

Perbandingan Tepung Talas Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) Termodifikasi dan Tepung Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris*) terhadap Karakteristik *Non-Flaky Crackers*

Comparison of Modified Cocoyam (*Xanthosoma Sagittifolium*) Flour and Red Bean (*Phaseolus Vulgaris*) Flour on the Characteristics of *Non-Flaky Crackers*

Anna Yasmin Saragih, Anak Agung Istri Sri Wiadnyani*, I Wayan Rai Widarta

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran, Badung-Bali, Indonesia

*Penulis korepondensi: Anak Agung Istri Sri Wiadnyani, e-mail: sriwiadnyani@unud.ac.id

Abstract

Non-flaky crackers are crackers that are not layered inside. Generally, crackers which are made from wheat flour have a low fiber content, cocoyam autoclaving-cooling modified flour can be used as a substitute for wheat flour to increase dietary fiber. Cocoyam modified flour has a low protein content, so red bean flour needs to be added to increase protein content of crackers. The purpose of this study is to determine the effect of the ratio of modified cocoyam flour and red bean flour on non-flaky crackers and to obtain non-flaky crackers with the best characteristic. The research design of this study is completely randomized design with 5 treatment levels, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, and 50:50 repeated 3 times to obtain 15 experimental units. The data obtained was analyzed by ANOVA, then proceed with DMRT test. The results showed that the comparison of modified cocoyam flour and red bean flour had a significant influence ($P < 0,05$) on chemical properties including water content, texture tests including hardness, fracture, crunchiness, chewiness, cohesiveness, color test including L^* , a^* , b^* , browning index, hedonic test including color, texture, taste, overall acceptance. The best treatment was the comparison of 70% modified cocoyam flour and 30% red bean flour with hardness 75,70 N, fracture 4,87 N, crunchiness 37,50 Nmm, chewiness 27,88 N, cohesiveness 0,45, water content 2,71%, ash content 3,89%, protein content 9,74%, fat content 0,17%, carbohydrate content 83,49%, dietary fiber content 4,88%, resistant starch content 3,95%, browning index 68,55 ($L^* 48,00$; $a^* 7,30$; $b^* 34,83$), the color is like slightly, the aroma is neutral, the texture is like slightly, the taste is like slightly, and the overall acceptance is like slightly.

Keywords: *Non-Flaky Crackers, Cocoyam Modified Flour, Red Bean Flour*

PENDAHULUAN

Crackers merupakan kudapan jenis biskuit yang dalam pembuatannya memerlukan proses fermentasi atau tidak, melalui proses laminasi sehingga menghasilkan bentuk pipih (BSN, 2018), dan cenderung memiliki rasa asin (Skyles dan Davidson, 2020). Berdasarkan metode pembuatan dan formulasinya, jenis *crackers* yang paling umum terdiri dari *soda crackers*, *cream crackers*, dan *chemically leavened*

crackers (Natacia, 2021). Apabila diklasifikasikan berdasarkan lapisannya, *crackers* terdiri dari *flaky crackers* yang bagian dalamnya berlapis-lapis dan *non-flaky crackers* yang bagian dalamnya tidak berlapis-lapis (Picauly & Tetelepta, 2016). *Crackers* digemari oleh berbagai kalangan usia karena kandungan karbohidrat yang tinggi sehingga seringkali dikonsumsi sebagai kudapan. Hal tersebut diperkuat oleh data Statista (2022) bahwa volume distribusi

terbesar makanan ringan di Indonesia pada tahun 2021 masih ditempati oleh kategori *cookies* dan *crackers* dengan persentase sebesar 85% (1,087 juta kg).

Bahan baku utama *crackers* adalah terigu, sedangkan terigu merupakan produk impor yang mengandung gluten yang tinggi sehingga tidak dapat dikonsumsi oleh penderita alergi gluten. Bahan baku utama tersebut dapat disubstitusi dengan sumber karbohidrat yang lainnya, salah satunya adalah umbi minor lokal yang berasal dari Bali yaitu talas kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) atau yang dikenal sebagai keladi. Talas kimpul mengandung karbohidrat cukup tinggi, yaitu sebesar 70,73% (Ridal, 2003). Pemanfaatan talas kimpul di Bali belum maksimal, padahal talas kimpul dapat diolah menjadi tepung yang merupakan olahan intermediet untuk bahan baku produk *crackers*. Namun, talas kimpul memiliki kekurangan, yaitu tidak tahan terhadap suhu panas (Mayasinta, 2020), sifatnya terlalu lengket, serta kelarutannya rendah (Widiawan *et al.*, 2013). Modifikasi *autoclaving-cooling* dapat memperbaiki sifat fisik tepung talas kimpul sehingga meningkatkan kadar amilosa dan kelarutan, serta menurunkan swelling power (Wiadnyani *et al.*, 2017) sehingga lebih tahan panas dan stabil saat diaplikasikan dalam produk pangan.

Tepung talas kimpul termodifikasi *autoclaving-cooling* juga dapat meningkatkan sifat fungsional *crackers*

yang umumnya rendah serat, dimana *crackers* dengan bahan baku terigu hanya mengandung serat kasar sebesar 0,37% (Dewita *et al.*, 2013). Wiadnyani *et al.* (2017) menyatakan pati talas kimpul dengan modifikasi *autoclaving-cooling* 2 siklus dapat meningkatkan pati resisten hingga 3,5 kali lipat. Pati resisten adalah semua jenis pati serta produk degradasi pati yang tidak dapat diserap dan dicerna dalam saluran pencernaan, sehingga digolongkan sebagai sumber serat pangan (Okoniewska & Witwer, 2007). Serat pangan berperan dalam memelihara mikroba baik dalam usus sehingga mikroba akan memecah asam yang merangsang aktivitas sel-sel imun di masa pasca covid saat ini (Putri, 2021). Peningkatan kadar serat pangan dapat menyebabkan tekstur keras dan padat yang kurang disukai, tetapi tepung dengan serat pangan golongan pati resisten dapat meningkatkan kerenyahan (Cakrawati & Mujdalipah, 2014). Kelemahan dari tepung talas kimpul termodifikasi adalah rendahnya kandungan protein, dimana kandungan protein talas kimpul hanya 2,81% (Jatmiko & Estiasih, 2014) dibandingkan dengan terigu jenis *soft wheat flour* yaitu antara 8,5%-10% (Sugiyono *et al.*, 2013). Kandungan protein tersebut dapat ditingkatkan dengan penambahan tepung kacang merah.

Kacang merah memiliki kandungan protein tertinggi kedua setelah kacang kedelai, yaitu sebesar 24,37 % (USDA,

2007). Selain itu, kacang merah juga mengandung asam amino esensial, antara lain lisin 72 mg/g, metionin 10,56 mg/g, dan triptofan 10,08 mg/g (Annisaa & Afifah, 2015). Kacang merah juga mudah ditemukan dan harganya relatif lebih murah dibandingkan kacang kedelai. Pemanfaatan tepung kacang merah yang tinggi protein juga dapat melengkapi nilai gizi dari *crackers* sebagai sumber protein (Winarsi, 2010), sehingga penambahan tepung kacang merah dapat meningkatkan nilai gizi protein *non-flaky crackers*. Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu adanya formulasi tepung talas kimpul termodifikasi dan tepung kacang merah yang tepat untuk pembuatan *non-flaky crackers*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan tepung talas kimpul termodifikasi dan tepung kacang merah terhadap karakteristik *non-flaky crackers*. Hasil dari penelitian ini juga diharapkan menjadi salah satu produk kudapan *crackers* sebagai sumber serat pangan dan protein yang menggunakan pangan lokal Bali.

METODE

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan adalah talas kimpul berumur 6 bulan setelah panen dari Pasar Badung, Kec. Denpasar Barat, Denpasar, Bali, kacang merah kering dari Toko Berkat Jimbaran Kec. Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali, air, tepung maizena merek Maizenaku, ragi

instan merek Fermipan, gula halus merek Rose Brand, salted butter merek Anchor, baking soda merek Koepoe Koepoe, garam. Untuk bahan kimia yang diperlukan antara lain: aquades, tablet kjeldahl, H₂SO₄ pekat, indikator PP, H₃BO₃ 3%, NaOH 50%, HCl 0,1 N, pelarut heksana, larutan buffer phospat 0,1 M pH 7, NaOH 1 N, ethanol, acetone, enzim alpha amilase, enzim pepsin 1%, enzim beta amilase, NaOH 45% dan HCl 25%.

Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan adalah pisau, baskom, slicer, dehydrator merek Getra, sendok, timbangan analitik merek Ohaus, ayakan 80 mesh merek Retsch, botol semprot, plastik HDPE merek Indomaret, laboratory refrigerator merek Bio Base, autoklaf merek Hirayama Hve-50, spatula solet, wadah tertutup, rolling pin, gelas ukur, penggiling pasta merek Atlas Q2, alas adonan kue merek Goto, gelas, baking paper, gunting, plastik, oven merek Mito, blender merek Miyako, aluminium foil, kompor, wajan, loyang, dry oven merek Glotech, cawan porselen, erlenmeyer, tabung reaksi, tanur merek Wisetherm, desikator, kertas saring, benang wol, soxhlet, labu lemak, lembar kuesioner, tabung reaksi, gelas beaker, destruktur, destilator merek Behrotest, buret, pipet tetes, texture analyzer merek Lloyd tipe TA1, pipet tetes, pipet volum, dan bola hisap, aplikasi *Colorimeter*.

Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap dengan perlakuan perbandingan konsentrasi tepung talas kimpul termodifikasi dan tepung kacang merah yang digunakan, yaitu C1= 90:10, C2= 80:20, C3= 70:30, C4= 60:40, C5= 50:50. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 15 unit percobaan.

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan Tepung Talas Kimpul Termodifikasi

Diawali dengan pembuatan tepung talas kimpul alami berdasarkan Yanti (2014). Selanjutnya dilakukan pembuatan tepung talas kimpul termodifikasi berdasarkan penelitian Wiadnyani *et al.* (2017). Modifikasi tepung diawali dengan pengaturan kadar air sebesar 20% pada tepung talas kimpul alami. Pengaturan kadar air dilakukan dengan penyemprotan aquades dan pengadukan hingga merata di wadah. Kemudian tepung yang kadar airnya sudah 20. Kemudian didinginkan di dalam refrigerator pada suhu 4°C selama 12 jam guna meratakan penyebaran air pada tepung. Setelah didinginkan, dilakukan pemanasan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah itu tepung didinginkan pada suhu ruang selama 1 jam.

Kemudian tepung diretrogradasi dengan didinginkan di refrigerator pada suhu 4°C selama 24 jam dan dilakukan proses modifikasi sebanyak 2 siklus. Setelah itu dilanjutkan dengan pengeringan pada suhu 50°C selama 4 jam menggunakan oven pengering. Tepung yang sudah kering selanjutnya digiling dan diayak menggunakan ayakan ukuran 80 mesh.

Pembuatan Tepung Kacang Merah

Pembuatan tepung kacang merah berdasarkan penelitian Pangastuti *et al.* (2013) yang dimodifikasi. Proses awal dimulai dari pencucian kacang merah dengan air yang mengalir. Kemudian dilakukan perendaman kacang merah selama 24 jam dengan perbandingan kacang merah dan air 1: 5 (b/v). Setelah direndam kacang merah ditiriskan selama 10 menit yang selanjutnya dikeringkan menggunakan oven selama 24 jam dengan suhu 60°C. Selanjutnya dilakukan penggilingan kacang merah kering menggunakan blender dan diayak dengan ayakan 80 mesh.

Pembuatan *Non-flaky crackers*

Pembuatan *Non-flaky crackers* ini merujuk pada penelitian Sabir *et al.* (2020) dengan modifikasi. Diawali dengan pencampuran air dan ragi instan yang didiamkan selama 10 menit.

Tabel 1. Nilai rata-rata kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar serat pangan, dan kadar karbohidrat pada tepung talas termodifikasi (TTT) dan tepung kacang merah (TKM)

Karakteristik Kimia	TTT	TKM
Kadar Air (%)	9,08 ± 0,01 ^b	6,15 ± 0,15 ^a
Kadar Abu (%)	2,54 ± 0,23 ^a	3,37 ± 0,06 ^b
Kadar Protein (%)	5,09 ± 0,42 ^a	19,17 ± 0,10 ^b
Kadar Lemak (%)	0,52 ± 0,02 ^a	3,17 ± 0,04 ^b
Kadar Serat Pangan (%)	7,13 ± 0,02 ^b	6,09 ± 0,27 ^a
Kadar Karbohidrat (%)	82,81 ± 0,46 ^b	68,18 ± 0,22 ^a

Keterangan: Nilai rata-rata ± standar deviasi (ulangan n=3)

TTT= Tepung Talas Termodifikasi

TKM = Tepung Kacang Merah

Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perlakuan berbeda nyata (P<0,05)

Selanjutnya dilakukan pencampuran seluruh bahan tepung sesuai perlakuan dengan bahan tambahan, yaitu tepung maizena, garam, gula halus dan *baking soda* hingga merata dengan cara diaduk menggunakan spatula solet. Selanjutnya ditambahkan campuran ragi instan dan air diikuti dengan *salted butter* cair dan diaduk kembali. Setelah itu, adonan difermentasi selama 30 menit. Lalu adonan dilaminasi dengan menggunakan penggiling pasta sampai tipis dengan ketebalan kurang lebih 0,1 cm, dicetak menggunakan cetakan, dan dibuat lubang menggunakan tusuk gigi. Selanjutnya dipanggang *non-flaky crackers* menggunakan oven pada suhu 160°C selama 25 menit dengan api atas bawah. *Non-flaky crackers* yang telah dipanggang didinginkan di *cooling rack*.

Parameter yang diamati

Parameter yang diamati pada karakterisasi bahan baku yaitu tepung talas kimpul termodifikasi dan tepung kacang merah berupa karakteristik kimia, antara lain kadar air (Sudarmadji *et al.*, 1997), kadar abu (AOAC,1995), kadar protein (Sudarmadji *et al.*, 1997), kadar lemak (AOAC,1995), kadar karbohidrat (*by difference*), dan kadar serat pangan (AOAC, 1995). Parameter yang diamati pada karakterisasi produk *non-flaky crackers* berupa karakteristik kimia meliputi kadar air (Sudarmadji *et al.*, 1997), karakteristik fisik meliputi uji tekstur (Saber *et al.*, 2021) dan uji warna (Sukardi, 2015; Wani & Kumar, 2016), dan uji sensoris hedonik (Lawless & Heymann, 2010). Karakteristik *non-flaky crackers* terbaik ditentukan berdasarkan uji sensoris hedonik.

Tabel 2. Nilai rata-rata kadar air *non-flaky crackers* dengan perbandingan tepung talas termodifikasi (TTT) dan tepung kacang merah (TKM)

Perlakuan (TTT: TKM)	Kadar Air (%)
C1 (90:10)	2,10±0,11 ^a
C2 (80:20)	2,65±0,17 ^b
C3 (70:30)	2,71±0,10 ^b
C4 (60:40)	2,83±0,11 ^b
C5 (50:50)	3,15±0,14 ^c

Keterangan: Nilai rata-rata ± standar deviasi (ulangan n=3). Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan berbeda nyata (P<0,05)

Parameter yang diamati pada karakterisasi *non-flaky crackers* terbaik berupa karakteristik kimia, antara lain kadar air (Sudarmadji *et al.*, 1997), kadar abu (AOAC,1995), kadar protein (Sudarmadji *et al.*, 1997), kadar lemak (AOAC,1995), kadar karbohidrat (*by difference*), kadar serat pangan (AOAC, 1995), dan kadar pati resisten (AOAC, 2007).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Karakteristik Kimia Bahan Baku

Tepung talas termodifikasi memiliki kadar air, kadar protein, kadar serat pangan, dan kadar karbohidrat yang lebih tinggi dibandingkan tepung kacang merah. Hasil analisis karakteristik kimia bahan baku dapat dilihat pada Tabel 1. Tepung kacang merah memiliki kadar abu, kadar protein, dan kadar lemak yang lebih tinggi dibandingkan tepung talas kimpul termodifikasi. Adapun uji t-test yang dilakukan pada karakteristik kimia bahan baku, bahwa kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar serat pangan, dan kadar karbohidrat antara tepung talas kimpul termodifikasi dan tepung

kacang merah berbeda secara signifikan (P<0,05).

Hasil Analisis Kadar Air *Non-flaky crackers*

Berdasarkan hasil sidik ragam, perlakuan perbandingan tepung talas termodifikasi dan tepung kacang merah berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap kadar air *non-flaky crackers*. Nilai kadar air berkisar antara 2,10% sampai 3,15% yang dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai kadar air terendah diperoleh dari perlakuan C1 (90% TTT: 10% TKM) sebesar 2,10% yang berbeda signifikan dengan perlakuan C2, C3, C4, dan C5, sedangkan nilai kadar air tertinggi diperoleh dari perlakuan C5 (50% TTT: 50% TKM) sebesar 3,15% yang berbeda signifikan dengan C1, C2, C3, dan C4. Seiring bertambahnya rasio tepung talas kimpul termodifikasi maka semakin rendah kadar air *non-flaky crackers*, sebaliknya seiring bertambahnya rasio tepung kacang merah maka semakin tinggi nilai kadar air *non-flaky crackers*.

Kadar amilosa dari bahan baku mempengaruhi kadar air *non-flaky crackers*. Syaiful (2022) menyatakan bahwa semakin tinggi kadar amilosa maka semakin kuat

ikatan intra molekulnya yang menyebabkan kadar air akan meningkat karena air terikat dengan amilosa secara kompleks dalam ikatan *double helix*. Kadar amilosa tepung talas kimpul termodifikasi lebih rendah daripada tepung kacang merah. Wiadnyani *et al.* (2017) menyatakan bahwa kadar amilosa tepung talas kimpul termodifikasi autoclaving-cooling sebesar 29,96% (Wiadnyani *et al.*, 2017), sedangkan tepung kacang merah mengandung amilosa sebesar 39% (Manoppo, 2012). Semakin banyak penambahan tepung kacang merah, maka semakin tinggi kadar amilosa yang mengikat air, sehingga kadar air *non-flaky crackers* juga semakin meningkat.

Kadar protein yang tinggi juga mempengaruhi kadar air produk. Protein memiliki gugus yang bersifat hidrofilik yaitu gugus karboksil. Gugus karboksil ini menyerap dua atom hidrogen dan satu atom oksigen dari air. Semakin tinggi kadar protein, maka semakin banyak gugus karboksil yang menyerap air sehingga kadar air ikut meningkat. Asfi *et al.* (2017) menyatakan protein pada tepung kacang merah memiliki gugus yang bersifat hidrofilik atau memiliki kemampuan mengikat air, semakin banyak protein yang terkandung maka semakin banyak air yang terikat sehingga mempengaruhi kadar air *crackers*. Tepung kacang merah memiliki kadar protein lebih tinggi yaitu sebesar

19,17%, sedangkan tepung talas kimpul termodifikasi sebesar 5,09%. Rasio tepung kacang merah yang semakin tinggi menyebabkan kadar air *non-flaky crackers* semakin meningkat. Seluruh perlakuan C1 hingga C5 telah sesuai dengan Syarat Mutu Biskuit (SNI 2973:2018) dimana persyaratan kadar air maksimal adalah 5%.

Hasil Analisis Uji Tekstur

Hasil sidik ragam uji tekstur *non-flaky crackers* menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan tepung talas termodifikasi dan tepung kacang merah menyebabkan *non-flaky crackers* mengalami peningkatan nilai *hardness* (kekerasan), *fracture* (kerapuhan), *chewiness* (daya kunyah), dan *cohesiveness* (daya kohesif), sedangkan nilai *crunchiness* (kerenyahan) mengalami penurunan. Seluruh perlakuan perbandingan tepung talas termodifikasi dan tepung kacang merah berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap seluruh aspek tekstur *non-flaky crackers*. Hasil nilai rata-rata uji tekstur *non-flaky crackers* dapat dilihat pada Tabel 3.

Hardness (Kekerasan)

Berdasarkan hasil sidik ragam, perbandingan tepung talas termodifikasi dan tepung kacang merah berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kekerasan *non-flaky crackers*. Nilai kekerasan berkisar antara 51,22 N sampai 102,74 N.

Tabel 3. Nilai rata-rata *hardness* (kekerasan), *fracture* (kerapuhan), *crunchiness* (kerenyahan), *chewiness* (daya kunyah), dan *cohesiveness* (daya kohesif), *non-flaky crackers* dengan perbandingan tepung talas termodifikasi (TTT) dan tepung kacang merah (TKM)

Perlakuan (TTT: TKM)	<i>Hardness</i> (N)	<i>Fracture</i> (N)	<i>Crunchiness</i> (Nmm)	<i>Chewiness</i> (N)	<i>Cohesiveness</i>
C1 (90:10)	51,22± 1,52 ^a	3,04± 0,04 ^a	44,73± 2,17 ^d	17,22± 0,56 ^a	0,33± 0,05 ^a
C2 (80:20)	66,48± 3,56 ^b	3,86± 0,17 ^b	42,06± 0,13 ^d	22,78± 0,25 ^a	0,45± 0,02 ^b
C3 (70:30)	75,70± 1,22 ^c	4,87± 0,10 ^c	37,50± 1,71 ^c	27,88± 0,75 ^c	0,45± 0,02 ^b
C4 (60:40)	80,72± 0,57 ^d	5,38± 0,54 ^d	31,56± 1,73 ^b	37,53± 2,31 ^d	0,52± 0,01 ^c
C5 (50:50)	102,74± 1,29 ^e	10,72± 0,14 ^c	22,22± 0,55 ^a	53,63± 2,07 ^c	0,68± 0,05 ^d

Keterangan: Nilai rata-rata ± standar deviasi (ulangan n=3). Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan berbeda nyata (P<0,05)

Nilai kekerasan terendah diperoleh dari perlakuan C1 (90% TTT: 10% TKM) sebesar 51,22 N yang berbeda signifikan dengan perlakuan C2, C3, C4, dan C5, sedangkan kekerasan tertinggi diperoleh dari perlakuan C5 (50% TTT: 50% TKM) sebesar 102,74 N yang berbeda signifikan dengan perlakuan C1, C2, C3, dan C4. Seiring bertambahnya rasio tepung talas kimpul termodifikasi maka semakin rendah kekerasan *non-flaky crackers*, sebaliknya seiring bertambahnya rasio tepung kacang merah maka semakin tinggi nilai kekerasan *non-flaky crackers*.

Hardness merupakan puncak maksimum pada tekanan pertama atau pada gigitan pertama yang menggunakan satuan kg, g, atau N (Indiarjo *et al.*, 2012). Seiring penambahan tepung kacang merah terhadap *non-flaky crackers* maka semakin tinggi nilai kekerasan *non-flaky crackers*. Pratama *et al.* (2014) menyatakan bahwa semakin rendah kadar air biskuit maka semakin tinggi kekerasan. Namun, penelitian ini tidak mendapatkan hasil yang serupa, dimana

semakin tinggi kadar air maka semakin tinggi kekerasan *non-flaky crackers*. Hasil penelitian ini diperkuat oleh Asfi *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa rasio tepung kacang merah yang meningkat pada *crackers* dengan campuran pati sagu dan tepung kacang merah menyebabkan kadar air semakin meningkat dan tekstur semakin keras. Menurut Asfi *et al.* (2017) air bukan hal utama yang mempengaruhi kekerasan, melainkan protein juga dapat mempengaruhi kekerasan.

Tepung kacang merah memiliki protein yang lebih tinggi dibandingkan tepung talas kimpul termodifikasi, dimana protein tepung kacang merah dan tepung talas kimpul termodifikasi masing-masing sebesar 19,17% dan 5,09%. Yudistira (2016) serta Herviandri dan Wardana (2018) menyatakan bahwa semakin tinggi kadar protein, maka semakin tinggi kekerasan produk. Protein mengalami denaturasi saat proses pemanasan suhu tinggi karena mudahnya ikatan hidrogen berstruktur heliks untuk putus, hal tersebut menyebabkan

protein mencari air untuk mengganti ikatan yang putus (Sari, 2018). Selanjutnya, protein akan membentuk matriks yang mengikat air, sehingga air akan sulit keluar (Mishartina *et al.*, 2018). Matriks protein akan bertemu dengan pati dan membentuk matriks pati-protein yang stabil dengan ikatan kovalen, ikatan hidrogen, dan rantai ionik, sehingga matriks pati-protein ini menyebabkan produk pangan yang dihasilkan keras karena terjadi interaksi antara gugus amino protein dengan gugus hidroksil pati melalui ikatan hidrogen (Brigita, 2021). Semakin banyak protein, maka semakin banyak matriks pati-protein yang terbentuk sehingga menyebabkan produk semakin keras.

Fracture (Daya Patah)

Berdasarkan hasil sidik ragam, perlakuan perbandingan tepung talas termodifikasi dan tepung kacang merah berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap *fracture* (daya patah) *non-flaky crackers*. Nilai daya patah berkisar antara 3,04 N sampai 10,72 N. Nilai daya patah terendah diperoleh dari perlakuan C1 (90% TTT: 10% TKM) sebesar 3,04 N yang berbeda signifikan dengan perlakuan C2, C3, C4, dan C5, sedangkan nilai daya patah tertinggi diperoleh dari perlakuan C5 (50% TTT: 50% TKM) sebesar 10,72 N yang berbeda signifikan dengan perlakuan C1, C2, C3, dan C4. Seiring bertambahnya rasio tepung talas kimpul termodifikasi, maka semakin rendah daya patah *non-flaky crackers*, sebaliknya seiring bertambahnya rasio tepung kacang

merah maka semakin tinggi nilai daya patah *non-flaky crackers*.

Daya patah sangat penting guna mengetahui karakteristik tekstur dari segi kerapuhan (Barrett, 1998). Semakin tinggi nilai daya patah, maka semakin sulit suatu produk untuk dipatahkan. Peningkatan nilai daya patah disebabkan karena tepung kacang merah meningkatkan kadar protein *non-flaky crackers*. Nilai daya patah berbanding lurus dengan nilai kekerasan, semakin tinggi rasio tepung kacang merah yang ditambahkan maka semakin tinggi kekerasan, sehingga semakin tinggi daya patah *non-flaky crackers*. Hal tersebut disebabkan karena protein telah berikatan dengan air, sehingga air menjadi sulit menguap saat proses pemanasan dan menyebabkan kecilnya rongga udara yang terbentuk (Imandira & Ayustaningwarno, 2013). Terbatasnya rongga udara yang kecil menyebabkan produk sulit untuk mengembang dan menyebabkan tekstur menjadi keras dan sulit dipatahkan (Ramadhani *et al.*, 2022). Penelitian ini sejalan dengan penelitian Anugrahati dan Widjanarko (2021) yang menunjukkan peningkatan protein menyebabkan peningkatan daya patah. Oleh karena itu, daya patah sangat berpengaruh terhadap tekstur *non-flaky crackers*, karena nilai daya patah yang semakin kecil menyebabkan semakin kecil gaya yang diperlukan untuk mematahkan *crackers* sehingga tekstur *crackers* semakin renyah (Lestari, 2019).

Crunchiness (Kerenyahan)

Berdasarkan hasil sidik ragam, perlakuan perbandingan tepung talas termodifikasi dan tepung kacang merah berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap *crunchiness* (kerenyahan) *non-flaky crackers*. Nilai kerenyahan berkisar antara 22,22 N sampai 44,73 N. Nilai kerenyahan terendah diperoleh dari perlakuan C5 (50% TTT: 50% TKM) sebesar 22,22 N yang berbeda signifikan dengan perlakuan C2, C3, C4, dan C5, sedangkan nilai kerenyahan tertinggi diperoleh dari perlakuan C1 (90% TTT: 10% TKM) sebesar 44,73 N yang berbeda signifikan dengan perlakuan C2, C3, C4, dan C5. Seiring bertambahnya rasio tepung talas kimpul termodifikasi maka akan meningkatkan kerenyahan *non-flaky crackers*, sebaliknya seiring bertambahnya rasio tepung kacang merah maka menurunkan kerenyahan sehingga *non-flaky crackers* semakin tidak renyah.

Semakin tinggi rasio tepung talas kimpul termodifikasi pada *non-flaky crackers* menyebabkan semakin tingginya nilai kerenyahan, sebaliknya semakin tinggi rasio kacang merah menyebabkan semakin berkurangnya nilai kerenyahan *non-flaky crackers*. Hal tersebut disebabkan karena semakin tinggi nilai kekerasan dan nilai daya patah maka semakin rendah nilai kerenyahan. Rosida (2021) menyatakan bahwa semakin banyak penambahan tepung atau pati termodifikasi yang mengandung pati resisten akan meningkatkan tingkat

kerenyahan. Hal tersebut didukung oleh penelitian Cakrawati & Mujdalipah (2014) yang menyatakan serat pangan golongan pati resisten dapat membantu memperbaiki tekstur dan kerenyahan *cookies* dibandingkan dengan penambahan serat pangan yang bersumber dari sereal.

Kadar amilosa juga dapat mempengaruhi kerenyahan produk. Tepung talas kimpul termodifikasi *autoclaving-cooling* mengandung amilosa sebesar 29,96% (Wiadnyani *et al.*, 2017), sedangkan tepung kacang merah mengandung amilosa sebesar 39% (Manoppo, 2012). Semakin tinggi rasio kacang merah maka semakin berkurang kerenyahan *non-flaky crackers*. Kadar amilosa dalam bahan pangan mempengaruhi hasil produk dengan daya pecah yang baik karena memberikan sifat keras sehingga mendapatkan tekstur renyah. Namun, apabila kadar amilosa terlalu tinggi dalam bahan maka terjadi pembatasan pengembangan granula karena mempertahankan integritas granula, sehingga semakin berkurang kerenyahannya karena produk tidak mengembang sempurna.

Chewiness (Daya Kunyah)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan tepung talas termodifikasi dan tepung kacang merah berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap *chewiness* (daya kunyah) *non-flaky crackers*. Nilai *chewiness* berkisar antara 17,22 N sampai 53,63 N. Nilai *chewiness*

terendah diperoleh dari perlakuan C1 (90% TTT: 10% TKM) sebesar 17,22 N yang berbeda signifikan dengan perlakuan C2, C3, C4, dan C5, sedangkan nilai *chewiness* tertinggi diperoleh dari perlakuan C5 (90% TTT: 10% TKM) sebesar 53,63 N yang berbeda signifikan dengan perlakuan C1, C2, C3, dan C4. Seiring bertambahnya rasio tepung talas kimpul termodifikasi maka semakin rendah daya kunyah *non-flaky crackers*, sebaliknya seiring bertambahnya rasio tepung kacang merah maka semakin tinggi daya kunyah *non-flaky crackers*.

Chewiness (daya kunyah) menunjukkan banyaknya energi yang dibutuhkan untuk mengunyah makanan sebelum ditelan, semakin tinggi nilai *chewiness* maka semakin banyak energi yang dibutuhkan untuk mengunyah (Saberi *et al.*, 2021). Semakin tinggi rasio tepung kacang merah pada *non-flaky crackers* maka semakin tinggi *chewiness*. Hal tersebut disebabkan karena rasio tepung kacang merah yang tinggi dapat meningkatkan kandungan protein yang menyebabkan tingginya nilai *chewiness*, maka hal tersebut menyebabkan tingginya nilai *chewiness* sehingga semakin membutuhkan energi untuk mengunyah. Nilai *chewiness* juga meningkat seiring meningkatnya *hardness* yang dapat dilihat pada Tabel 12. Hal

tersebut sejalan dengan penelitian dengan Junaedi (2014), dimana nilai *hardness* dan *chewiness* saling berhubungan lurus.

***Cohesiveness* (Daya Kohesif)**

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan tepung talas termodifikasi dan tepung kacang merah berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap *cohesiveness* (daya kohesif) *non-flaky crackers*. Nilai *cohesiveness* berkisar antara 0,333 sampai 0,680. Nilai *cohesiveness* terendah diperoleh dari perlakuan C1 (90% TTT: 10% TKM) sebesar 0,333 yang berbeda signifikan dengan perlakuan C2, C3, C4, dan C5, sedangkan nilai *cohesiveness* tertinggi diperoleh dari perlakuan C5 (50% TTT: 50% TKM) sebesar 0,680 yang berbeda signifikan dengan perlakuan C1, C2, C3, dan C4. Seiring bertambahnya rasio tepung talas kimpul termodifikasi maka semakin rendah daya kohesif *non-flaky crackers*, sebaliknya seiring bertambahnya rasio tepung kacang merah maka semakin tinggi daya kohesif *non-flaky crackers*.

Cohesiveness (daya kohesif) adalah indikasi dari kekuatan internal yang membentuk makanan dan diukur dari rasio antara dua area kompresi sehingga tidak memiliki satuan (Haliza *et al.*, 2017).

Tabel 4. Nilai rata-rata L*, a*, b*, dan *browning index* (indeks kecoklatan) *non-flaky crackers* dengan perbandingan tepung talas termodifikasi (TTT) dan tepung kacang merah (TKM)

Perlakuan (TTT: TKM)	L*	a*	b*	<i>Browning Index</i>
C1 (90:10)	66,84±2,13 ^e	2,63±0,12 ^a	29,83±1,10 ^a	16,23±0,08 ^a
C2 (80:20)	51,40±0,52 ^d	7,10±0,52 ^b	29,87±1,10 ^a	42,85±0,77 ^b
C3 (70:30)	48,00±0,69 ^c	7,30±0,52 ^b	34,67±0,29 ^b	68,55±0,40 ^c
C4 (60:40)	42,00±0,51 ^b	10,90±0,17 ^c	34,80±0,52 ^b	102,50±0,60 ^d
C5 (50:50)	35,93±1,10 ^a	16,97±0,23 ^d	39,30±1,56 ^c	207,75±0,15 ^e

Keterangan: Nilai rata-rata ± standar deviasi (ulangan (n)=3). Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan berbeda nyata (P<0,05)

Shaliha *et al.* (2017) menyatakan bahwa daya kohesif menggambarkan kekompakan atau keutuhan suatu produk, dimana semakin tinggi nilai *cohesiveness*, maka produk semakin kompak. Semakin tinggi rasio tepung kacang merah pada *non-flaky crackers*, maka semakin tinggi nilai daya kohesif. Tepung kacang merah tinggi akan kadar protein dan amilosa yang dapat mengikat air. Semakin tinggi rasio tepung kacang merah, maka kadar air *non-flaky crackers* ikut meningkat. Hawthornthwaite *et al.* (2015) menyatakan bahwa daya kohesif produk kering secara signifikan sangat dipengaruhi oleh kadar air walaupun perbedaannya sangat kecil. Peningkatan *hardness* dan *cohesiveness* juga sejalan dengan peningkatan kadar air (Indiarto *et al.*, 2012). Air tersebut dapat memperkuat kekuatan pengikat yang dibutuhkan untuk merekatkan bahan-bahan menjadi satupadu, dimana produk yang dihasilkan akan lebih kompak. Oleh karena itu, semakin tinggi rasio tepung kacang merah, maka protein dan amilosa semakin banyak mengikat air dan baku dapat lebih rekat menjadi satu,

sehingga kekompakan atau daya kohesif *non-flaky crackers* ikut meningkat.

Hasil Analisis Uji Warna

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan tepung talas termodifikasi dan tepung kacang merah berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap nilai rata-rata L*, a*, b*, dan *browning index* (indeks kecoklatan) *non-flaky crackers*. Nilai rata-rata L*, a*, b*, dan *browning index* (indeks kecoklatan) dapat dilihat pada Tabel 4.

Koordinat L* (Lightness)

Berdasarkan Tabel 4. nilai L* mengalami penurunan, dimana nilai L* *non-flaky crackers* berkisar antara 35,93 sampai 66,84. Nilai L* terendah diperoleh dari perlakuan C5 (50% TTT :50% TKM) sebesar 35,93 yang berbeda signifikan dengan perlakuan C1, C2, C3, dan C4, sedangkan nilai L* tertinggi diperoleh dari perlakuan C1 (90% TTT :10% TKM) sebesar 66,84 yang berbeda signifikan dengan perlakuan C2, C3, C4, dan C5. Nilai L* (*lightness*) menyatakan kecerahan warna, dimana semakin tinggi nilai L*, maka

semakin cerah warna yang dihasilkan (Sinaga, 2019). Penurunan nilai L^* *non-flaky crackers* disebabkan karena adanya proses *maillard* sehingga warna *non-flaky crackers* semakin gelap

Koordinat a^*

Dapat dilihat pada Tabel 4. bahwa terjadi peningkatan nilai a^* . Nilai a^* *non-flaky crackers* berkisar antara 2,63 sampai 16,97. Nilai a^* terendah diperoleh dari perlakuan C1 (90% TTT :10% TKM) sebesar 2,63 yang berbeda signifikan dengan perlakuan C2, C3, C4, dan C5, sedangkan nilai a^* tertinggi diperoleh dari perlakuan C5 (50% TTT :50% TKM) sebesar 16,97 yang berbeda signifikan dengan perlakuan C1, C2, C3, dan C4. Peningkatan nilai a^* menandakan warna semakin merah. Peningkatan nilai a^* *non-flaky crackers* disebabkan karena semakin tinggi rasio tepung kacang merah yang ditambahkan sehingga meningkatnya pigmen antosianin kacang merah menyebabkan warna merah. Hal tersebut didukung oleh penelitian Putri *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa pigmen antosianin kacang merah memberikan warna merah alami pada es krim.

Koordinat b^*

Berdasarkan Tabel 4. terjadi peningkatan nilai b^* . Nilai b^* *non-flaky crackers* berkisar antara 29,83 sampai 39,30. Nilai b^* terendah diperoleh dari perlakuan C1 (90% TTT :10% TKM) sebesar 29,83

yang berbeda signifikan dengan perlakuan C3, C4, dan C5, sedangkan nilai a^* tertinggi diperoleh dari perlakuan C5 (50% TTT :50% TKM) sebesar 39,30 yang berbeda signifikan dengan perlakuan C1, C2, C3, dan C4. Peningkatan nilai b^* menandakan warna semakin kuning. Hal tersebut disebabkan karena pra-perlakuan tepung kacang merah melalui proses perendaman yang menyebabkan warna kuning akan menguat setelah pemanasan (Pangastuti *et al.*, 2013)

Browning Index

Adapun peningkatan nilai *browning index* pada *non-flaky crackers* yang dapat dilihat pada Tabel 4. *Browning index* menunjukkan ukuran warna coklat yang disebabkan karena reaksi enzimatis atau non-enzimatis (Zambrano-Zaragoza *et al.*, 2014). Semakin tinggi nilai *browning index* maka semakin gelap dan semakin berwarna coklat, hal tersebut dapat ditunjukkan dari menurunnya nilai L^* atau penurunan kecerahan (Kusumaningrum *et al.*, 2013). Nilai *browning index* berkisar antara 16,23 sampai 207,75. Nilai *browning index* terendah diperoleh dari perlakuan C1 (90% TTT :10% TKM) sebesar 16,23 yang berbeda signifikan dengan perlakuan C2, C3, C4, dan C5, sedangkan nilai *browning index* tertinggi diperoleh dari perlakuan C5 (50% TTT :50% TKM) sebesar 207,75 yang berbeda signifikan dengan perlakuan C1, C2, C3, dan C4.

Tabel 5. Nilai rata-rata uji hedonik *non-flaky crackers* dengan perbandingan tepung talas termodifikasi (TTT) dan tepung kacang merah (TKM)

Perlakuan (TTT: TKM)	Nilai Rata-rata Uji Hedonik				
	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa	Penerimaan Keseluruhan
C1 (90:10)	2,70±0,57 ^b	3,55±0,76 ^a	2,90 ± 0,79 ^b	3,05±0,94 ^b	2,70±0,66 ^b
C2 (80:20)	3,70±0,92 ^c	3,85±0,88 ^a	3,80 ± 0,83 ^c	3,80±0,95 ^c	3,70±0,73 ^c
C3 (70:30)	4,40±0,75 ^d	3,85±0,88 ^a	4,40 ± 0,50 ^d	4,25±0,64 ^c	4,40±0,75 ^d
C4 (60:40)	2,85±0,88 ^b	3,55±0,69 ^a	2,80 ± 0,77 ^b	2,70±0,86 ^b	2,85±0,99 ^b
C5 (50:50)	1,30±0,47 ^a	3,40±1,05 ^a	1,95 ± 0,83 ^a	1,95±0,83 ^a	1,40±0,60 ^a

Keterangan: Nilai rata-rata ± standar deviasi. Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan berbeda nyata (P<0,05)

Semakin banyak tepung kacang merah menyebabkan semakin tinggi antosianin dan asam amino yang terkandung. Pigmen antosianin yang merupakan pigmen warna merah pada kacang menyebabkan produk yang dihasilkan semakin gelap (Pangastuti *et al.*, 2013). Reaksi maillard adalah reaksi antara karbohidrat khususnya gula pereduksi dengan gugus amina primer dari asam amino atau protein, yang menghasilkan kenampakan produk menjadi lebih cokelat (Makfoeld *et al.*, 2002). Reaksi maillard pada pemanggangan *non-flaky crackers* juga menghasilkan aroma *cracker-like* karena terbentuknya piperidin (Tressl *et al.*, 1985).

Hasil Analisis Uji Sensoris

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan tepung talas termodifikasi dan tepung kacang merah berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap nilai rata-rata warna, tekstur, rasa, dan penerimaan keseluruhan *non-flaky crackers*. Nilai rata-rata uji hedonik *non-flaky crackers* dapat dilihat pada Tabel 5.

Warna

Berdasarkan hasil sidik ragam, tepung talas termodifikasi dan tepung kacang merah berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap warna *non-flaky crackers* pada uji hedonik. Nilai uji hedonik warna berkisar antara 1,30 sampai 4,40. Nilai uji hedonik warna terendah diperoleh dari perlakuan C5 (50% TTT: 50% TKM) sebesar 1,30 dengan kriteria tidak suka dan berbeda signifikan dengan perlakuan C1, C2, C3, dan C4. Nilai uji hedonik warna tertinggi diperoleh dari perlakuan C3 (70% TTT: 30% TKM) memperoleh angka 4,40 dengan kriteria agak suka dan berbeda signifikan dengan perlakuan C1, C2, C4, dan C5. Berdasarkan hasil uji warna dengan *colorimeter* perlakuan C3 memiliki nama warna *pottery clay*, dengan nilai L* 48,00, a* 7,30, b* 34,67. Adapun nilai *non-flaky crackers* perlakuan C3 adalah 68,55. Hal ini diduga karena panelis kurang menyukai warna *non-flaky crackers* yang terlalu pucat dan terlalu gelap. Perlakuan awal C1 dan C2 didominasi oleh tepung talas kimpul termodifikasi yang menyebabkan sedikitnya protein yang akan

mengalami reaksi *maillard*, sehingga warnanya belum seperti warna coklat *crackers* pada umumnya. Perlakuan setelah C3, yaitu C4 dan C5 warnanya dianggap terlalu gelap seperti warna gosong.

Aroma

Berdasarkan hasil sidik ragam, perlakuan perbandingan tepung talas termodifikasi dan tepung kacang merah tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap aroma *non-flaky crackers* pada uji hedonik. Nilai uji hedonik aroma berkisar antara 3,40 sampai 3,85 dengan kriteria netral. Hal ini diduga karena aroma *butter* yang lebih dominan menyebabkan tidak terlalu jelas perbedaan aroma setiap perlakuan *non-flaky crackers*.

Tekstur

Berdasarkan hasil sidik ragam, perlakuan perbandingan tepung talas termodifikasi dan tepung kacang merah berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap tekstur *non-flaky crackers* pada uji hedonik. Nilai uji hedonik tekstur berkisar antara 1,95 sampai 4,40. Nilai uji hedonik tekstur terendah diperoleh dari perlakuan C5 (50% TTT: 50% TKM) memperoleh angka 1,95 dengan kriteria tidak suka dan berbeda signifikan dengan perlakuan C1, C2, C3, dan C4. Nilai uji hedonik tekstur tertinggi diperoleh dari perlakuan C3 (70% TTT: 30%

TKM) memperoleh angka 4,40 dengan kriteria agak suka dan berbeda signifikan dengan perlakuan C1, C2, C4, dan C5. *Non-flaky crackers* pada perlakuan C3 memiliki nilai *hardness* 75,20, *fracture* 4,87, *crunchiness* 37,50, *chewiness* 27,88, dan *cohesiveness* 0,42. Hal ini diduga karena panelis tidak menyukai perlakuan C1 dan C2 karena rasio tepung talas kimpul termodifikasi yang lebih tinggi menyebabkan rendahnya nilai *fracture* sehingga *non-flaky crackers* mudah sekali patah dan remah. Sedangkan perlakuan C4 dan C5 memiliki rasio tepung kacang merah yang lebih tinggi menyebabkan tingginya nilai *hardness* dan *chewiness* sehingga *non-flaky crackers* sehingga memiliki tekstur yang keras dan sulit dikunyah.

Rasa

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan tepung talas termodifikasi dan tepung kacang merah berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap rasa *non-flaky crackers* pada uji hedonik. Nilai uji hedonik rasa berkisar antara 1,95 sampai 4,25. Nilai uji hedonik rasa terendah diperoleh dari perlakuan C5 (50% TTT: 50% TKM) memperoleh angka 1,95 dengan kriteria tidak suka dan berbeda signifikan dengan perlakuan C1, C2, C3, dan C4.

Tabel 6. Nilai rata-rata kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar serat pangan, dan kadar karbohidrat *non-flaky crackers* terbaik dengan perbandingan tepung talas termodifikasi (TTT) dan tepung kacang merah (TKM)

Karakteristik Kimia	Perlakuan Terbaik (C3)
Kadar Air (%)	2,71±0,10
Kadar Abu (%)	3,89±0,02
Kadar Protein (%)	9,74±0,11
Kadar Lemak (%)	0,17±0,003
Kadar Karbohidrat (%)	83,49±0,04
Kadar Pati Resisten (%)	3,95±0,02
Kadar Serat Pangan (%)	4,88±0,02

Keterangan: Nilai rata-rata ± standar deviasi (ulangan n=3)

Nilai uji hedonik rasa tertinggi diperoleh dari perlakuan C3 (70% TTT: 30% TKM) memperoleh angka 4,25 dengan kriteria agak suka dan berbeda signifikan dengan perlakuan C1, C3, dan C4. Hal ini diduga karena panelis tidak menyukai *non-flaky crackers* dengan rasio tepung kacang merah yang lebih banyak karena memiliki rasa kacang merah yang lebih dominan.

Penerimaan Secara Keseluruhan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan tepung talas termodifikasi dan tepung kacang merah berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap penerimaan secara keseluruhan *non-flaky crackers* pada uji hedonik. Penerimaan keseluruhan ini dipengaruhi oleh penerimaan lainnya, seperti warna, aroma, tekstur, dan rasa. Nilai uji hedonik penerimaan secara keseluruhan berkisar antara 1,40 sampai 4,40. Nilai uji hedonik penerimaan secara keseluruhan terendah diperoleh dari perlakuan C5 (50% TTT: 50% TKM) memperoleh angka 1,40 dengan kriteria tidak suka dan berbeda signifikan dengan perlakuan C1, C2, C3, dan C4. Nilai

uji hedonik warna tertinggi diperoleh dari perlakuan C3 (70% TTT: 30% TKM) memperoleh angka 4,40 dengan kriteria agak suka dan berbeda signifikan dengan perlakuan C1, C2, C4, dan C5.

Karakteristik Kimia Produk Terbaik

Perlakuan terbaik *non-flaky crackers* ditentukan berdasarkan uji sensoris secara hedonik. Berdasarkan uji sensoris hedonik, *non-flaky crackers* dengan nilai tertinggi diperoleh oleh perlakuan C3 (70% TTT: 30% TKM). Selanjutnya *non-flaky crackers* perlakuan C3 dilakukan uji karakteristik kimia untuk mengetahui sifat fungsionalnya. Nilai rata-rata karakteristik kimia perlakuan terbaik dapat dilihat pada Tabel 6. *Non-flaky crackers* perlakuan terbaik dengan mengandung kadar air sebesar 2,71% dan telah memenuhi syarat SNI 2973:2018 (Biskuit), dimana maksimal kadar air terkandung adalah 5%. Kadar serat pangan total yang terkandung dalam *non-flaky crackers* terbaik dengan perbandingan tepung talas dan tepung kacang merah adalah sebesar 4,88 g per 100 g. Hal tersebut menunjukkan bahwa *non-flaky crackers*

terbaik dapat dijadikan sebagai sumber serat pangan. Berdasarkan PerBPOM No. 1 Tahun 2022 suatu produk pangan dapat dikatakan sebagai sumber serat pangan apabila mengandung serat pangan sebanyak minimal 3 g per 100 g (dalam bentuk padat).

Kadar protein yang terkandung dalam dalam *non-flaky crackers* terbaik dengan perbandingan tepung talas dan tepung kacang merah adalah sebesar 9,74%. Hal tersebut menunjukkan bahwa *non-flaky crackers* terbaik belum dapat dijadikan sebagai produk sumber protein karena PerBPOM No. 1 Tahun 2022 menyatakan bahwa suatu produk dapat dikatakan sebagai sumber protein apabila mengandung protein sebesar 20% per 100 g (dalam bentuk padat). Akan tetapi, kandungan protein pada *non-flaky crackers* terbaik sudah memenuhi syarat SNI 2973:2018 (Biskuit) dimana minimal protein yang terkandung adalah 4,5%. Selain itu, *non-flaky crackers* perlakuan terbaik dapat diklaim sebagai produk bebas lemak karena mengandung lemak sebesar 0,17%, berdasarkan PerBPOM No. 1 Tahun 2022 suatu produk pangan dapat diklaim sebagai produk bebas lemak apabila mengandung lemak yang tidak lebih dari 0,5 g per 100 g (dalam bentuk padat). Oleh karena itu *non-flaky crackers* dengan perlakuan terbaik ini dapat diklaim sebagai produk sumber serat pangan dan bebas lemak. Selain itu, *non-flaky crackers* perlakuan terbaik ini sudah

memenuhi syarat SNI kadar air maksimal 5% dan kadar protein minimal 4,5%.

Potensi sebagai Pangan Fungsional

Berdasarkan penelitian ini, bahan baku dari *non-flaky crackers* dan produk *non-flaky crackers* terbaik dapat berpotensi sebagai pangan fungsional. Nilai rata-rata dari serat pangan tak larut, serat pangan terlarut, serat pangan total, dan pati resisten dapat dilihat pada Tabel 7. Tepung talas termodifikasi *autoclaving-cooling* sebanyak dua siklus memperoleh kadar serat pangan total sebesar 7,13%. Berdasarkan PerBPOM No. 1 Tahun 2022 suatu produk pangan dapat diklaim sebagai produk tinggi atau kaya serat pangan minimal harus mengandung serat pangan sebesar 6 g per 100 g (dalam bentuk padat). Hal tersebut menunjukkan bahwa tepung talas kimpul termodifikasi sebagai bahan baku *non-flaky crackers* dapat menjadi bahan baku yang tinggi serat. Tepung kacang merah memperoleh kadar serat pangan total sebesar 6,09% juga dapat disebut sebagai bahan baku tinggi serat. Adapun kandungan total serat pangan pada *non-flaky crackers* terbaik yaitu sebesar 4,88%. *Non-flaky crackers* dengan perlakuan terbaik dapat diklaim sebagai sumber serat pangan karena PerBPOM No. 1 Tahun 2022 menyatakan suatu produk dapat diklaim sebagai sumber serat pangan apabila mengandung serat pangan minimal sebesar 3 g per 100 g (dalam bentuk padat).

Tabel 7. Nilai rata-rata serat pangan tak larut, serat pangan terlarut, serat pangan total, dan pati resisten bahan baku dan *non-flaky crackers* perlakuan terbaik

Sampel	Serat Pangan Tak Larut (%)	Serat Pangan Terlarut (%)	Serat Pangan Total (%)	Pati Resisten (%)
TTT	6,47 ± 0,004	0,67 ± 0,05	7,13 ± 0,02	4,38*
TKM	5,52 ± 0,31	0,56 ± 0,04	6,09 ± 0,27	4,05 ± 0,95**
C3 (70:30)	4,44 ± 0,02	0,44 ± 0,005	4,88 ± 0,02	3,95 ± 0,02

Keterangan:

Nilai rata-rata ± standar deviasi (ulangan (n)=3).

TTT= Tepung Talas Termodifikasi

TKM = Tepung Kacang Merah

*Berdasarkan penelitian Wiadnyani (2017)

**Berdasarkan penelitian Anugrahati dan Widjarnako (2018)

Pati resisten termasuk ke dalam golongan jenis serat makanan berupa homopolisakarida glukosa yang tidak dapat dicerna di usus halus (Englyst *et al.*, 1987). Serat pangan meningkat seiring bertambahnya kadar pati resisten dalam suatu produk. Dikutip dari Liu *et al.* (2020), pengidap DM (Diabetes Melitus) tipe 2 mengalami penurunan glukosa darah dan pengurangan stres oksidatif dengan pemberian nasi mengandung pati resisten selama 4 minggu. Pati resisten memiliki efek antidiabetes dan antiobesitas dengan cara mengurangi glukoneogenesis, meningkatkan glikogenesis, mengontrol homeostasis lipid dan glukosa, serta memperbaiki disfungsi pankreas (Meenu & Xu, 2018). Adapun beberapa khasiat dari serat pangan, antara lain mengontrol obesitas, mengobati penyakit diabetes, mencegah gangguan gastrointestinal, mencegah kanker kolon, mengurangi tingkat kolesterol, dan penyakit kardiovaskuler (Santoso, 2011).

KESIMPULAN

Perbandingan tepung talas kimpul termodifikasi dan tepung kacang merah berpengaruh nyata terhadap karakteristik *non-flaky crackers*, yaitu karakteristik fisik meliputi uji tekstur (*hardness* (kekerasan), *fracture* (kerapuhan), *crunchiness* (kerenyahan), *chewiness* (daya kunyah), *cohesiveness* (daya kohesif), dan uji warna (*non-flaky crackers*), karakteristik kimia meliputi kadar air, dan evaluasi sensoris (warna, tekstur, rasa, penerimaan secara keseluruhan). Karakteristik *non-flaky crackers* terbaik diperoleh dari perlakuan 70% tepung talas kimpul termodifikasi: 30% tepung kacang merah dengan *hardness* (kekerasan) 75,70 N, *fracture* (kerapuhan) 4,87 N, *crunchiness* (kerenyahan) 37,50 Nmm, *chewiness* (daya kunyah) 27,88 N, *cohesiveness* (daya kohesif) 0,45, kadar air 2,71%, kadar abu 3,89%, kadar protein 9,74%, kadar lemak 0,17%, kadar karbohidrat 83,49%, kadar serat pangan 4,88%, kadar pati resisten 3,95%, *non-flaky crackers* 68,55 (L* 48,00; a* 7,30; b* 34,83), warna agak suka, aroma netral,

tekstur agak suka, rasa agak suka, dan penerimaan keseluruhan agak suka.

DAFTAR PUSTAKA

- Andarwulan N., F. Kusnandar, & D. Herawati. (2011). Analisis Pangan. Jakarta: PT. Dian Rakyat.
- Annisaa L.F.A. & Afifah D.N. (2015). Kadar protein, nilai cerna protein in vitro dan tingkat kesukaan kue kering komplementasi tepung jagung dan tepung kacang merah sebagai makanan tambahan anak gizi kurang. *Journal of Nutrition College*, 4(4), 365-371. <https://doi.org/10.14710/jnc.v4i4.10112>.
- Anugrahati, N. A., & Widjanarko, A. M. (2018). Karakteristik tepung kacang merah hasil autoclaving, cooling, dan autoclaving-cooling [characteristics of autoclaved, cooled and autoclaved-cooled red kidney bean flour]. *FaST-Jurnal Sains dan Teknologi (Journal of Science and Technology)*, 2(2), 72-79.
- Asfi W.M., N. Harun, & Y. Zalfiatri. (2017). Pemanfaatan tepung kacang merah dan pati sagu pada pembuatan crackers. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Pertanian*, 4(1), 1-12.
- Astuti S., S. Suharyono, & S.T. Aisah Anayuka. (2019). Sifat fisik dan sensori flakes pati garut dan kacang merah dengan penambahan tiwul singkong. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 19(3), 232-243.
- Badan Ketahanan Pangan. (2021). *Direktori Perkembangan Konsumsi Pangan*. Kementan RI: Jakarta.
- Barrett, A.H & G. Kaletunc. (1998). Quantitative description of fracturability changes in puffed corn extrudates affected by sorption of low levels of moisture. *Cereal Chemistry*, 75(5), 695-698.
- BPOM. (2022). PerBPOM (Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan) Nomor 1 Tahun 2022 Tentang Pengawasan Klaim Pada Label Dan Iklan Pangan Olahant. Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan.
- Brigita E. (2021). Kajian Pustaka: Pemanfaatan Umbi-Umbia sebagai Bahan Baku Flakes. Thesis. Universitas Katholik Soegijapranata Semarang.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). (2018). *SNI 2973:2018: Syarat Mutu dan Cara Uji Biskuit*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Bunde M.C., F.O. Osundahunsi, & R. Akinoso. (2010). Supplementation of biscuit using rice bran and soybean flour. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 10(9), 4047-4059. <https://doi.org/10.4314/ajfand.v10i9.62887>.
- Cakrawati D. & Mujdalipah S. (2014). Kajian pemanfaatan pati modifikasi metode fisik pada pembuatan toddler cookies prebiotik. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 8(1), 40-48.
- Dewita, M. Sukmiwati, Syahrull, & M. Khadafil. (2013). Pengaruh perbandingan kombinasi tepung rumput laut (keraginan) dan terigu dalam pembuatan produk crackers. *Jurnal Penelitian Pertanian BERNAS*, 6(1), 25-32.
- Englyst H.N., H.W. Trowell, D.A.T. Southgate, & J.H. Cummings. (1987). Dietary fiber and resistant starch. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 46(6), 873-874. <https://doi.org/10.1093/ajcn/46.6.873>.
- Haliza W., S.I. Kailaku, & S. Yuliani. (2017). Penggunaan mixture response surfa ce methodology pada optimasi formula brownies berbasis tepung talas banten (xanthosoma undipes k. koch) sebagai alternatif pangan sumber serat. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 9(2), 96-106. [10.21082/jpasca.v9n2.2012.96-106](https://doi.org/10.21082/jpasca.v9n2.2012.96-106).
- Hawthornthwaite D., Ramjan Y., & Rosenthal, A. (2015). Oral processing of low water content foods—a development to hutchings and lillford’s breakdown path. *Journal of Texture Studies*, 46, 212–218. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12126>.

- Herviandri M. & A. S. Wardana. (2018). Tingkat Kekerasan dan Kadar Protein Donat yang Disubstitusikan dengan Tepung Biji Nangka. Skripsi thesis. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Imandira P.A.N. & F. Ayustaningwarno. (2013). Pengaruh substitusi tepung daging ikan lele dumbo (*clarias gariepinus*) dan ubi jalar kuning (*ipomea batatas l.*) terhadap kandungan zat gizi dan penerimaan biskuit balita tinggi protein dan β -karoten. *Journal of Nutrition College*, 1(2), 89-97.
- Indiarto R., B. Nurhadi, & E. Subroto. (2012). Study of characteristic texture (texture profile analyzer) and organoleptic smoked chicken based on liquid smoke technology. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 5(2), 106–116.
- Junaedi E.S. 2014. Aplikasi Frozen Dough untuk Memperpanjang Umur Simpan sebagai Produk Cepat Saji Pengganti Karbohidrat Berbasis Tepung Komposisi (Tepung Terigu Dan Tepung Ubi Jalar Ungu). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.
- Kania W., M.A.M. Andriani, Siswanti. (2015). Pengaruh variasi rasio bahan pengikat terhadap karakteristik fisik dan kimia granul minuman fungsional instan kecambah kacang komak (lablab purpureus (l.) sweet). *Jurnal Teknosains Pangan*, 4(3), 141-144.
- Kemenkes RI (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia). (2018). *Hasil Utama Riskesdas 2018*. Jakarta: Kemenkes RI.
- Kusumaningrum, R., A. Supriadi dan S. Hanggita. (2013). Karakteristik dan mutu teh bunga lotus (nelumbo nucifera). *Jurnal Fishtech*, 2(1), 9-21. <https://doi.org/10.36706/fishtech.v2i1.1099>.
- Lestari P.A., N.A. Yusasrini, & A.A.I.S Wiadnyani. (2019). Pengaruh perbandingan terigu dan tepung kacang tunggak terhadap karakteristik *crackers*. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 8(4), 457-464.
- Liu, H., M. Zhang, Q. Ma, B. Tian, C. Nie, Z. Chen, & J. Li. (2020). Health beneficial effects of resistant starch on diabetes and obesity via regulation of gut microbiota: a review. *Food & Function*, 11(7), 1-51. <http://dx.doi.org/10.1039/D0FO00855A>.
- Makfoeld, et al. (2002). Kamus Istilah Pangan dan Nutrisi. Yogyakarta: Kanisius.
- Manoppo S. (2012). Studi Pembuatan Crackers dengan Sukun (Artocarpus Communis) Prigelatinisasi. Skripsi. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Meenu M. & B. Xu. (2018). A critical review on anti-diabetic and anti-obesity effects of dietary resistant starch. *Food Science and Nutrition*, 59(18), 3019-3031. DOI: 10.1080/10408398.2018.1481360.
- Melisa A. “Mengapa Kue Kering Dibuat dengan Tepung Terigu Protein Rendah?”. Baking World. <https://media.bakingworld.id/bahan-roti-amp-pastry/mengapa-kue-kering-dibuat-dengan-tepung-terigu-protein-rendah-1>. (accessed November 28, 2022).
- Mishartina A., A. Ansarullah, & N. Asyik (2018). Pengaruh formulasi breakfast cereal flakes berbahan baku ubi jalar putih (*ipomoeabatatasl.*) dan kacang merah (*phaseolusvulgarisl.*) terhadap penilaian organoleptik dan fisikokimia. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 3(2), 1221-1236.
- Natacia F. “Frequently Asked Questions: Crackers”. Ingredient. <https://www.ingredient.com/apac/en-sg/solving-a-challenge/innovation-with-idea-labs/snacking/snacking-knowledge/faqs-crackers.html>. (accessed December 23, 2022).
- Okoniewska M., & R.S. Witwer. (2007). *Natural Resistant Starch: An Overview Of Health Properties A Useful Replacement For Flour, Resistant Starch May Also Boost*

- Insulin Sensitivity And Satiety*. New York: Nutritional Outlook.
- Pangastuti H.A., D.R. Affandi, & D. Ishartani. (2013). Karakterisasi sifat fisik dan kimia tepung kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dengan beberapa perlakuan pendahuluan. *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(1), 20-29.
- Picauly P. & Tetelepta. (2016). Uji organoleptic *crackers* pisang tongka langit. *Agritekno*, 5(2), 53-57. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2016.5.2.53>.
- Pratama R.I., I. Rostini, & E. Liviawaty. (2014). Karakteristik biskuit dengan penambahan tepung tulang ikan jangilus (*Istiophorus* sp.). *Jurnal Akuatika*, 5(1), 30-39.
- Putri A. (2021). "Manfaat Serat untuk Kesehatan Tubuh Anda dan Keluarga". Fakultas Keperawatan UNAIR. <http://ners.unair.ac.id/site/index.php/news-fkp-unair/30-lihat/1345-5-manfaat-serat-untuk-kesehatan-tubuh-anda-dan-keluarga-2>. (accessed November 1, 2022).
- Putri D., Y. Wulandari, & N. Suhartati. (2016). Karakteristik fisikokimia dan sensoris es krim kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dengan variasi penambahan bubuk kelopak bunga rosella. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 1(1), 47-53.
- Putri W.D.R. (2021). *Pengembangan Ingridien Pangan Lokal Tinggi Pati Resisten* in Foodreview Indonesia: Better & More Sustainable Food Ingredients. Vol XVI. No 9. Bogor: Foodreview Indonesia. ch. 22, pp. 54-6.
- Ramadhani W., I. Indrawan, & S. Seveline. (2022). Formulasi *crackers* mocaf dengan penambahan tepung udang rebon serta karakteristiknya. *Jurnal Bioindustri (Journal of Bioindustry)*, 4(2), 93-108.
- Ridal S. (2003). Karakterisasi Sifat Fisiko-Kimia Tepung Dan Pati Talas (*Colocasia Esculenta*) dan Kimpul (*Xanthosoma* Sp.) dan Uji Penerimaan Alfa Amilase terhadap Patinya. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Rosida D.F. (2021). Modifikasi Pati dari Umbi-Umbian Lokal dan Aplikasinya untuk Produk Pangan. Surabaya: PMN Surabaya.
- Saberi F., F. Kouhsari., S. Abbasi, C.M. Rosell, M. Amini. (2021). Effect of baking in different ovens on the quality and structural characteristics of saltine *crackers*. *International Journal of Food Science and Technology*, 56(12), 6559–6571. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15372>.
- Sabir N.C., L. Lahming, & A. Sukainah. (2020). Analisis karakteristik *crackers* hasil substitusi tepung terigu dengan tepung ampas tahu. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 6(1), 41-54. <https://doi.org/10.26858/jptp.v6i1.11178>.
- Sajilata M.G., S.S. Rekha, & R.K. Puspha. (2006). Resistant starch - a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5(1), 1-17. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2006.tb00076.x>.
- Santoso A. (2011). Serat pangan (dietary fiber) dan manfaatnya bagi kesehatan. *Magistra*, 23(75), 35-40.
- Sari, M.P. (2018). Pengaruh Proporsi Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) Dan Tepung Kacang Hijau (*Vigna radiata* L) Pada Pembuatan Food Bar Terhadap Tingkat Kekerasan Dan Daya Terima. Skripsi. Fakultas Ilmu Kesehatan. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Shaliha L.A., S.B.M. Abduh, & A. Hintono. (2017). Aktivitas antioksidan, tekstur, dan kecerahan ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*) yang dikukus pada berbagai lama waktu pemanasan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(4), 141-160.
- Sinaga A.S. (2019). Segmentasi ruang warna 1* a* b. *Jurnal Mantik Penusa*, 3(1), 43-46.
- Skyles B.R. & I. Davidson. (2020). *Biscuit, Cookie and Cracker Process and Recipes*. Amsterdam: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2019-0-00338-X>.
- Statista. "Snack Food – Indonesia". Statista Market Forecast. <https://www.statista.com/outlook/cmo/foo>

- [d/confectionery-snacks/snack-food/indonesia](#). (accessed January 2, 2023).
- Sugiyono, E. Mariana, & A. Yulianto. (2013). Pembuatan crackers jagung dan pendugaan umur simpannya dengan pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 24(2), 129-137. <https://doi.org/10.6066/jtip.2013.24.2.129>.
- Syaiful, F. (2022). Pengaruh penambahan tepung komposit (kacang merah-kacang kedelai) terhadap karakteristik tortilla chips. *Pasundan Food Technology Journal (PFTJ)*, 9(2), 39-45.
- Tressl R., B. Helak, H. Koepler, & D. Rewicki. (1985). Formation of 2-(1-pyrrolidinyl)-2-cyclopentenones and cyclopent(b)azepin-8(1H)-ones as proline specific Maillard products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 33(6), 1132-1137. <https://doi.org/10.1021/jf00066a028>.
- USDA (United States Department of Agriculture). (2007). Beans, Kidney, California red, mature seeds, raw. USDA National Nutrient Database for standard Reference, Release 20.
- Wiadnyani A.A.I.S. & I.W.R. Widarta. (2017). The application of taro's starch which modified by autoclaving cooling on dry noodles. *Journal Food Security and Agriculture*, 1(1), 5-9.
- Wiadnyani A.A.I.S., I.D.G.M. Permana, & I.W.R. Widarta. (2017). Modifikasi pati keladi dengan metode *autoclaving-cooling* sebagai sumber pangan fungsional. *J Media Ilmiah Teknologi Pangan*, 4(2), 94-102.
- Wiadnyani A.A.I.S., I.K. Suter, dan I.W.R. Widarta. (2018). Chemical composition of modified cocoyam flour with spontaneous fermentation and *autoclaving-cooling* cycles to improve resistant starch content. *J Media Ilmiah Teknologi Pangan*, 5(1), 36-42.
- Widiawan I.A.E., K.A. Nocianitri, & N. K. Putra. (2013). Karakterisasi sifat fisiko - kimia pati talas kimpul (*xanthosoma sagittifolium*) termodifikasi dengan metode asetilasi. *Jurnal ITEPA*, 2(1), 1-10.
- Winarsi H. (2010). *Protein Kedelai dan Kecambah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Wisaniyasa N.W. & Suter I.K. (2016). Kajian sifat fungsional dan kimia tepung kecambah kacang merah (*phaseolus vulgaris* l.). *Media Ilmiah Teknologi Pangan*, 3(1), 26-34.
- Yanti S.F. (2014). "Karakteristik fisikokimia pati umbi keladi sebaring (*alocasia macrorhiza*) yang dimodifikasi dengan metode asetilasi dan aplikasinya pada produk mi kering". Thesis. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Yudistira E., & M.S.G. Fitriana. (2016). Pengaruh Tepung Komposit Jagung (*Zea mays*) dan Kedelai (*Glycine max*) terhadap Tingkat Kekerasan dan Daya Terima Biskuit. Doctoral dissertation. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Zambrano-Zaragoza M.L., E. Mercado-Silva, L.A. Del Real, E. Gutiérrez-Cortez, M.A. Cornejo-Villegas, D. Quintanar-Guerrero. (2014). The effect of nano-coatings with α -tocopherol and xanthan gum on shelf-life and *non-flaky crackers* of fresh-cut "red delicious" apples. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 22, 188-196.