



Kualitas *nonflaky* krekers dengan kombinasi tepung tempe kacang gude (*Cajanus cajan*) dan bawang hitam (*Allium sativum*)

Febpi Lina Santoso¹, Yuliana Reni Swasti^{2*}, Ekawati Purwijantiningsih²

¹Biologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Sleman, Indonesia

²Teknologi Pangan, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Sleman, Indonesia

Article history

Diterima:

8 Februari 2023

Diperbaiki:

12 Maret 2023

Disetujui:

20 Maret 2023

Keyword

Black garlic;

Nonflaky crackers;

Pigeon pea tempeh flour

ABSTRACT

*Nonflaky crackers are a snack made from wheat flour, which are not layered, dense, massive, and crunchy. The crackers in this study were made by combining flour, pigeon pea tempeh flour (*Cajanus cajan*) and black garlic (*Allium sativum*). The purpose of this study was to determine the quality of the crackers and the best combination of flour, pigeon pea tempeh flour and black garlicks. This study used a completely randomized design with three repetitions. The ratio of flour, pigeon pea tempeh flour, and black garlic in the control was 100:0:0; in product A that is 85:10:15; in product B that is 70:20:10; and in product C that is 55:30:5. Crackers of all treatments were analyzed chemically, physically, microorganism, and organoleptic. Crackers with the best combination were product A with a ratio of 85% flour: 10% pigeon pea tempeh flour: and 5% black garlicks with a moisture content of 3.36%, ash content of 1.46%, fat content of 20.56%, protein content of 9.35%, carbohydrate content 65.26%, antioxidant activity of 51.25%, total plate number of 1.7×10^2 , total yeast and mould of 7.6×10^1 , texture of 10.64 N and organoleptic score of 3.13.*



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

* Penulis korespondensi

Email: reni.swasti@uajy.ac.id

DOI 10.21107/agrointek.v18i1.18951

PENDAHULUAN

Krekers adalah salah satu makanan selingan yang mudah dijumpai dan terbuat dari bahan baku utama berupa tepung gandum. Krekers banyak dikonsumsi oleh berbagai kalangan usia, sehingga krekers dapat menjadi salah satu alternatif produk pangan fortifikasi dengan harapan dapat menjangkau banyak pihak. Salah satu bentuk pengembangan kualitas krekers adalah dengan melakukan kombinasi bahan baku krekers yaitu terigu dengan tepung tempe kacang gude dan bawang hitam.

Penggunaan terigu di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun 2018 impor gandum sebanyak 10 ton hingga tahun 2021 kebutuhan gandum sebanyak 11 ton, sehingga substitusi tepung tempe kacang gude (*Cajanus cajan*) digunakan sebagai bahan untuk penganekaragaman tepung dari bahan lokal. Substitusi tepung tempe juga diharapkan dapat menambah kandungan protein pada krekers. Kacang gude mengandung protein, lemak, karbohidrat, vitamin A, vitamin C, vitamin B1, kalsium, fosfor, dan besi.

Kacang gude yang mengalami fermentasi selama 48 jam dan perendaman 8 jam menghasilkan tempe kacang gude yang mengandung protein 16,10%, lemak 4,11%, air 68,23%, abu 1,76%, dan karbohidrat 78%, (They *et al.* 2018). Fermentasi kacang gude 48 jam menghasilkan tempe yang baik yaitu ditandai dengan meratanya miselium kapang berwarna putih yang tumbuh di permukaan tempe, tidak ada bercak hitam, dan tempe bertekstur kompak atau tidak hancur saat dipotong (Sine and Soetarto 2020). Produk biskuit menunjukkan hasil terbaik pada 20% penggunaan tepung kacang gude (Omah and Okafor 2015).

Pemberian bawang hitam pada krekers bertujuan untuk meningkatkan kandungan antioksidan. Bawang hitam adalah hasil dari proses pemanasan bawang putih. Proses pemanasan yang terjadi membuat bawang hitam mengalami peningkatan kandungan protein, lemak, kadar abu, gula (glukosa, fruktosa, sukrosa, dan maltosa), dan penurunan karbohidrat. Aroma bawang (*Allium sativum*) hitam tidak terlalu menyengat dibandingkan dengan bawang putih (Nelwida *et al.* 2019). Bawang hitam ditambahkan sebagai sumber antioksidan sesuai dengan penelitian Zhafira (2018) yang

menyatakan bawang hitam 12 hari pemanasan memiliki nilai IC₅₀ sebesar 3,48.

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui kombinasi tepung tempe kacang gude dan bawang hitam terhadap peningkatan kualitas kimia, fisik, mikrobiologi dan organoleptik krekers serta mengetahui kombinasi tepung tempe kacang gude dan bawang hitam terbaik dalam pembuatan produk krekers.

METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kacang gude yang diperoleh dari Gunungkidul Yogyakarta, bawang siung tunggal hitam, mentega, margarin, ragi, gula halus, garam, terigu, medium PCA (*Plate Count Agar*), medium PDA (*Potato Dextrose Agar*), heksana, ragi tempe, ragi roti, plastik, asam borat 4%, indikator MR-BCG, H₂SO₄ 1,25%, katalis N (K₂SO₄, CuSO₄.H₂O, TiO), serbuk DPPH, metanol absolut, HCl 0,1 N, air mineral, akuades dan NaOH 32%.

Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan krekers antara lain loyang, *oven*, penggilas adonan, alas adonan, panci, cetakan krekers, dan timbangan. Alat yang digunakan untuk uji kimia, mikrobiologi, dan fisik antara lain *oven* (Miyako), erlenmeyer, spektrofotometer (Geneys), *Laminar Air Flow* (ESCO), *color reader*, tanur, autoklaf (Hirayama Hiclave HVE-50), *centrifuge*, tabung reaksi, tabung falcon, *soxhlet*, drigalski, Buchi, inkubator (Memmert), cawan petri disposable, grinder, eksikator, pipet tetes, botol timbang, pipet ukur, propipet, mortar, alu, pinset, spatula, dan lampu spiritus.

Pengolahan *Nonflaky* Krekers

Nonflaky krekers kontrol dibuat dengan melalui proses pencampuran bahan, fermentasi, pemipihan, pencetakan, dan pemanggangan. Ragi, gula, garam, dan air hangat dicampur dan didiamkan selama 10 menit. Mentega dan margarin dicampurkan lebih dulu dalam wadah, kemudian terigu dan campuran ragi ditambahkan. Adonan diaduk hingga kalis dan difermentasikan selama 15 menit. Adonan digilas dengan *rolling pin*, dicetak dengan cetakan dan diberi lubang dengan sumpit. Adonan dipanggang pada suhu 120°C selama 45 menit. Krekers perlakuan dibuat dengan menggunakan komposisi ragi roti, garam, air, gula, mentega dan margarin yang sama dengan

kontrol. Namun, kontrol tidak ditambahkan tepung tempe gude dan bawang hitam. Perbandingan terigu:tepung tempe kacang gude:bawang hitam 100:0:0 (kontrol); 85:10:5 (A); 70:20:10 (B); dan 55:30:15 (C).

Uji Kimia, Fisik, Mikrobiologi, Organoleptik Krekers

Uji kimia yang dilakukan meliputi uji proksimat (air, abu, lemak, protein, karbohidrat) dan aktivitas antioksidan, uji fisik meliputi uji kekerasan dan warna, uji mikrobiologi meliputi uji angka lempeng total dan angka kapang khamir, dan uji organoleptik merupakan penilaian sensoris panelis.

Uji kadar air menggunakan metode gravimetri dilakukan dengan menggunakan *moisture balance* suhu 105°C, sampel dimasukkan sebanyak 2g dan diratakan. *Moisture balance* ditutup dan hasil akan tertera di layar setelah 3-5 menit.

Uji kadar abu menggunakan metode gravimetri dilakukan dengan menggunakan tanur, cawan porselen dipanaskan dengan *oven* selama 1 jam pada suhu 105°C, kemudian dimasukkan dalam eksikator selama 10 menit dan ditimbang. Sampel bawang dihaluskan dengan alu dan mortar, ditimbang sebanyak 1g dan dimasukkan dalam cawan yang telah konstan. Cawan berisi bawang hitam dipanaskan dalam tanur selama 7 jam pada suhu 550°C. Cawan porselen berisi bawang hitam ditimbang.

Uji kadar lemak dengan menggunakan metode *soxhlet*. Sampel dimasukkan dalam selongsong kertas saring dan kedua ujungnya ditutup rapat dengan kapas. Sampel dikeringkan dengan *oven* hingga didapatkan berat konstan. Sampel dimasukkan ke dalam tabung *soxhlet* dan dialiri heksana hingga tenggelam, kemudian ujung atas tabung *soxhlet* dihubungkan dengan pendingin. Ekstraksi dilakukan selama 4 jam, sampel dikeringanginkan dan dikeringkan menggunakan *oven* hingga diperoleh berat konstan.

Uji kadar protein dengan metode mikro *Kjeldahl*. Sampel bersama katalis dan H₂SO₄ pekat dimasukkan dalam labu *Kjeldahl*. Destruksi hingga larutan berwarna hijau bening. Larutan yang didestilasi dengan akuades dan NaOH ditampung dalam erlenmeyer yang berisi campuran asam borat dan indikator MR+BCG. Larutan yang telah didestilasi kemudian dititrasi

dengan HCl 0,1 N hingga diperoleh warna akhir merah muda. Volume HCl yang dibutuhkan kemudian digunakan untuk menghitung kadar proteinnya.

Uji karbohidrat dilakukan dengan metode *by difference*. Kadar karbohidrat metode ini dipengaruhi oleh perhitungan kadar protein, kadar abu, kadar lemak, dan kadar air. Kadar karbohidrat dapat diperoleh dengan cara mengurangi 100% dengan penjumlahan kadar air, abu, lemak dan protein.

Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH. Sampel krekers yang telah halus dimasukkan dalam tabung falcon dan ditambah metanol. Sampel dihomogenkan menggunakan vortex dan dipisahkan, kemudian disaring sehingga diperoleh ekstrak sampel. Ekstrak sampel sebanyak 1ml ditambah dengan 3ml larutan DPPH, campuran sampel dan DPPH dihomogenkan menggunakan vortex selama 1 menit dan diinkubasi selama 1 jam dalam keadaan gelap. Blanko disiapkan dengan cara mencampurkan 3ml larutan DPPH dengan 1ml metanol, dihomogenkan menggunakan vortex dan diinkubasi dalam kondisi gelap. Hasil diuji dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm.

Uji tekstur kekerasan krekers dilakukan dengan *Universal Testing Machine*. Alat diatur dengan kondisi *pre-load* 0,01 N, *pre-load speed* 300 mm/min dan *test speed* 10 mm/min. Kekerasan krekers ditunjukkan oleh hasil uji berupa Fmax(N), yaitu respon sampel terhadap gaya yang diberikan.

Uji kadar warna produk krekers dilakukan dengan menggunakan alat *colorimeter hunter*. Alat ditempelkan pada produk dan ditekan tombol uji hingga diperoleh 3 data yaitu data L, a, dan b. Nilai data L yang semakin tinggi menunjukkan derajat warna putihnya tinggi, nilai data a menunjukkan derajat hijau hingga merah, dan nilai data b menunjukkan derajat kuning hingga biru.

Analisis mikrobiologi yang dilakukan yaitu menghitung angka lempeng total. Krekers yang telah dihaluskan sebanyak 1g dilarutkan dalam akuades 9ml untuk pengenceran pertama. Pengenceran dilakukan hingga 10⁻³. Hasil pengenceran sebanyak 1ml dimasukkan dalam cawan petri diikuti dengan media PCA cair sebanyak 15ml. Cawan petri diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam setelah media padat. Koloni

yang tumbuh pada medium dihitung dengan *hand counter* dan dihitung.

Uji angka kapang khamir dilakukan dengan cara PDA cair hangat dimasukkan sebanyak 15ml dalam cawan petri kemudian dibiarkan memadat. Sampel sebanyak 0,1 ml yang telah diencerkan dimasukkan ke dalam cawan petri tersebut. Sampel diinkubasi selama 2 hari pada 37°C dan dihitung.

Uji kesukaan produk krekers dilakukan oleh 30 orang panelis dengan parameter penilaian meliputi rasa, aroma, warna, dan tekstur. Panelis disajikan sampel 4 perlakuan dan diminta memberikan penilaian menggunakan kuesioner yang disediakan. Kriteria penilaian diukur dengan skala nilai 1-4 (1= tidak suka, 2= agak suka, 3= suka, 4= sangat suka)

Analisis Data

Data hasil uji kimia, fisik, dan mikrobiologi krekers diolah dengan metode ANOVA (*Analysis of Variance*) dan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada tingkat kepercayaan 95%. Analisis data dilakukan dengan *software* SPSS versi 15.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Kimia Bawang Hitam dan Tepung Tempe Kacang Gude

Substitusi bawang hitam terhadap produk krekers dilakukan untuk membuat lebih mudah dan nyaman dikonsumsi sebab tidak perlu mengonsumsi bawang dalam bentuk utuh tetapi dalam bentuk kudapan yang lebih praktis. Tempe termasuk dalam salah satu bahan makanan yang mudah rusak, yaitu dapat terjadinya fermentasi

berlebih yang menyebabkan tumbuhnya jamur tempe secara tidak terkontrol (timbul miselium hitam), terasa pahit akibat pemecahan protein menjadi ammonia, dan tumbuh jamur selain jamur tempe (Astawan *et al.* 2017). Berdasarkan alasan tersebut, sehingga dibuat menjadi berbagai macam bentuk olahan tempe untuk menjaga keawetannya, salah satunya adalah menjadi tepung tempe. Tepung tempe dibuat dengan cara mengeringkan tempe menggunakan *oven*, digiling halus dengan *grinder*, dan diayak dengan ayakan mesh.

Hasil uji kimia bawang hitam dan tepung tempe kacang gude yang telah dilakukan ditunjukkan pada Tabel 1. Aktivitas antioksidan bawang dapat mengalami peningkatan setelah proses pemanasan akibat perubahan konsentrasi hidroksimetilfurfural, melanoidin, S-alil sistein, asam laktat, polifenol dan flavonoid (Setiyoningrum *et al.* 2022). Kacang-kacangan adalah sumber protein yang tinggi dan sering digunakan sebagai pengganti protein dari daging (Rahmi & Kusuma, 2020). Kadar protein tepung tempe kacang gude semakin tinggi dengan adanya proses fermentasi karena adanya gugus amino lebih banyak terlepas dari protein maupun vitamin B12 (Dewi *et al.* 2014).

Kualitas Kimia *Nonflaky* Krekers

Kadar Air

Kualitas kimia *nonflaky* krekers yang diuji meliputi kadar air, abu, protein, lemak, karbohidrat, dan aktivitas antioksidan. Kadar air krekers produk kontrol dan perlakuan mengalami penurunan yang signifikan (Tabel 2). Kadar air krekers menunjukkan hasil berbeda nyata antarperlakuan dan telah memenuhi SNI (2011), yaitu maksimal 5%.

Tabel 1 Hasil uji kimia bawang hitam dan tepung tempe kacang gude

Parameter	Bawang Hitam	Tepung Tempe Kacang Gude
Kadar air (%)	52,81	10,39
Kadar abu (%)	1,79	1,65
Kadar protein (%)	6,18	32,29
Kadar lemak (%)	4,40	2,15
Karbohidrat (%)	34,12	53,52
Aktivitas antioksidan (%)	88,92	27,77

Tabel 2 Hasil uji kimia *nonflaky* krekers

Analisis	Kombinasi terigu : tepung tempe kacang gude : bawang hitam			
	100:0:0 (K)	85:10:5 (A)	70:20:10 (B)	55:30:15 (C)
Air	3,90 ± 0,10 ^a	3,36 ± 0,06 ^b	2,69 ± 0,19 ^c	2,27 ± 0,05 ^d
Abu	1,32 ± 0,05 ^a	1,46 ± 0,05 ^b	1,62 ± 0,05 ^c	1,72 ± 0,05 ^c
Protein	7,87 ± 0,13 ^a	9,35 ± 0,02 ^b	10,67 ± 0,22 ^c	12,06 ± 0,20 ^d
Lemak	20,11 ± 0,22 ^a	20,56 ± 0,37 ^{ab}	20,89 ± 0,09 ^b	21,67 ± 0,31 ^c
Karbohidrat	66,78 ± 0,28 ^d	65,26 ± 0,43 ^c	64,10 ± 0,32 ^b	62,22 ± 0,38 ^a
Antioksidan	26,96 ± 1,47 ^a	51,25 ± 3,01 ^b	68,69 ± 4,60 ^c	81,63 ± 5,47 ^d

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak adanya beda nyata pada tingkat kepercayaan 95 %

Substitusi tepung tempe kacang gude dan bawang hitam yang semakin besar menyebabkan kadar air yang terkandung dalam krekers menjadi lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh menurunnya jumlah gluten pada adonan, sehingga kemampuan menyerap air juga menurun. Selain gluten, kadar air dipengaruhi oleh pati. Jumlah pati yang terkandung di terigu lebih tinggi dibandingkan dengan pati yang terdapat di tepung tempe maupun bawang, sehingga produk kontrol memiliki kadar air paling tinggi. Semakin tinggi kadar pati, maka semakin tinggi kemampuannya mengikat air (Harzau and Estiasih 2013).

Kadar Abu

Kadar abu krekers mengalami peningkatan seiring dengan semakin besar substitusi tepung tempe kacang gude dan bawang hitam. Hasil uji kadar abu menunjukkan adanya beda nyata pada krekers perlakuan kontrol, A, dan B atau C. Krekers perlakuan B dan C tidak ada beda nyata. Substitusi tepung tempe kacang gude memengaruhi peningkatan kadar abu krekers disebabkan kandungan abu tepung tempe kacang gude lebih besar daripada kadar abu terigu yang hanya sebesar 1,00 (David et al. 2015). Proses fermentasi pada pembuatan tempe menyebabkan zat besi yang terikat menjadi besi terlarut akibat pemecahan protein dan meningkatkan vitamin B12, yaitu vitamin yang berikatan dengan kobalt. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sine and Soetarto (2020), bahwa kobalt merupakan mineral yang dominan pada tempe gude.

Substitusi bawang hitam juga memengaruhi meningkatnya kadar abu krekers. Bawang hitam memiliki kadar abu sebesar 1,79%, lebih tinggi dibandingkan dengan kadar abu terigu. Mineral pada bawang hitam yang meningkat selama proses pemanasan antara lain kalsium, tembaga, besi, kalium, magnesium, mangan, natrium, selenium

dan fosfor. Mineral yang dominan pada bawang hitam yaitu kalium (Ryu dan Kang, 2017).

Kadar Protein

Kadar protein krekers mengalami peningkatan seiring dengan semakin besar substitusi tepung tempe kacang gude dan bawang hitam. Berdasarkan standar SNI (2011), krekers semua perlakuan telah memenuhi standar minimal kadar protein produk biskuit sebesar 5%. Substitusi tepung tempe kacang gude berpengaruh pada meningkatnya kadar protein krekers perlakuan. Hal ini disebabkan oleh kadar protein tepung tempe kacang gude yaitu sebesar 32,29% lebih tinggi dari kadar protein terigu 10,23% (David et al. 2015), sehingga semakin banyak tepung tempe kacang gude yang digunakan maka kadar protein krekers juga semakin meningkat. Asam amino kacang gude yang dominan antara lain asam glutamat, asam aspartat dan arginin (Olanami et al. 2022).

Substitusi bawang hitam tidak memberi dampak yang begitu besar terhadap kadar protein krekers. Hal ini disebabkan oleh kadar protein bawang hitam yang lebih rendah dari terigu. Bawang hitam yang ditambahkan hanya sedikit, sehingga kadar protein yang disumbangkan oleh substitusi tepung tempe kacang gude mampu mengisi berkurangnya protein krekers akibat substitusi bawang terhadap terigu.

Kadar Lemak

Kadar lemak mengalami peningkatan sering dengan bertambahnya substitusi tepung tempe kacang gude dan bawang hitam. Tepung tempe kacang gude mengandung lemak sebanyak 2,15%, lebih banyak dari lemak terigu sebesar 1,33% (David et al. 2015). Semakin banyak tepung tempe kacang gude yang digunakan sebagai pengganti terigu semakin meningkat kadar lemak produk.

Asam lemak yang dominan pada kacang gude adalah asam linoleat (Tiwari and Singh 2012).

Substitusi bawang hitam juga memberi pengaruh pada meningkatnya kadar lemak krekers. Bawang hitam mengandung lemak sebanyak 4,40% lebih tinggi daripada kadar lemak terigu, sehingga semakin banyak bawang hitam ditambahkan terigu yang digunakan semakin sedikit dan kadar lemak menjadi meningkat. Asam lemak yang mendominasi bawang antara lain asam linoleat, asam palmitat dan oleat (Lim, 2015). Asam linoleat termasuk omega-6 yang dapat membantuk mengontrol tekanan darah dan mengurangi resiko diabetes (Siddiq and Uebersax 2018).

Kadar Karbohidrat

Kadar protein krekers mengalami penurunan seiring dengan semakin besar substitusi tepung tempe kacang gude dan bawang hitam. Kadar karbohidrat yang dihitung dengan metode *by difference* akan berhubungan dengan nilai gizi senyawa yang lain. Komponen gizi yang memengaruhi karbohidrat adalah air, abu, lemak dan protein. Karbohidrat krekers yang semakin menurun berkaitan dengan semakin meningkatnya kadar abu, lemak, dan protein.

Substitusi tepung tempe kacang gude berpengaruh pada menurunnya kadar karbohidrat krekers. Tepung tempe kacang gude memiliki kadar karbohidrat sebesar 53,52%, sedangkan terigu menurut David *et al.* (2015) memiliki kadar karbohidrat sebesar 83,60%. Substitusi bawang hitam juga berpengaruh pada menurunnya kadar karbohidrat krekers, dikarenakan kadar karbohidrat pada bawang hitam hasil penelitian hanya sebesar 34,12%. Semakin banyak proporsi terigu yang digantikan oleh tepung tempe kacang gude dan bawang hitam menyebabkan semakin menurunnya kadar karbohidrat pada krekers.

Aktivitas Antioksidan

Kadar protein krekers mengalami peningkatan seiring dengan semakin besar substitusi tepung tempe kacang gude dan bawang hitam. Tempe gude mengandung senyawa saponin dan flavonoid. Fermentasi pada proses pembuatan tempe meningkatkan aktivitas antioksidan karena genistin dan daidzin berubah menjadi isoflavon aglikon yaitu genistein dan daidzein, senyawa turunan yang memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi. Terbentuknya aglikon selama fermentasi

tempe disebabkan adanya aktivitas hidrolitik enzim β -glukosidase yang diproduksi oleh *Rhizopus* sp. (Widoyo *et al.* 2015). Aktivitas antioksidan tempe gude juga dipengaruhi oleh terbentuknya peptide bioaktif selama fermentasi.

Substitusi bawang hitam pada krekers perlakuan berpengaruh pada meningkatnya aktivitas antioksidan produk krekers. Kapasitas antioksidan bawang yang tinggi dipengaruhi oleh meningkatnya flavonoid, polifenol (Zhafira 2020) dan S-alil sistein (Agustina *et al.* 2020). Flavonoid yang mengalami peningkatan pada bawang hitam adalah jenis kuersetin yang meningkat 0,7mg dan rutin yang meningkat 1248mg. Total fenol yang mengalami peningkatan adalah asam kafeat sebesar 1,0mg dan asam tanat sebesar 768mg. S-alil sistein (SAC) meningkat 9,1mg (Ryu and Kang 2017).

Total fenol meningkat disebabkan terjadinya permeabilitas dinding sel akibat kenaikan suhu, sehingga kelarutan meningkat dan senyawa fenolik yang terdifusi (Suwarsih *et al.* 2020). Tanin memiliki gugus hidroksil dan karboksil yang berperan sebagai penangkal radikal bebas. S-alil sistein merupakan senyawa antioksidan yang terbentuk oleh perubahan senyawa *allicin* bawang putih (Agustina *et al.* 2020).

Kualitas Fisik Nonflaky Krekers

Tekstur Krekers

Kekerasan krekers ditunjukkan pada Tabel 3. Substitusi tepung tempe kacang gude dan bawang hitam berpengaruh pada menurunnya kekerasan pada produk krekers. Semakin banyak bahan pengganti terigu dalam pembuatan krekers menyebabkan terigu yang digunakan semakin sedikit, sehingga kandungan glutennya menurun. Keberadaan gluten membuat krekers memiliki struktur yang lebih kokoh karena terbentuknya jaringan berongga adonan saat pemanggangan yang diakibatkan oleh sifat gluten yang mampu menahan gas. Gas karbondioksida yang terbentuk saat proses pengadukan adonan akan terperangkap dan membesar, menyebabkan dinding sel turut membesar dan mengeras saat pemanggangan (Gisslen 2009). Pembentukan bentuk kokoh oleh gluten dipengaruhi oleh adanya ikatan disulfida, ikatan ionik dan ikatan hidrogen pada struktur tiga dimensi (Fox and Condon 1982).

Tabel 3 Hasil uji fisik *nonflaky* krekers

Analisis	Kombinasi terigu : tepung tempe kacang gude : bawang hitam			
	100:0:0 (K)	85:10:5 (A)	70:20:10 (B)	55:30:15 (C)
Kekerasan (N)	15,28 ± 1,45 ^c	10,64 ± 1,17 ^b	8,16 ± 0,89 ^a	6,57 ± 0,20 ^a
Warna	Putih	Putih	Oranye kekuningan	Oranye kekuningan

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak adanya beda nyata pada tingkat kepercayaan 95 %.



Gambar 1 Tampilan patahan dan warna *nonflaky* krekers dengan kombinasi terigu : tepung tempe kacang gude : bawang hitam sebesar 100:0:0 (K), 85:10:5 (A), 70:20:10 (B) dan 55:30:15 (C)

Warna Krekers

Warna krekers hasil penelitian ditunjukkan pada Tabel 3. Substitusi tepung tempe kacang gude dan bawang hitam ke dalam krekers perlakuan yang semakin banyak berdampak pada semakin gelapnya warna krekers. Perubahan warna ini dapat disebabkan oleh terjadinya reaksi *Maillard*, yaitu reaksi yang terjadi antara gugus amino dan gugus karbonil akibat pemanasan. Reaksi akhir dari *Maillard* yaitu melanoidin, pembentuk pigmen berwarna coklat (Estiasih *et al.* 2022).

Bawang hitam mengandung banyak gula pereduksi sebagai hasil dari hidrolisis polisakarida selama pemanasan (Nelwida *et al.* 2019). Selain itu, protein tepung tempe kacang gude hasil uji pada penelitian ini menunjukkan kadar protein yang tinggi. Bereaksinya gugus amino dari asam amino dan gugus karbonil dari gula pereduksi ini menyebabkan reaksi *Maillard* terus berlangsung, sehingga timbul warna gelap pada krekers. Bawang hitam yang ditambahkan akan memberikan sedikit sekali bercak hitam pada krekers. Penampakan krekers kontrol dan tiga perlakuan hasil penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

Kualitas Mikrobiologi *Nonflaky* Krekers

Angka Lempeng Total

Angka lempeng total krekers, telah memenuhi standar SNI (2011), yaitu maksimal angka lempeng total pada krekers 1×10^4 CFU/g. Substitusi tepung tempe kacang gude dapat berpengaruh pada meningkatnya angka lempeng total. *Klebsiella* sp. adalah bakteri yang ditemukan

pada tempe (Okada 1989). Spesies ini termasuk dalam golongan bakteri termofilik yaitu dapat hidup pada suhu tinggi (Bhatia and Sharma 2012). Hal ini dapat menjadi penyebab meningkatnya angka lempeng total, yaitu adanya bakteri tahan panas yang tidak mati selama pemanggangan.

Kadar protein dan abu krekers meningkat seiring dengan substitusi tepung tempe kacang gude. Keberadaan kandungan gizi tersebut termasuk dalam faktor intrinsik pertumbuhan bakteri. Bakteri membutuhkan sejumlah besar senyawa organik dan sedikit nonorganik bagi pertumbuhannya sebagai sumber energi, bahan pembuatan struktural dan protoplasma (Hayes 1995).

Asam amino oleh sel mikroba digunakan sebagai bahan mensintesis energi, komponen seluler, dan berbagai produk sampingan. Produk sampingan tersebut dapat berupa racun penyebab kerusakan makanan. Kandungan mineral yang dibutuhkan bakteri untuk bertumbuh antara lain karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfur, fosfat, besi, magnesium, kalium dan kalsium (Hayes 1995).

Substitusi bawang hitam berpengaruh pada meningkatnya angka lempeng total. ALT krekers dipengaruhi oleh bawang hitam karena berdampak terhadap meningkatnya kandungan gizi abu. Bakteri yang ditemukan pada bawang hitam antara lain *Bacillus altitudinis*, *Bacillus methylatrophicus*, *Bacillus siamensis*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus macroides* dan *Bacillus aryabhatai* (Qiu *et al.* 2017). Spesies *Bacillus* termasuk ke dalam bakteri termofilik (Nascimento

and Martins 2004), sehingga peningkatan nilai lempeng total bisa disebabkan oleh keberadaan bakteri tahan panas yang tidak mati setelah pemanggangan.

Angka Kapang Khamir

Angka kapang khamir krekers (Tabel 4), telah memenuhi SNI (2011) tentang maksimal keberadaan kapang khamir pada krekers yaitu sebanyak 2×10^2 CFU/g. Substitusi tepung tempe kacang gude berpengaruh terhadap meningkatnya angka kapang khamir dapat disebabkan oleh ketersediaan protein sebagai sumber makanan. Tepung tempe kacang gude diketahui memiliki kandungan protein yang lebih tinggi, sehingga semakin banyak substitusi tepung tempe pada krekers semakin tinggi kadar protein dalam produk. Kapang membutuhkan pati, oligosakarida dan monosakarida sebagai sumber karbon dan membutuhkan protein, asam amino serta asam urea sebagai sumber nitrogen (Chen et al. 2022).

Pada tempe kapang sejenis *Rhizopus* sengaja ditambahkan dan membentuk miselia putih yang menyelimuti permukaan tempe. Kapang yang dapat ditemukan pada tempe antara lain *Trichosporon* sp. dan *Candida* sp. (Feng et al. 2006). Kedua kapang tersebut termasuk ke dalam jenis kapang yang tahan panas (Wang et al. 2021). Kapang pada krekers juga dapat disebabkan oleh kontaminasi setelah pemanggangan yang berasal dari udara saat pendinginan (Damat et al. 2018).

Substitusi bawang hitam berpengaruh terhadap meningkatnya angka kapang khamir dapat disebabkan oleh keberadaan sumber makanan. Kapang tumbuh pada makanan tinggi karbohidrat dan khamir tumbuh baik pada makanan tinggi glukosa. Bawang hitam menyediakan banyak glukosa dari proses hidrolisis selama pemanasan (Nelwida et al. 2019).

Uji Organoleptik

Rasa krekers dipengaruhi oleh tepung tempe dan bawang hitam yaitu semakin banyak substitusi tepung tempe kacang gude dan bawang hitam dapat meningkatkan kesukaan panelis, namun kurang suka jika substitusi terlalu banyak (Tabel 5). Bawang hitam berkontribusi terhadap perubahan rasa krekers berupa rasa khas bawang, manis dan asam. Rasa manis dari bawang hitam dipengaruhi oleh meningkatnya kadar arabinosa, galaktosa, glukosa, fruktosa, sukrosa, dan maltosa selama proses pemanasan (Ryu and Kang 2017), sedangkan rasa asam dipengaruhi oleh menurunnya pH bawang hitam akibat pemanasan (Zhafira 2018). Tepung tempe kacang gude dan bawang hitam yang ditambahkan meninggalkan *aftertaste* sedikit pahit pada krekers, hal ini disebabkan oleh terbentuknya melanoidin akibat reaksi *Maillard* (Suwarsih et al. 2020).

Tabel 4 Hasil uji mikrobiologi *nonflaky* krekers

Analisis	Kombinasi terigu : tepung tempe kacang gude : bawang hitam			
	100:0:0 (K)	85:10:5 (A)	70:20:10 (B)	55:30:15 (C)
ALT (CFU/g))	$5,33 \times 10^1 \pm 30,55^a$	$1,7 \times 10^2 \pm 52,91^a$	$5,9 \times 10^2 \pm 127,67^b$	$1,35 \times 10^3 \pm 270,24^c$
AKK(CFU/g)	$2,66 \times 10^1 \pm 25,16^a$	$7,6 \times 10^1 \pm 5,77^b$	$9,3 \times 10^1 \pm 15,27^b$	$1,63 \times 10^2 \pm 25,16^c$

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak adanya beda nyata pada tingkat kepercayaan 95 %.

Tabel 5 Hasil uji organoleptik *nonflaky* krekers kombinasi tepung tempe kacang gude dan bawang hitam

Kombinasi Terigu: Tepung Tempe Kacang Gude: Bawang Hitam	Rasa	Tekstur	Aroma	Warna	Rata-rata	Peringkat
100:0:0 (K)	2,43	2,63	2,46	2,93	2,61	3
85:10:5 (A)	3,13	2,93	3,13	3,36	3,13	1
70:20:10 (B)	2,83	2,76	2,9	2,43	2,73	2
55:30:15 (C)	1,56	1,66	1,5	1,26	1,49	4

Tekstur dipengaruhi oleh kandungan gluten, yaitu berperan dalam pembentukan jaringan kuat dan elastis yang dapat membentuk rongga dan struktur kokoh pada produk. Krekers perlakuan C memiliki kandungan gluten paling rendah dan bersifat mudah patah. Hal ini dapat menjadi penyebab krekers perlakuan C kurang disukai panelis, yaitu sifatnya yang terlalu remah.

Aroma termasuk menjadi salah satu indikator yang dinilai secara sensori oleh panelis. Substitusi tepung tempe kacang gude dan bawang hitam pada krekers berkontribusi terhadap nilai kesukaan panelis terhadap aroma krekers namun menurun jika substitusi terlalu banyak. Substitusi tepung tempe kacang gude memberikan aroma langu terhadap krekers disebabkan oleh aktivitas enzim lipoksigenase yang terdapat pada tepung kacang-kacangan, enzim ini menghidrolisis asam lemak tak jenuh menghasilkan senyawa volatil (Fitriana and Setiadi 2017). Substitusi bawang hitam memberikan aroma khas bawang yang tidak lagi menyengat dikarenakan adanya perubahan senyawa *allicin*, pembentuk aroma bawang putih menjadi S-alil sistein (Nelwida et al. 2019). Aroma khas bawang dapat menyamarkan aroma langu pada tepung tempe kacang gude.

Warna pada produk pangan merupakan daya tarik penting untuk menarik konsumen. Warna seringkali dinilai untuk menggambarkan cita rasa makanan. Substitusi tepung tempe kacang gude dan bawang hitam terhadap krekers perlakuan menyebabkan warna krekers yang semakin gelap. Warna krekers yang terlalu gelap memberikan persepsi rasa pahit (Spence and Levitan 2021), sehingga kurang disukai panelis. Berdasarkan semua parameter uji organoleptik produk krekers paling disukai adalah krekers perlakuan A, diikuti oleh krekers perlakuan B, krekers kontrol, dan krekers perlakuan C.

KESIMPULAN

Substitusi tepung tempe kacang gude dan bawang hitam pada pembuatan krekers menyebabkan terjadinya peningkatan kadar abu, kadar lemak, kadar protein, aktivitas antioksidan; penurunan kadar air, kadar karbohidrat, dan kekerasan; perubahan warna krekers menjadi lebih gelap; nilai angka lempeng total dan angka kapang khamir yang meningkat; serta meningkatkan kesukaan panelis terhadap rasa, aroma, warna, dan tekstur pada takaran yang sesuai. Kombinasi yang paling tepat untuk menghasilkan krekers terbaik adalah pada produk

krekers perlakuan A, dengan perbandingan terigu 85% : tepung tempe kacang gude 10% : bawang hitam 5%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Dosen Pembimbing Utama, Dosen Pembimbing Pendamping dan Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, E., Andiarna, F., Hidayati, I. 2020. Uji aktivitas antioksidan ekstrak bawang hitam (black garlic) dengan variasi lama pemanasan. *Al-Kauniah: Jurnal Biologi*, 13(1), 39-50. doi: 10.15408/kauniah.v13i1.12114
- Astawan, M., Wresdiyati, T., Maknun, L. 2017. Tempe Sumber Zat Gizi dan Komponen Bioaktif untuk Kesehatan. IPB Press, Bogor.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. SNI 2973:2011 Tentang Biskuit. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Bhatia, S., Sharma, D.K. 2012. Thermophilic desulfurization of dibenzothiophene and different petroleum oils by *Klebsiella* sp. 13T. *Environmental Science and Pollution Research*, 19(8), 3491–3497. <https://doi.org/10.1007/s11356-012-0884-2>
- Media SA.
- Chen, W., Lu, X., Tran, V.T., Maruyama, J.I., Han, K.H., Yu, J.H. 2022. From Traditional to Modern: Progress of Mold and Yeasts in Fermented Food Production. *Frontiers Media SA*.
- Damar, D., Ta'in, A., Saati, E.A., Sudibyo, R.P., Wijaya, R., Putri, D.N. 2018. Teknik Pembuatan Roti Manis Fungsional. Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- David, O., Arthur, E., Kwadwo, S.O., Badu, E., Sakyi, P., Student, P.G. 2015. Proximate Composition and Some Functional Properties of Soft Wheat Flour. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 4(2), 753-758. doi: 10.15680/IJRSET.2015.0402097
- Dewi, I.W.R., Anam, C., Widiowati, E. 2014. Karakteristik sensoris, nilai gizi dan

- aktivitas antioksidan tempe kacang gude (*Cajanus cajan*) dan tempe kacang tunggak (*Vigna unguiculata*) dengan berbagai variasi waktu fermentasi. *Biofarmasi*, 12(2), 73–82.
- Estiasih, T., Harijono, Waziroh, E., Fibrianto. 2022. Kimia dan Fisik Pangan. Bumi Aksara, Jakarta.
- Feng, X.M. 2006. Microbial dynamics during barley tempeh fermentation. Tesis. Swedish University of Agricultural.
- Fitriana, D.I.N., Setiadi, Y. 2017. Analisis kadar serat pada snack bar dengan berbagai komposisi tepung beras hitam (*Oryza sativa L*) dan tepung kacang merah (*Phaseolus vulgaris L*). *Jurnal Riset Gizi*, 5(1), 1-7. doi: 10.31983/JRG.V511.4316
- Fox, P.F. Condon, J.J. 1982. Food Proteins. Springer, Cork.
- Gisslen, W. 2009. Professional Baking. Wiley, Hoboken.
- Harzau, H., Estiasih, T. 2013. Karakteristik cookies umbi inferior uwi putih (kajian proporsi tepung uwi: pati jagung dan substitusimargarin). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 1(1), 138–147.
- Hayes, P.R. 1995. Food Microbiology and Hygiene. Chapman and Hall, London.
- Lim, T.K. 2015. Edible Medicinal and Non Medicinal Plants. Springer, Dordrecht.
- Nascimento, W.C.A.D., Martins, M.L.L. 2004. Production and properties of an extracellular protease from thermophilic *Bacillus* sp. *Brazilian Journal of Microbiology*, 35(1), 91–96.
- Nelwida, N., Berliana, B., Nurhayati, N. 2019. Kandungan nutrisi *black garlic* hasil pemanasan dengan waktu berbeda. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 22(1), 53–64.
- Okada, N. 1989. Role of microorganisms in tempeh manufacture. *Jarq*, 22(4), 310–316.
- Olahanmi, S.J., Jayas, D.S., Paliwal, J. 2022. Implications of blending pulse and wheat flours on rheology and quality characteristics of baked goods. *Foods*, 11(1), 3287–3309.
- Omah, E.C., Okafor, G.I. 2015. Selected functional properties, proximate composition of flours and sensory characteristics of cookies from wheat and millet-pigeon pea flour blends. *Paksitan Journal of Nutrition*, 14(9), 581–585.
- Qiu, Z., Lu, X., Li, N., Zhang, M., Qiao, X. 2017. Characterization of garlic endophytes isolated from the black garlic processing. *Mircobiology Open*, 7(1), 1–11.
- Rahmi, Y., Kusuma, T.S. 2020. Ilmu Bahan Makanan. UB Press, Malang.
- Ryu, J.H., Kang, D. 2017. Physicochemical properties, biological activity, health benefits, and general limitations of aged black garlic: A review. In *Molecules*, 22(919), 1-14. doi: 10.3390/molecules22060919
- Setiyoningrum, F., Priadi, G., Afiati, F. 2022. Chemical properties of solo black garlic fermented by *Saccharomyces cerevisiae*. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 976(1), 1–7.
- Siddiq, M., Uebersax, M.A. 2018. Handbook Vegetables and Vegetables Processing. Wiley, Hoboken.
- Sine, Y., Soetarto, E.S. 2020. Kualitas morfologi dan lama waktu fermentas. *Jurnal Pendidikan Dan Sains Biologi*, 3(3), 96–102.
- Spence, C., Levitan, C.A. 2021. Explaining crossmodal correspondences between colours and tastes. *I-Perception*, 12(3), 1-28. Doi: 10.1177/20416695211018223.
- Suwarsih, S., Wulandari, Y.W., Widanti, Y.A. 2020. Aktivitas antioksidan black garlic dengan variasi jenis bawang (*Allium* sp) dan lama pemeraman. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Industri Pangan Unisri*, 5(1), 67-78.
- They, M.K., Refli, Ruma, M.T.L. 2018. The effect of long term immersion and long term fermentation on the nutritional values of pigeon pea tempe (*Cajanus cajan*). *Jurnal Biotropikal Sains*, 15(1), 82–91.
- Tiwari, B.K., Singh, N. 2012. Pulse Chemistry and Technology. Chemistry, Cambridge.
- Wang, K., Ma, X., Yin, X., Wu, C., Wang, Z., Wu, Y., Tian, Y. 2021. Difference and interplay of microbial communities, metabolic functions, trophic modes and influence factors between sludge and bulking agent in a composting matrix. *Bioresource Technology*, 336(1), 1–31. doi:10.1016/j.biortech.2021.125085.

- Widoyo, S., Handajani, S., Nandariyah. 2015. Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar serat kasar dan aktivitas antioksidan tempe beberapa varietas kedelai. *Biofarmasi*, 13(2), 59–65.
- Zhafira, R. 2018. Pengaruh lama aging terhadap sifat fisik, kimai, dan aktivitas antioksidan produk bawang hitam lanang. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 6(1), 34-42.