuning – merah
F3	626 ^c ± 30	53,67 ^c ± 0,611	13 ^b ± 1,228	24,63 ^b ± 0,568	62,4 ^c ± 0,26	Kuning – merah
F4	352 ^d ± 23	53,37 ^c ± 1,429	16,53 ^c ± 0,550	23,77 ^b ± 0,251	61,5 ^c ± 0,62	Kuning – merah

Keterangan: Notasi huruf berbeda menandakan data berbeda signifikan menurut uji lanjut *Tukey*

Tabel 6 Indeks Efektivitas Kukis Kacang

Parameter Uji	Bobot Nilai	Kontrol (F1)		F2		F3		F4	
		NE	NP	NE	NP	NE	NP	NE	NP
Protein	0,294	0	0	0,33	0,33	0,67	0,67	1,00	1,00
Serat Kasar	0,206	0	0	0,33	0,23	0,67	0,47	1,00	0,70
Tekstur	0,265	0,67	0,60	1,00	0,90	0,33	0,30	0	0
Aroma	0,235	0,33	0,30	1,00	0,80	0,67	0,53	0	0
Total	1	1	0,90	2,66	2,26	2,34	1,97	2,00	1,70

Keterangan: NE (Nilai Efektivitas), NP (Nilai Produktivitas)

Perlakuan terbaik

Penentuan perlakuan terbaik perlu dilakukan untuk mengkaji lebih lanjut dengan mengkombinasikan data hasil kadar protein, serat kasar, aroma, dan tekstur. Parameter ini dipilih berdasarkan tujuan penelitian sebelumnya dan pertimbangan bahwa penggunaan TAK berpotensi menyumbang aroma langu kedelai dan memperkeras tekstur kukis. Menurut SNI 2973-2011 tekstur dari kukis adalah renyah rapuh. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode uji indeks efektivitas De Garmo. Penentuan perlakuan terbaik dari hasil analisis dengan metode De Garmo ditentukan berdasarkan Nilai Produktivitas (NP) tertinggi dan didapatkan nilai NP tertinggi terdapat pada perlakuan F2 (20% TAK: 80% tepung terigu).

KESIMPULAN

Penambahan TAK meningkatkan hasil uji karakteristik kimia (kadar air, abu, protein, lemak, serat kasar), namun menurunkan kandungan karbohidrat dalam pembuatan kukis. Hasil uji organoleptik (tekstur, warna, rasa, dan aroma) kukis kacang. Perlakuan terbaik berdasarkan uji efektivitas de Garmo adalah perlakuan F2, yakni kukis kacang dengan rasio TAK: tepung terigu (20:80) dengan rerata kadar air 4,10%, abu 0,74%, lemak 10,02%, protein 12,93%, serat kasar 0,14%, karbohidrat 72,21%, tekstur 746cN, dan nilai hedonik warna, aroma, rasa dan tekstur yang diinterpretasikan sebagai “suka” yang mengarah “sangat suka”.

Campuran 40% tepung terigu dan 60% tepung ampas kedelai berhasil untuk formulasi kue komposit dengan kualitas nutrisi dan organoleptik yang lebih baik dalam standar yang diterima secara universal. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi yang berharga untuk pengembangan kukis kacang tinggi serat dan protein rendah gluten.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhimah, N. N., Mulyati, A. H., & Widiastuti, D. (2017). Substitusi tepung terigu dengan tepung ampas kedelai pada produk cookies yang kaya akan serat pangan dan protein. *J. Ekologia*, 17(1), 28–39. <https://journal.unpak.ac.id/index.php/ekologia/article/download/811/694>
- Ahmed, H., Satheesh, N., & Dibaba, K. (2018a). Functional, physical and sensory properties of cookies prepared from okara, red teff and wheat flours. *Croatian Journal of Food Science and Technology*, 10(1), 23–32. <https://doi.org/10.17508/cjfst.2018.10.1.05>
- Ahmed, H., Satheesh, N., & Dibaba, K. (2018b). Nutritional and anti-nutritional evaluation of cookies prepared from okara, red teff and wheat flours. *International Food Research Journal*, 25(5), 2042–2050.
- Almatsier, S. (2009). Prinsip dasar ilmu gizi. In *Gramedia Pustaka Utama*. <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=703853#>
- AOAC. (2005). Official methods of analysis of AOAC International. In *Official methods of analysis of AOAC International* (18th ed.).
- Boulos, N. N., Greenfield, H., & Wills, R. B. H. (2009). *Water holding capacity of selected soluble and insoluble dietary fibre*. 2912. <https://doi.org/10.1080/10942910009524629>
- Canaan, J. M. M., Brasil, G. S. A. P., de Barros, N. R., Mussagy, C. U., Guerra, N. B., & Herculano, R. D. (2022). Soybean processing wastes and their potential in the generation of high value added products. *Food Chemistry*, 373, 131476. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2021.131476>
- Chakraborty, S. K., Singh, D. S., Kumbhar, B. K., & Singh, D. (2009). Process parameter

- optimization for textural properties of ready-to-eat extruded snack food from millet and legume pieces blends. *Journal of Texture Studies*, 40(6), 710–726. <https://doi.org/10.1111/J.1745-4603.2009.00207.X>
- Cheng, Y. F., & Bhat, R. (2016). Functional, physicochemical and sensory properties of novel cookies produced by utilizing underutilized jering (*Pithecellobium jiringa* Jack.) legume flour. *Food Bioscience*, 14, 54–61. <https://doi.org/10.1016/J.FBIO.2016.03.002>
- Colletti, A., Attrovio, A., Boffa, L., Mantegna, S., & Cravotto, G. (2020). Valorisation of by-products from soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) processing. *Molecules*, 25(9), 1–33. <https://doi.org/10.3390/molecules25092129>
- Eden, W. T., & Rumambarsari, C. O. (2020). Proximate analysis of soybean and red beans cookies according to the Indonesian National Standard. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/2/022033>
- Eze, O. F., Chatzifragkou, A., & Charalampopoulos, D. (2022). Properties of protein isolates extracted by ultrasonication from soybean residue (okara). *Food Chemistry*, 368(August 2021), 130837. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130837>
- Farzana, T., & Mohajan, S. (2015). Effect of incorporation of soy flour to wheat flour on nutritional and sensory quality of biscuits fortified with mushroom. *Food Science & Nutrition*, 3(5), 363–369. <https://doi.org/10.1002/FSN3.228>
- Kurniadi, M., Angwar, M., Miftakhussolihah, M., Affandi, D. R., & Khusnia, N. (2019). Karakteristik Cookies Dari Campuran Tepung Ubikayu Termodifikasi (Mocaf), Tempe, Telur, Kacang Hijau Dan Ikan Lele. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 30(1), 1. <https://doi.org/10.28959/jdpi.v30i1.4096>
- Kusnandar, F., Adawiyah, D. R., & Fitria, M. (2010). Pendugaan umur simpan biskuit dengan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, XXI(2), 1–6.
- Laeliocattleya, R. A., & W. Jessica. (2018). Pengaruh Variasi Komposisi Grist Gandum (*Triticum aestivum* L.) Terhadap Kadar Air Dan Kadar Abu Tepung Terigu. *Jurnal Ilmu Pangan Dan Hasil Pertanian*, 2(1), 34–39.
- Li, B., Qiao, M., & Lu, F. (2012). Composition, Nutrition, and Utilization of Okara (Soybean Residue). <https://doi.org/10.1080/87559129.2011.595023>, 28(3), 231–252. <https://doi.org/10.1080/87559129.2011.595023>
- Mateos-Aparicio, I., Redondo-Cuenca, A., Villanueva-Suárez, M. J., Zapata-Revilla, M. A., & Tenorio-Sanz, M. D. (2010). Pea pod, broad bean pod and okara, potential sources of functional compounds. *LWT - Food Science and Technology*, 43(9), 1467–1470. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2010.05.008>
- Matsuo, M. (2004). Saccharification of okara fiber by plant dietary fiber hydrolases. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 50(4), 291–294. <https://doi.org/10.3177/jnsv.50.291>
- Mcwatters, K. H. H. (1978). Cookie baking properties of defatted peanut, soybean, and field pea flours. *Cereal Chemistry*, 55(6), 853–863.
- Mirhosseini, H., Abdul Rashid, N. F., Tabatabaee Amid, B., Cheong, K. W., Kazemi, M., & Zulkurnain, M. (2015). Effect of partial replacement of corn flour with durian seed flour and pumpkin flour on cooking yield, texture properties, and sensory attributes of gluten free pasta. *LWT - Food Science and Technology*, 63(1), 184–190. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2015.03.078>
- Momin, A., Jubayer, F., Begum, A. A., Nupur, A. H., Ranganathan, T. V., & Mazumder, A. R. (2020). Substituting wheat flour with okara flour in biscuit production. 8(2), 422–428.
- Monro, J., & Burlingame, B. (1996). Carbohydrates and related food components: INFOODS tagnames, meanings, and uses. *Journal of Food Composition and Analysis*, 9(2), 100–118. <https://doi.org/10.1006/jfca.1996.0018>

- Ndife, J., Kida, F., & Fagbemi, S. (2014). Production and quality assessment of enriched cookies from whole wheat and full fat soya. *European Journal of Food Science and Technology*, 2(1), 19–28.
- Osterman-Porcel, M. V., & Gómez, A. N. R. M. E. C. M. (2020). Evaluation of gluten - free layer cake quality made with okara flour. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 0123456789.
- Ostermann-Porcel, M. V., Quiroga-Panelo, N., Rinaldoni, A. N., & Campderrós, M. E. (2017). Incorporation of okara into gluten-free -cookies with high quality and nutritional value. *Journal of Food Quality*, 2017(Ldl).
<https://doi.org/10.1155/2017/4071585>
- Ostermann-porcel, M. V, Rinaldoni, A. N., Rodriguez-furlán, L. T., & Campderrós, M. E. (2016). *Quality assessment of dried okara as a source of production of gluten-free flour. March 2018.*
<https://doi.org/10.1002/jsfa.8131>
- Palermo, M., Fiore, A., & Fogliano, V. (2012). *Okara Promoted Acrylamide and Carboxymethyl-lysine Formation in Bakery Products.*
- Paramega, I., Widiana, I., Salam, A. & Darawati, M. (2018). Pengaruh Penambahan Tepung Komposit Umelai (Ubi Jalar, Kacang Merah, Kacang Kedelai) Terhadap Sifat Organoleptik dan Kandungan Air Cookies Umelai. *Jurnal Gizi Prima*, 3(September), 114–119.
- Park, J., Choi, I., & Kim, Y. (2015). Cookies formulated from fresh okara using starch, soy flour and hydroxypropyl methylcellulose have high quality and nutritional value. *LWT - Food Science and Technology*, 63(1), 660–666.
<https://doi.org/10.1016/J.LWT.2015.03.110>
- Phebean, O., Olayinka, F., Akinyemi, T., & Akinloye, W. (2020). *Quality evaluation of functional bread developed from wheat , malted millet (Pennisetum Glaucum) and ' Okara ' flour blends.* 10.
<https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00622>
- Redondo-Cuenca, A., Villanueva-Suárez, M. J., & Mateos-Aparicio, I. (2008). Soybean seeds and its by-product okara as sources of dietary fibre. Measurement by AOAC and Englyst methods. *Food Chemistry*, 108(3), 1099–1105.
<https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2007.11.061>
- Rinaldoni, A. N. (2017). *Effect of Okara flour addition on the physical and sensory quality of wheat bread.* 4(6), 184–190.
<https://doi.org/10.15406/mojfpt.2017.04.00111>
- Santos, D. C. dos, Oliveira Filho, J. G. de, Silva, J. de S., Sousa, M. F. de, Vilela, M. da S., Silva, M. A. P. da, Lemes, A. C., & Egea, M. B. (2019). Okara flour: its physicochemical, microscopical and functional properties. *Nutrition and Food Science*, 49(6), 1252–1264.
<https://doi.org/10.1108/NFS-11-2018-0317>
- Soderberg, J. (2013). Functional properties of legume proteins compared to egg proteins and their potential as egg replacers in vegan food. *Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsalla*, 378.
- Statista. (2022). *Soy milk market value forecast worldwide 2018-2025 | Statista.* Retrieved August 18, 2022, from <https://www.statista.com/statistics/896138/global-soy-milk-market-value/>
- Wang, B., Zhang, Q., Zhang, N., Bak, K. H., Soladoye, O. P., Aluko, R. E., Fu, Y., & Zhang, Y. (2021). Insights into formation, detection and removal of the beany flavor in soybean protein. *Trends in Food Science and Technology*, 112(November 2020), 336–347.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.04.018>
- Yoshida, B. Y., & Prudencio, S. H. (2020). Physical , chemical , and technofunctional properties of okara modified by a carbohydrase mixture. *LWT*, 134(August), 110141.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110141>
- Yustina, I., & Abadi, F. R. (2012). Potensi Tepung dari Ampas Industri Pengolahan Kedelai sebagai Bahan
- Žilić, S., Aktağ, I. G., Dodig, D., & Gökmen, V. (2021). Investigations on the formation of Maillard reaction products in sweet cookies made of different cereals. *Food Research International*, 144 (March).
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110352>