

Analisis Fisikokimia, Sensori, dan Mikrobiologi Produk Cookies Tepung Beras Cokelat Germinasi (TBCG)

Physicochemical, Sensory, and Microbiological Analysis of Germinated Brown Rice Flour Cookies (TBCG) Products

Christina Mumpuni Erawati^{1*}, Tjandra Pantjajani¹, Rahel Alfaniah¹

¹Fakultas Teknobiologi Universitas Surabaya, Raya Kalirungkut, Surabaya 60293

*Korespondensi : christina_erawati@staff.ubaya.ac.id

Abstract

Some people experience health problems eating food products with wheat flour as the raw material. Brown rice sprouts or brown rice can be an alternative solution because it is easy to cook, has a softer texture, and a milder taste. This research is an experiment study of brown rice sprout cookies products whether they can replace cookies made from wheat flour. This study aims to evaluate the physicochemical, sensory, and microbiological characteristics of cookies made with germinated brown rice flour (GBRF) as a gluten-free alternative. The physicochemical tests included moisture content and water activity (Aw), physical tests included texture by texture analyzer and color by color reader, microbiological tests included Total Plate Count (TPC) and molds, also sensory evaluation to assess consumer acceptance. The results showed that cookies with 100% GBRF formulation had a moisture content of 3.70% and Aw of 0.42, meeting the SNI 2973:2018 standards. Microbiological tests showed that all samples were safe for consumption with TPC and mold values below the maximum SNI limits. Based on sensory evaluation which is included taste, color, texture and aroma parameters, cookies with 100% GBRF were the most preferred by the panelists. In addition, the de garmo effectiveness index showed the best treatment, was cookies with formulation of 100% germinated brown rice flour (GBRF), indicating significant potential as a healthy and consumer-accepted gluten-free product.

Keywords: *Germinated brown rice flour, Gluten-free cookies, Sensory*

Pendahuluan

Pengolahan pangan modern telah mengalami perkembangan pesat, dengan fokus pada diversifikasi dan peningkatan kualitas produk untuk memenuhi kebutuhan konsumen yang semakin beragam. Salah satu aspek penting dalam industri pangan adalah gluten, yaitu kandungan glutenin dan protein gladin yang terdapat pada tepung terigu yang bersumber dari gandum dan biji-bijian sejenis seperti barley dan rye. Gluten memberikan elastisitas dan kekenyalan pada adonan roti dan produk sejenis, memungkinkan adonan untuk mengembang dan mempertahankan bentuknya saat dipanggang [1]. Kandungan gluten dalam tepung terigu sangat penting dalam pembuatan roti, namun dapat merusak dinding usus halus bagi penderita gangguan

pencernaan, membuat mereka sulit menyerap gizi [2].

Bagi beberapa orang, gluten merupakan alergen yang harus dihindari, terutama penderita maag, autisme, serta *celiac disease*. Penderita autisme tidak dapat mengonsumsi makanan yang mengandung gluten dan kasein karena akan membentuk gluteomorfina dan kaseomorfina yang dapat mengakibatkan gangguan tingkah laku seperti hiperaktif. Penderita *celiac disease* harus menghindari gluten karena dapat memicu respons imun yang merusak usus kecil [1]. Oleh karena itu, inovasi pangan diperlukan untuk mengganti tepung terigu dalam pembuatan roti, mie, maupun produk sejenis seperti *cookies*. *Cookies*, yang mayoritas dibuat dengan tepung terigu, dapat dibuat dengan bahan dasar lain seperti tepung beras cokelat germinasi [3].

Kecambah beras cokelat atau beras pecah kulit (*germinated brown rice*) menjadi solusi alternatif karena mudah dimasak, memiliki tekstur lebih lunak, dan rasa yang lebih lembut. Pada tahun 2003, produk beras cokelat germinasi di Jepang berhasil terjual sebanyak 15 ribu ton dengan nilai pasar sekitar 15 miliar yen [4]. Beras cokelat mempertahankan lapisan dedak yang kaya gizi seperti serat, vitamin E dan B, asam γ -aminobutirat, dan asam ferulat. Meski kurang diminati karena waktu pemasakan yang lebih lama dan rasa yang kurang disukai, dengan meningkatnya kesadaran akan kesehatan, beras cokelat memiliki potensi menjadi lebih populer sebagai bahan alternatif yang lebih sehat dalam pembuatan *cookies* dan produk makanan lainnya [2].

Inovasi pangan berupa *cookies* dengan bahan baku beras pecah kulit dapat menjadi solusi bagi masyarakat yang sensitif terhadap gluten. Inovasi ini bertujuan memberikan lebih banyak pilihan dan variasi produk pangan di pasaran, meningkatkan nilai ekonomis bahan baku, serta mempertahankan atau meningkatkan mutu, terutama mutu gizi, daya cerna, dan ketersediaan gizi. Penelitian ini mempelajari bahwa produk pangan yang dihasilkan tidak hanya memenuhi standar kualitas, tetapi juga aman dan disukai panelis.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui apakah tepung beras germinasi dapat digunakan sebagai pengganti tepung terigu dan menghasilkan produk yang aman dan disukai para panelis. Penelitian dilakukan dengan pengujian fisikokimia, sensori, dan mikrobiologis. Analisis fisikokimia mengukur komposisi kimia dan sifat fisik dari *cookies* seperti uji aktivitas air, kadar air, uji warna, dan kekerasan. Analisis sensori menilai penerimaan konsumen terhadap rasa, aroma, tekstur, dan penampilan *cookies* melalui uji organoleptik. Analisis mikrobiologis memastikan *cookies* bebas dari kontaminasi mikroorganisme patogen sehingga aman untuk dikonsumsi. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu formulasi tepung beras cokelat germinasi dan tepung terigu (100:0, 50:50, 0:100). Pembuatan *cookies* dimulai dengan pencampuran Butter margarin dan gula yang sudah dihaluskan

dimixer dengan kecepatan rendah lalu ditambahkan telur, garam dan *vanilla extract* kemudian dimixer lagi hingga mengembang dan tidak terlalu pucat. Lalu ditambahkan tepung sesuai dengan perlakuan P1, P2, dan *reference*, susu skim bubuk, *baking soda*, *baking powder* semua bahan tersebut diayak secara perlahan dan diaduk secara merata. Setelah itu, adonan ditimbang ± 6.5 gram, dibulatkan dan disimpan dalam refrigerator selama 20-30 menit. Adonan *cookies* kemudian dipanggang selama 18-20 menit dengan suhu 160°C.

Tabel 1. Komposisi Formulasi *Cookies*

Bahan baku	Jumlah bahan (g)		
	R	P1	P2
Tepung beras			
coklat germinasi	-	95	190
Tepung terigu	100	95	-
Gula halus	60	60	60
Mentega	105	105	105
Garam	0,4	0,4	0,4
Telur ayam	55	55	55
Vanila ekstrak	2,1	2,1	2,1
Susu skim bubuk	15	15	15
Baking soda	0,6	0,6	0,6
Baking powder	1,2	1,2	1,2
Total	429,3	429,3	429,3

Analisis Data

Rancangan percobaan yang dilakukan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan parameter yang diuji adalah uji aktivitas air, kadar air, warna, tekstur, organoleptik (uji hedonik) dan mikrobiologi kontaminan. Seluruh pengujian diulangi sebanyak 3 kali kecuali organoleptik (uji hedonik). Data parametrik akan dianalisis dengan menggunakan *One Way ANOVA*, dan apabila hasil menunjukkan adanya perbedaan secara signifikan maka akan dilanjutkan dengan uji signifikansi menggunakan metode *Tukey HSD*. Sedangkan untuk data non parametrik uji hedonik menggunakan metode *Kruskal Wallis Test*, dan apabila hasil menunjukkan adanya perbedaan secara nyata maka akan dilanjutkan dengan uji lanjut *Mann Whitney*. Dilakukan uji analisis indeks efektivitas metode *de garmo* untuk menentukan perlakuan terbaik.

Hasil

Tabel 2. Uji Karakteristik Kimia Cookies.

Parame ter	Perlakuan			SNI 2973:201 8*
	R	P1	P2	
Kadar air (%)	3,27 ± 0,20 ^a	3,86 ± 0,06 ^b	3,70 ± 0,03 ^c	Maks. 5
Aktivitas Air (A_w)	0,43 ± 0,04 ^a	0,49 ± 0,02 ^b	0,42 ± 0,01 ^c	

Keterangan: Angka dengan superscript yang berbeda antar baris menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$) berdasarkan uji Kruskal Wallis, dilanjutkan dengan uji Mann Whitney untuk kadar air dan uji lanjut Tukey untuk uji aktivitas air.

Tabel 3. Uji Tekstur Hardness Cookies

Perlakuan	Hardness (cN)
R	613,00 ± 71,82 ^a
P1	969,00 ± 49,10 ^b
P2	739,78 ± 13,38 ^c

Keterangan: Angka dengan superscript yang berbeda antar baris menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$) berdasarkan uji Kruskal Wallis, dilanjutkan dengan uji lanjut Tukey.

Tabel 4. Uji warna cookies

Perla kuan	L*	b*	h*	Warna Tampak
R	68,77 ± 0,72 ^a	33,20 ± 0,44 ^a	66,21 ± 0,49 ^a	kuning-merah
P1	63,50 ± 0,82 ^b	30,17 ± 0,72 ^b	66,82 ± 0,29 ^a	kuning-merah
P2	61,13 ± 0,15 ^c	26,87 ± 0,15 ^c	65,64 ± 0,74 ^a	kuning-merah

Keterangan: Angka dengan superscript yang berbeda antar baris menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$) berdasarkan uji Kruskal Wallis, dilanjutkan dengan uji lanjut Tukey.

Tabel 5. Uji Mikrobiologis Kontaminan Cookies.

Parame ter	R	P1	P2	SNI 2973:2018*
ALT (koloni/g)	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	Maks. 1 x 10 ⁴
AKK (koloni/g)	<1 x 10 ¹	<1 x 10 ¹	<1 x 10 ¹	Maks. 5 x 10 ²

Tabel 6. Uji Hedonik Pada Cookies

Perla kuan	Parameter			
	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa
R	3,30 ± 1,12 ^a	3,56 ± 1,14 ^a	3,53 ± 1,16 ^a	3,79 ± 0,89 ^a
P1	3,95 ± 0,92 ^a	3,74 ± 0,82 ^a	3,37 ± 1,00 ^a	3,65 ± 0,87 ^a
P2	3,58 ± 1,14 ^a	4,12 ± 0,76 ^a	3,70 ± 1,08 ^a	3,86 ± 1,13 ^a

Keterangan: Angka dengan superscript yang berbeda antar baris menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$) berdasarkan uji Kruskal Wallis

Tabel 7. Penentuan Perlakuan Terbaik Cookies

Param eter	Bob ot	Perlakuan					
		R		P1		P2	
		N E	N P	N E	N P	N E	N P
Warna	0,40	0,00	0,00	1,00	0,20	0,43	0,17
Aroma	0,20	0,00	0,00	0,32	0,03	1,00	0,20
Tekstur	0,10	0,48	0,05	0,00	0,00	1,00	0,10
Rasa	0,30	0,67	0,20	0,00	0,00	1,00	0,30
TOTAL	1	1,15	0,25	1,32	0,23	3,43	0,77

Pembahasan

Uji Karakteristik Kimia Cookies.

Uji karakteristik kimia pada cookies (Tabel 2) menunjukkan bahwa kadar air dan aktivitas air (A_w) ketiga sampel cookies sesuai dengan syarat mutu biskuit SNI 2973:2018. Hasil ini mengindikasikan bahwa semua sampel memenuhi standar kadar air maksimum 5% [5]. Perbedaan signifikan pada kadar air dan aktivitas air menunjukkan variasi dalam komposisi bahan dan proses pemanggangan yang mempengaruhi kelembaban cookies. Nilai aktivitas air yaitu 0-1 dimana semakin besar nilai aktivitas air maka semakin kecil daya tahan produk begitu dengan sebaliknya semakin kecil nilai aktivitas air maka semakin lama daya tahan produk [6]. Penambahan bahan pengisi seperti gula dan lemak dapat mempengaruhi pengikatan air di dalam cookies. Gula memiliki sifat higroskopis yang dapat mengikat air sehingga dapat mengurangi jumlah air yang tersedia bagi mikroorganisme [7]. Cookies yang memiliki kadar air yang lebih tinggi dikarenakan proses germinasi pada tepung beras cokelat meningkatkan kandungan total *dietary fiber* sehingga kadar air pun ikut meningkat [8].

Uji Karakteristik Fisik Cookies

Hasil pengujian karakteristik fisik cookies (Tabel 3) menunjukkan bahwa cookies *reference* yang menggunakan tepung terigu memiliki nilai *hardness* terendah, sedangkan pada cookies P1 dan P2 dengan penambahan tepung beras cokelat (50% dan 100%) memiliki nilai *hardness* yang tinggi. Ini mungkin karena amilosa dan amilopektin dalam tepung beras cokelat berpengaruh terhadap kekerasan

produk *cookies*. Komponen pati pada tepung beras dapat menyebabkan *cookies* menjadi lebih keras [9].

Proses germinasi pada beras cokelat akan meningkatkan enzim dan kandungan zat gizi yang dapat mempengaruhi tekstur kekerasan *cookies*. Jika kedua jenis tepung tersebut dikombinasikan akan mengurangi total gluten pada produk sehingga karakteristik *cookies* akan lebih keras seperti pada *cookies* P1 yang memiliki perbandingan tepung terigu dan tepung beras coklat germinasi (50%:50%) menunjukkan peningkatan kekerasan yang signifikan dari *cookies reference*. Penurunan nilai *hardness* dari *cookies* P1 ke P2 menunjukkan bahwa *cookies* dengan 100% tepung beras coklat germinasi lebih rapuh dan kurang kohesif [10].

Selanjutnya, dilakukan pengujian terhadap parameter warna L^*b^* serta h^* . Sistem notasi warna Hunter dicirikan oleh nilai L (*Lightness*), dan b^* (*Yellowness*). Nilai L menggambarkan parameter kecerahan (*lightness*) dengan skala dari 0 hingga 100, di mana 0 menunjukkan warna paling gelap dan 100 menunjukkan warna paling terang. Notasi b^* (*Yellowness*) menggambarkan tingkat kuning dengan skala dari -70 hingga +70, di mana nilai negatif menunjukkan warna biru dan nilai positif menunjukkan warna kuning. Interval skala ini memungkinkan pengukuran yang akurat dan terperinci dari warna bahan yang diuji, membantu dalam penilaian kualitas visual [11]. Berdasarkan uji statistika (Tabel 4) pada sampel *cookies* terdapat perbedaan signifikan antara *cookies* R, P1 dan P2 terhadap parameter L^* , a^* dan b^* sedangkan pada h^* tidak ada perbedaan signifikan terlihat pada ketiga sampel dengan rentang 65 hingga 66 sehingga dapat disimpulkan bahwa *cookies* berada di daerah kisaran warna kromatisitas kuning-merah berdasarkan [12]. Proses pemanggangan dengan suhu tinggi menghasilkan pigmen senyawa lain yang memberikan warna coklat pada *cookies*. Penelitian [13] menunjukkan bahwa tepung beras coklat setelah germinasi dapat menghasilkan produk dengan tingkat warna yang lebih gelap karena reaksi Maillard yang lebih intensif. Variasi komposisi tepung terigu dan tepung beras coklat germinasi dapat mempengaruhi intensitas warna yang dihasilkan. Perubahan warna yang terlihat

pada produk akhir tidak selalu mencakup perbedaan yang signifikan dalam hue, terutama jika bahan baku dan proses pemanggangan relatif serupa [14].

Uji Mikrobiologis Kontaminan *Cookies*

Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 5) nilai Angka Lempeng Total (ALT) dan Angka Kapang Khamir pada ketiga sampel *cookies* telah memenuhi standar SNI 01-2973-2018 tentang syarat mutu biskuit karena nilai ALT ketiga sampel *cookies* kurang dari maksimum 1×10^4 dan nilai AKK kurang dari maksimum 5×10^2 [5]. Hal ini berkaitan dengan rendahnya nilai aktivitas air pada rentang 0,42 – 0,49 dimana bakteri akan tumbuh dengan minimum A_w 0,9, khamir 0,80 – 0,90 dan kapang 0,60 – 0,70 [15]. Pengujian Angka Lempeng Total dan Angka Kapang Khamir pada sampel *cookies* adalah langkah penting untuk memastikan bahwa produk tersebut aman untuk dikonsumsi dan memiliki kualitas yang baik.

Uji Organoleptik (Uji Hedonik) *Cookies*

Setelah produk di Analisis untuk mengetahui karakteristik fisikokimianya, selanjutnya produk *cookies* di uji berdasarkan tingkat penerimaan oleh konsumen. Uji organoleptik (Tabel 6) menggunakan metode hedonik dilakukan oleh 43 panelis yang tidak memiliki pelatihan khusus, dengan tanpa batasan dalam hal usia, jenis kelamin, atau riwayat penyakit. Produk *cookies* yang diuji memiliki kode pelabelan yang berbeda dan masing-masing produk ukurannya sama. Panelis diminta untuk mengisi formulir penilaian yang mencakup warna, aroma, rasa, dan tekstur, dengan hasil penilaian diukur dalam skala tingkat kesukaan yang terdiri dari (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) cukup, (4) suka, (5) sangat suka. Untuk penilaian tekstur diukur dalam 2 aspek, yaitu tekstur saat dipatahkan dan tekstur saat dikunyah. Uji hedonik dilakukan dengan memberikan kuisioner pada panelis.

Pada tabel 6, terlihat pada keempat parameter tidak berbeda secara signifikan yang diuji menggunakan metode *Kruskall-Wallis*. Pada parameter warna, P1 memiliki nilai tertinggi sedangkan *cookies reference* memiliki nilai terendah. Penilaian parameter warna berdasarkan kesukaan panelis. Penambahan tepung beras coklat germinasi pada *cookies* membuat warna *cookies* menjadi

lebih gelap, sedangkan *cookies* yang mendapatkan nilai kesukaan warna tertinggi merupakan *cookies* dengan kombinasi tepung terigu dan tepung beras cokelat germinasi, dimana penampakan warna *cookies* lebih menarik dibandingkan dengan *cookies reference* yang hanya tepung terigu dan terlihat pucat, sedangkan *cookies* dengan 100% tepung beras cokelat germinasi memiliki warna yang lebih gelap dari *cookies* P1.

Berbeda dengan parameter warna, pada parameter aroma, *cookies* yang menggunakan 100% tepung beras cokelat germinasi memiliki nilai paling tinggi. Panelis lebih menyukai aroma dari *cookies* P2 karena *cookies* tersebut memiliki aroma khas yang belum banyak di pasaran dan cukup kuat. Sedangkan *cookies reference* mendapatkan nilai kesukaan paling rendah, karena *cookies* ini hampir tidak memiliki aroma yang khas selain aroma susu, panelis mengatakan aroma tersebut sudah biasa.

Pada pengujian parameter tekstur urutan dari nilai yang terendah hingga tertinggi adalah *cookies* P1, *cookies reference*, dan *cookies* P2 dengan rentang 3.37 hingga 3.70. *Cookies* P1 mendapatkan nilai paling tinggi karena secara tekstur *cookies* ini memiliki komposisi yang tepat karena kombinasi dari tepung terigu dan tepung beras cokelat germinasi menghasilkan tekstur yang renyah dan memiliki struktur yang lebih kompak. Dibandingkan dengan *cookies reference* dan P1, P2 memiliki struktur yang lebih keras dan mudah rapuh karena *cookies* P2 berasal dari tepung yang *gluten-free*.

Pengujian organoleptik pada parameter rasa *cookies* P2 memiliki nilai tertinggi yaitu 3,86, sedangkan *cookies* P1 memiliki nilai paling rendah yaitu 3,65. Pada parameter ini tidak terdapat perbedaan secara signifikan karena rasa dari ketiga sampel *cookies* ini tidak jauh berbeda walaupun terdapat penambahan tepung beras cokelat germinasi karena pada dasarnya tepung beras cokelat germinasi tidak memiliki rasa yang khas. Penilaian pada parameter rasa ini didasarkan menurut selera dan preferensi panelis. Pada akhir pengujian organoleptik, panelis diminta untuk menentukan diantara ketiga sampel *cookies* tersebut mana yang paling disukai dari keseluruhan parameter penilaian. Pada pengujian ini didapatkan 10 orang menyukai *cookies reference*, 15 orang menyukai *cookies* dengan kombinasi tepung terigu dan tepung beras cokelat germinasi (50%:50%) sisanya

sebanyak 18 orang memilih *cookies* dengan 100% tepung beras cokelat germinasi.

Kesimpulan

Setelah dilakukan uji organoleptik maka dilakukan penentuan perlakuan terbaik dari diantara ketiga formula *cookies* dari hasil uji hedonik menggunakan metode uji indeks efektivitas *de garmo*. Hasil analisis dengan metode *de garmo* perlakuan terbaik dipilih berdasarkan nilai Nilai Produk (NP) yang paling tinggi. Berdasarkan hasil dari perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan nilai NP tertinggi adalah *cookies* P2 dengan formulasi 100% tepung beras cokelat germinasi.

Daftar Pustaka

1. Aini N, Sustriawan B, Widyanti AP, Mela E. Formulasi cookies bebas gluten dari tepung jagung-almond yang disuplementasi tepung kacang hijau dan variasi pemanis. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 2022 Dec 1;16(4):588-98.
2. Dayani F, Sari RN. Gluten-free cookies formulation using local composite flour of gadung, brown rice, and moringa leaves. *Journal of Agrotechnology and Food Processing*. 2023 Jun 30;3(1):1-3.
3. Kumalasari ID, Paramitha DA. Physico-Chemical and Organoleptic Characteristics of Cookies Made from Snake Fruit Cultivar Pondoh Flour (*Sallaca edulis* Reinw.) and Palm Stem Starch (*Arenga pinnata* Merr.). *Journal of Functional Food and Nutraceutical*. 2024 Sep 25:13-25.
4. Munarko H, Sitanggang AB, Kusnandar F, Budijanto S. Kecambah Beras Pecah Kulit: Proses Produksi dan Karakteristiknya Germinated Brown Rice: Production Process and Its Characteristics.
5. Badan Standardisasi Nasional. (2018). SNI 01-2973-2018. In Standardisasi Nasional Indonesia: Biskuit. Badan Standardisasi Nasional.
6. Leviana W, Paramita V. Pengaruh suhu terhadap kadar air dan aktivitas air dalam bahan pada kunyit (*Curcuma longa*) dengan alat pengering electrical oven. *Metana*. 2017;13(2):37-44.
7. Pratama R, Mulki MA, Saputro MR, Sani AR, Awaliyah RS. Pengaruh

- eksipien terhadap sifat fisik granul effervescent. *An-Najat*. 2024 Feb 27;2(1):137-54.
8. Bolarinwa IF, Lim PT, Muhammad K. Quality of gluten-free cookies from germinated brown rice flour. *Food Research*. 2019 Jun;3(3):199-207.
 9. Lasaji H, Assa JR, Taroreh MI. Kandungan protein, kekerasan dan daya terima cookies tepung komposit sagu baruk (*Arenga microcarpa*) dan kacang hijau (*Vigna radiata*). *Jurnal Teknologi Pertanian (Agricultural Technology Journal)*. 2023 Jun 30;14(1):57-71.
 10. Naqash F, Gani A, Gani A, Masoodi FA. Gluten-free baking: Combating the challenges-A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2017 Aug 1;66:98-107.
 11. Indrayati F, Utami R, Nurhartadi E. Pengaruh penambahan minyak atsiri kunyit putih (*Kaempferia rotunda*) pada edible coating terhadap stabilitas warna dan pH fillet ikan patin yang disimpan pada suhu beku. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2013 Oct;2(4).
 12. Hutchings JB, Luo MR, Ji W. Food appearance quality assessment and specification. In: *Instrumental assessment of food sensory quality* 2013 Jan 1 (pp. 29-53e). Woodhead Publishing.
 13. Serna-Saldivar SO, Clegg C, Rooney LW. Effects of parboiling and decortication on the nutritional value of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) and pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.). *Journal of Cereal Science*. 1994 Jan 1;19(1):83-9.
 14. Labuza TP, Hyman CR. Moisture migration and control in multi-domain foods. *Trends in Food Science & Technology*. 1998 Feb 1;9(2):47-55.
 15. Herawati H. Penentuan umur simpan pada produk pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*. 2008;27(4):124-30.