KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA COOKIES DENGAN VARIASI TEPUNG SORGUM DAN PATI JAGUNG SERTA VARIASI MARGARIN DAN WHEY

Physico-chemical Characteristics of Cookies in Different Level of Sorghum Flour, Corn Starch, Margarine, and Whey

Rinda Lestari Rahayu*, Ahmad Zaki Mubarak, Nur Istianah

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email: 98rindalestari@gmail.com

ABSTRAK

Cookies dapat diformulasikan dari bahan baku lokal, misalnya tepung sorgum. *Cookies* sorgum berwarna gelap dan bertekstur keras sehingga perlu ditambahkan pati jagung untuk meningkatkan kecerahan dan kerenyahan. Penelitian bertujuan menganalisis pengaruh proporsi tepung sorgum : pati jagung dan proporsi margarin : whey terhadap karakteristik fisikokimia *cookies*. Penelitian dirancang dengan Rancangan Acak Kelompok Faktorial. Faktor I proporsi tepung sorgum : pati jagung (70:30; 50:50; 30:70) dan Faktor II proporsi margarin : whey (80:0; 70:10; 60:20 dalam satuan g). Analisis data menggunakan Anova ($\alpha=0.05$), BNT, DMRT, dan Derringer's Desirability Function. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan proporsi tepung sorgum menyebabkan peningkatan kadar air, ALB, kemerahan, daya patah, dan kekerasan tetapi menyebabkan penurunan kecerahan, kekuningan, dan penyusutan berat. *Cookies* perlakuan terbaik adalah tepung sorgum 50% dan whey 10g, dengan kecerahan 57.1, kemerahan 7.0, kekuningan 21.57, susut berat 18.0%, daya patah 8.4N, kekerasan 6.7N, kadar air 2.7%, dan ALB 0.2%.

Kata kunci: Bubuk whey, *Cookies*, Pati jagung, Tepung sorgum

ABSTRACT

Cookies can be formulated from local raw material, such as sorghum flour. Sorghum produced dark and hard cookies, and required corn starch addition to increase lightness and decrease fracturability of cookies. This study aims to analyze the influence of sorghum flour : corn starch proportion and margarine : whey to the physico-chemical characteristics of cookies. This research was conducted by Factorial Randomized Complete Design consist of sorghum flour:corn starch proportion (70:30 ; 50:50 ; 30:70) and margarine:whey proportion (80:0; 70:10; 60:20). The data was analyzed using ANOVA ($\alpha=0.05$), LSD, DMRT and Derringer's Desirability Function. The results showed that sorghum flour increase water content, free fatty acid, redness, fracturability and hardness, and decrease lightness, yellowness, and weight loss. The best cookies formulated from sorghum flour 50% and whey powder 10g with water content 2.7%, FFA 0.2%, lightness 57.1, redness 7.0, yellowness 21.57, weight loss 18.0%, fracturability 8.4N, and hardness 6.7N.

Keywords: Cookies, Corn starch, Sorghum flour, Whey powder

PENDAHULUAN

Makanan ringan banyak diminati karena praktis dan beragam jenis, salah satunya adalah *cookies*. Bahan baku pembuatan *cookies* dan produk *bakery* lain didominasi oleh tepung terigu karena gluten dapat menghasilkan produk bertekstur kokoh dan mengembang. Akan tetapi konsumsi gluten berlebihan dapat menyebabkan penyakit seliak (Robert dan

Pillow, 2010) dan gangguan hiperaktif pada penderita autisme (Kira, 2014). Bahan baku tepung terigu, yaitu gandum (*Triticum spp.*), merupakan tanaman subtropis sehingga kebutuhan gandum Indonesia bergantung dari impor. Menurut BPS (2019), angka impor gandum di Indonesia meningkat per tahun dan pada tahun 2017 mencapai 11.43 juta ton (11.434.134.1 ton) dengan nilai CIF US\$ 2.647.824.900. Berdasarkan pertimbangan kesehatan dan tingginya impor gandum, maka diperlukan pengembangan produk bebas gluten dari bahan baku lokal, salah satunya tepung sorgum.

Sorgum mudah tumbuh di iklim tropis dan tahan kekeringan (BPTP, 2013). Substitusi tepung sorgum pada cookies dapat meningkatkan kadar protein, tetapi menyebabkan cookies berwarna gelap (Katresna, 2017). Substitusi tepung sorgum pada biskuit menyebabkan adonan mudah hancur, sulit dibentuk (Biljwan, 2019), dan lengket (Onyango *et al.*, 2011). Oleh karena itu diperlukan pati jagung untuk membentuk adonan yang lembut dan kompak (Nurbaya, 2013) serta meningkatkan kecerahan cookies (Hazzizah dan Estiasih, 2013). Pembuatan cookies membutuhkan lemak cukup banyak sehingga menyebabkan cookies mudah tengik. Lemak juga menghasilkan tekstur yang lebih berpori sehingga cookies mudah menyerap air dan tekstur melunak (Sitanggang, 2017). Oleh karena itu diperlukan bahan yang dapat mencegah migrasi kelembaban dan mempertahankan kekakuan tekstur cookies selama penyimpanan, yaitu bubuk whey. Penambahan bubuk whey sebesar 5% dapat menurunkan laju perubahan aktivitas air (A_w) cookies Amaretti selama penyimpanan karena adanya protein dan laktosa yang mengikat air (Secchi *et al.*, 2011). Penambahan Whey Protein Concentrate meningkatkan kadar protein dan daya penerimaan tekstur secara sensoris, serta menyebabkan warna, A_w dan tekstur instrumental cookies tetap stabil selama penyimpanan 15 hari (Marques *et al.*, 2016). Oleh karena itu tujuan penelitian ini ialah menganalisis pengaruh proporsi tepung sorgum : pati jagung dan proporsi margarin : whey terhadap karakteristik fisikokimia cookies serta menentukan formulasi terbaik.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan baku yang digunakan antara lain tepung sorgum putih varietas pahat yang ditepungkan oleh CV Sedana Panen Sejahtera, Jombang, dan pati jagung bermerk dagang "Maizenaku". Bahan lain yang digunakan antara lain garam (Indomaret), gula halus (Rose Brand), margarin (Simas), *baking powder* (Koepoe Koepoe), *whey powder* (Darigold), dan telur. Bahan analisis yang digunakan antara lain PE, etanol 95%, indikator PP 1%, aquades, dan NaOH 1 N.

Alat

Alat yang digunakan adalah *color reader*, desikator (Nalgene), *Universal Testing Machine spec Digital Force Gauge* (ZP-200 N, Imada), oven listrik (WTC BINDER), timbangan analitik (M-310. Denver Instrument), timbangan analitik (M-310. Denver Instrument), *shaker waterbath*, *shaker*, erlenmeyer, gelas beaker, pipet tetes, mortar dan alu, pipet ukur, bulb, pengaduk kaca, gelas ukur, gelas beaker, tabung reaksi, buret, dan statif.

Desain Penelitian

Desain penelitian ini ialah Rancangan Acak Kelompok Faktorial. Faktor I adalah proporsi tepung sorgum : pati jagung (70:30; 50:50; 30:70) dan Faktor II proporsi margarin : whey (80:0; 70:10; 60:20 g) serta diulang 3 kali.

Tahapan Penelitian

Pembuatan cookies diawali dengan pengadukan adonan *creaming* (margarin, sukrosa, telur, dan *baking powder*) selama 5 menit menggunakan *mixer* kecepatan sedang. Kemudian ditambahkan tepung sorgum, pati jagung, garam, dan bubuk whey, serta diaduk menggunakan spatula selama 5 menit. Setelah itu didiamkan selama 15 menit untuk *resting*.

Adonan ditimbang 10 g dan dicetak dengan ukuran 6x3 cm dan ketebalan 0.5 cm. Lalu dioven selama 25 menit dengan suhu 150°C dan dianalisis.

Analisis Data

Analisis data yang dilakukan antara lain Anova, uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil), dan DMRT (Duncan Multiple Range Test) pada taraf 5%. Perlakuan terbaik ditentukan menggunakan metode *Derringer Desirability Function*.

Prosedur Analisis

Kadar air dianalisis dengan metode oven, yaitu menghancurkan *cookies* dengan mortar dan alu. Kemudian menimbang sampel sebanyak 2 gram dan diletakkan di cawan alumunium. Setelah itu dikeringkan dalam oven hingga tercapai berat konstan dan ditimbang setiap jam (AOAC, 2005). Kadar asam lemak bebas dianalisis dengan metode titrasi. *Cookies* yang telah dihancurkan, diekstrak lemaknya dengan Petroleum eter. Kemudian ekstrak lemak *cookies* disaring dan dimaserasi dengan pelarut etanol 96% netral bersuhu 70°C menggunakan *shaker* selama 30 menit. Setelah itu ditambahkan indikator PP sebanyak 2 ml, lalu dititrasi dengan NaOH 0.1 N sampai terbentuk larutan berwarna merah muda (BSN, 2011). Analisis penyusutan berat dilakukan dengan menimbang berat adonan dan berat *cookies* menggunakan timbangan analitik. Daya patah dan kekerasan dianalisis dengan *Digital Force Gauge*, yaitu dengan meletakkan *cookies* di penampang. Kemudian mesin dijalankan hingga tuas mematahkan atau menekan *cookies*. Tuas yang digunakan untuk uji kekerasan berbentuk memanjang vertikal dan mengerucut, sedangkan tuas untuk uji daya patah berbentuk persegi yang memanjang horisontal (Midayanto dan Yuwono, 2014). Uji warna dilakukan dengan metode CIELAB menggunakan *color reader*. *Cookies* diletakkan di dalam plastik PE transparan, kemudian sensor alat diarahkan pada permukaan *cookies* dan dilakukan pengujian. Diulangi untuk tiga sisi *cookies* yang berbeda (Kusuma *et al*, 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Bahan Baku

Karakteristik bahan baku diperoleh dari klaim produk, antara lain kadar protein, lemak, dan karbohidrat. Analisis uji yang dilakukan antara lain kadar air dan warna (L, a, b). karakteristik bahan baku pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Bahan Baku

Parameter	Tepung Sorgum		Pati Jagung	
	Hasil Analisis/ klaim	Literatur	Hasil Analisis/ klaim	Literatur
Kadar air (%)	11.46 ± 0.11 ^a	9.20 ± 0.04 ^c	-	8.97-10.08 ^d
Protein (%)	12.50 ^b	8.29 ± 0.09 ^c	1.00 ^b	0.67 ^e
Lemak (%)	200 ^b	2.80 ± 0.08 ^c	-	0.39 ^e
Abu (%)	-	0.28 ± 0.00 ^c	-	0.39 ^e
Karbohidrat (%)	73.00 ^b	79.42 ± 0.31 ^c	89.00 ^b	98.79 ^e

Sumber: a [Hasil analisis], b [Klaim produk], c (Suprijadi, 2012), d (Suarni *et al.*, 2013), e (Alam and Nurhaeni, 2008).

Berdasarkan Tabel 1. terdapat beberapa perbedaan karakteristik dengan literatur. Perbedaan tersebut dapat disebabkan karena perbedaan varietas tanaman (Sastrahidayat dan Hadiastono, 2011), perbedaan metode penanaman, kondisi lingkungan, genetik (Daryono dan Maryanto, 2018), metode penepungan (Asropi *et al.*, 2019) dan metode ekstraksi pati (Alam dan Nurhaeni, 2008).

2. Karakteristik Cookies

a. Kadar Air

Hasil uji Anova ($\alpha = 0.05$) menunjukkan adanya perbedaan nyata pada perlakuan proporsi margarin : whey. Berdasarkan Tabel 2. peningkatan proporsi whey menyebabkan peningkatan kadar air. Hal ini diduga karena whey mengandung protein dan laktosa yang mampu mengikat air sehingga menurunkan penguapan air ketika pengovenan. Hal yang sama dinyatakan oleh Stear (2012) bahwa protein memiliki gugus hidroksil. Hasil yang sama juga dilaporkan pada hasil penelitian *pancake* tanpa telur (Akshata *et al.*, 2019) dan *cookies* Amaretti (Secchi *et al.*, 2011). Peningkatan proporsi margarin menurunkan kadar air diduga karena lemak membentuk laminasi hidrofobik di sekeliling komponen adonan sehingga hidrasi tepung terhambat. Stear (2012) juga menyatakan bahwa lemak dapat mengintervensi ikatan polar. Hasil yang sama juga dikemukakan pada penelitian *cookies* gembili (Prameswari dan Estiasih, 2013), *cookies* uwi putih (Hazzizah dan Estiasih, 2013), dan *cookies* talas umbi kuning (Nurbaya, 2013).

Tabel 2. Kadar Air Cookies Akibat Proporsi Margarin : Whey

Margarin : Whey (g)	Kadar Air (%)
80 : 0	2.08 ± 0.09 c
70 : 10	2.62 ± 0.16 b
60 : 20	3.12 ± 0.15 a

Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($\alpha = 0.05$)

b. Kadar Asam Lemak Bebas

Hasil Anova ($\alpha = 0.05$) menunjukkan terdapat perbedaan signifikan pada perlakuan proporsi tepung. Tabel 3. menunjukkan bahwa peningkatan proporsi tepung sorgum meningkatkan kadar ALB. Hal ini disebabkan tepung sorgum mengandung lemak 2.0% (Tabel 1.) dan lebih besar dibanding kadar lemak pati jagung sebesar 0.39% (Alam dan Nurhaeni, 2008). Peningkatan kadar lemak pada bahan dapat menyebabkan peningkatan hidrolisis lemak sehingga dihasilkan *cookies* dengan kadar ALB lebih tinggi. Hal ini didukung dengan pernyataan Gebreselassie dan Clifford (2016) bahwa tepung sorgum mengandung enzim lipase yang dapat mengkatalisis hidrolisis lemak.

Tabel 3 Kadar Asam Lemak Bebas Akibat Proporsi Tepung Sorgum : Pati Jagung

Tepung Sorgum : Pati Jagung (%)	Kadar Asam Lemak Bebas (%)
70 : 30	0.20 ± 0.04 a
50 : 50	0.19 ± 0.03 a
30 : 70	0.15 ± 0.03 b

Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0.05$)

Hasil Anova ($\alpha = 0.05$) menunjukkan terdapat perbedaan signifikan pada perlakuan margarin : whey. Tabel 4. menunjukkan bahwa peningkatan proporsi margarin meningkatkan kadar ALB. Hal ini disebabkan kadar lemak margarin mencapai 80% (Yuwono *et al.*, 2017) dan lebih tinggi dibandingkan whey yang sebesar 1.00-1.50% (Guo, 2019). Hidrolisis lemak yang menghasilkan asam lemak bebas diduga karena saat pengadukan terjadi kontak antara lemak, air, dan enzim lipase pada tepung sorgum. Menurut Gebreselassie and Clifford (2016) hidrolisis lemak berhenti ketika suhu mencapai 50°C karena enzim terinaktivasi. Hasil yang sama juga dikemukakan pada penelitian biskuit santang yang diperkaya dengan santan (Kumolontang, 2015), dan biskuit yang diperkaya dengan *flaxseed* (Rajiv *et al.*, 2012).

Tabel 4. Kadar Asam Lemak Bebas Cookies Akibat Proporsi Margarin : Whey

Margarin : Whey (g)	Kadar Asam Lemak Bebas (%)
80 : 0	0.21 ± 0.03 a
70 : 10	0.18 ± 0.03 b
60 : 20	0.15 ± 0.02 c

Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0.05$)

c. Warna

Kecerahan

Tabel 5. menunjukkan peningkatan proporsi tepung sorgum menyebabkan penurunan intensitas kecerahan (L^*) pada *cookies*. Hal ini diduga terjadi karena tepung sorgum mengandung protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan pati jagung sehingga reaksi Maillard berlangsung lebih signifikan. Berdasarkan klaim bahan baku pada Tabel 3.1. tepung sorgum mengandung protein 12.5% sedangkan protein pati jagung sebesar 0.67%. Hasil yang sama juga dikemukakan pada penelitian biskuit (Alfiana, 2016) dan *crumb* roti (Jafari *et al.*, 2017).

Tabel 5. Kecerahan Cookies Akibat Proporsi Tepung Sorgum : Pati Jagung

Tepung Sorgum : Pati Jagung (%)	Kecerahan (L^*)
70 : 30	55.00 ± 2.10 b
50 : 50	57.16 ± 3.55 ab
30 : 70	59.10 ± 2.84 a

Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0.05$)

Berdasarkan Tabel 6. peningkatan intensitas kecerahan (L^*) terjadi jika proporsi margarin meningkat dan proporsi whey menurun. Hal ini diduga karena whey mengandung protein sebesar 11.0-14.5% dan lebih tinggi daripada margarin, serta kandungan laktosa sebesar 63.0-75.0% pada whey (Guo, 2019). Protein dan laktosa pada whey berperan dalam reaksi Maillard sebagai penyedia gugus amino dan gula reduksi sehingga kecerahan (L^*) *cookies* menurun. Hasil serupa juga dikemukakan pada penelitian *cookies* uwi putih (Hazzizah dan Estiasih, 2013), *cookies* tepung amaranth dan *chickpea* (Sarabhai, 2017) dan *cookies* Amaretti (Secchi *et al.*, 2011).

Tabel 6. Kecerahan Cookies Akibat Proporsi Margarin : Whey

Margarin : Whey (g)	Kecerahan (L^*)
80 : 0	59.91 ± 2.74 a
70 : 10	57.05 ± 1.60 b
60 : 20	54.30 ± 1.98 c

Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0.05$)

Kemerahan

Hasil Anova menunjukkan adanya interaksi antara kedua faktor. Pada Tabel 7, intensitas kemerahan meningkat dengan peningkatan proporsi tepung sorgum dan whey. Hal ini diduga terjadi karena reaksi Maillard dan karamelisasi.

Tabel 7. Kemerahan Cookies Akibat Interaksi Kedua Faktor

Perlakuan		Rata-Rata Intensitas Kemerahan (a^*)
Proporsi Tepung Sorgum : Pati jagung (%)	Proporsi Margarin : Whey (g)	
70 : 30	80 : 0	6.43 ± 0.42 b
	70 : 10	7.92 ± 0.81 de
	60 : 20	8.22 ± 0.47 e
50 : 50	80 : 0	3.41 ± 0.35 a
	70 : 10	7.05 ± 0.40 bcd
	60 : 20	8.01 ± 0.64 de
30 : 70	80 : 0	3.15 ± 0.53 a
	70 : 10	6.82 ± 0.89 bc
	60 : 20	7.64 ± 0.21 cde

Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0.05$)

Tepung sorgum dan whey mengandung protein sehingga saling bersinergis dalam reaksi Maillard. Laktosa pada whey juga berkontribusi mempercepat reaksi Maillard dan

karamelisasi karena laktosa merupakan gula sederhana yang lebih reaktif dibandingkan pati. Warna coklat yang terbentuk dapat diinterpretasikan sebagai kemerahan karena menurut Wijaya and Anastasya (2019) warna coklat merupakan warna tersier yang dihasilkan dari perpaduan warna jingga dan ungu. Warna jingga merupakan warna sekunder yang tersusun atas warna merah dan kuning, sedangkan ungu merupakan perpaduan antara merah dan biru. Hasil yang sama juga dikemukakan pada penelitian *cookies* talas umbi kuning (Nurbaya, 2013), biskuit (Alfiana, 2016), dan *cookies* terigu (Wani *et al.*, 2015).

Kekuningan

Hasil *Anova* menunjukkan perlakuan proporsi tepung sorgum : pati jagung berbeda signifikan. Berdasarkan Tabel 8, intensitas kekuningan meningkat akibat peningkatan proporsi pati jagung. Hal ini diduga disebabkan karena pati jagung memiliki warna yang lebih cerah dibandingkan tepung sorgum sehingga menghasilkan produk berwarna cerah. Menurut Rasyid dan Zainuddin (2019), pati jagung mengandung pigmen zeaxanthin, lutein, dan beta-karoten yang berkontribusi terhadap warna kuning. Hasil yang sama juga dikemukakan pada penelitian biskuit (Alfiana, 2016) dan *cookies* tepung gembili (Prameswari dan Estiasih, 2013).

Tabel 8. Intensitas Kekuningan (b*) Cookies Akibat Proporsi Tepung Sorgum : Pati Jagung

Tepung Sorgum : Pati Jagung (%)	Intensitas Kekuningan (b*)
70 : 30	21.22 ± 0.39 b
50 : 50	21.82 ± 1.27 b
30 : 70	24.71 ± 0.94 a

Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0.05$)

d. Penyusutan berat

Hasil *Anova* menunjukkan perlakuan proporsi tepung sorgum : pati jagung berbeda signifikan. Penyusutan berat *cookies* dipengaruhi oleh kandungan protein dan amilopektin. Tepung sorgum mengandung protein dan amilopektin lebih tinggi dibanding pati jagung, sehingga memiliki gugus hidroksil lebih banyak yang meningkatkan kemampuan mengikat air. Hal ini didukung dengan pernyataan Foschia *et al.* (2017) bahwa protein pada bahan dapat mencegah penguapan air karena memiliki ikatan hidrogen, sehingga dihasilkan densitas produk yang lebih tinggi. Hasil yang sama juga dikemukakan pada penelitian kue (Zhong *et al.*, 2018), roti sorgum (Onyango *et al.*, 2011), dan biskuit (Conforti *et al.*, 2012).

Tabel 9. Persen Penyusutan Berat Cookies Akibat Proporsi Tepung Sorgum : Pati Jagung

Tepung Sorgum : Pati Jagung (%)	Penyusutan Berat %
70 : 30	17.07 ± 1.05 a
50 : 50	18.04 ± 1.48 b
30 : 70	18.98 ± 1.43 c

Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0.05$)

Tabel 10 menunjukkan peningkatan proporsi whey menyebabkan penurunan *baking loss*. Hal ini terjadi karena whey mengandung protein yang memiliki gugus hidroksil dan mampu mengikat air dengan kapasitas tertentu atau *Water Holding Capacity* (WHC). Whey dapat menurunkan *baking loss* karena adanya laktosa yang merupakan disakarida. Gula merupakan bahan yang dapat mengikat air sehingga menurunkan air bebas. Air yang terikat sukar menguap ketika dioven. Menurut Guo (2019) bubuk whey mengandung protein sebesar 11.0-14.5% dan laktosa 63.0-75.0%, sedangkan menurut Yuwono *et al.* (2017) margarin tersusun atas 80% lemak, 20% air, dan tidak mengandung protein. Penelitian lain yang juga mengemukakan bahwa penambahan whey dan bahan substitusi lemak lain dapat menurunkan *baking loss* pada roti terigu (Wronkowska *et al.*, 2015) dan biskuit sorgum (Omoba dan Omogbemile, 2013).

Tabel 10. Rata-Rata % Penyusutan Berat Cookies Akibat Proporsi Margarin : Whey

Margarin : Whey (g)	Penyusutan Berat %
80 : 0	19.31 ± 0.99 c
70 : 10	18.02 ± 0.97 b
60 : 20	16.76 ± 0.62 a

Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0.05$)

e. Daya patah

Tabel 11. menunjukkan peningkatan proporsi tepung sorgum menyebabkan peningkatan daya patah cookies. Peningkatan dikarenakan tepung sorgum mengandung protein dan amilopektin yang lebih tinggi dibandingkan pati jagung sehingga dihasilkan struktur cookies yang lebih kokoh. Penyebab lain adalah ukuran tepung sorgum cukup besar, yaitu 80 mesh sehingga memerlukan waktu yang lama untuk hidrasi. Hal ini didukung dengan pernyataan Onyango *et al* (2011) bahwa partikel endosperma dan *bran* sorgum tidak dapat membentuk ikatan yang kuat sehingga tepung sorgum tidak mampu mengembang dan mempertahankan gas yang terbentuk ketika pengovenan. Partikel tersebut mengalami deformasi, menyusut, membentuk struktur yang padat dan kokoh sehingga meningkatkan daya patah. Hasil yang sama juga dikemukakan pada penelitian penelitian biskuit terigu (Rosniar, 2016), cookies talas umbi kuning (Nurbaya, 2013), dan cookies gembili (Prameswari dan Estiasih, 2013).

Tabel 11. Rata-Rata Daya Patah Cookies Akibat Proporsi Tepung Sorgum : Pati Jagung

Tepung Sorgum : Pati Jagung (%)	Daya Patah (N)
70 : 30	9.30 ± 1.86 a
50 : 50	8.08 ± 1.78 b
30 : 70	7.27 ± 1.98 b

Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0.05$)

Tabel 12. menunjukkan daya patah cookies meningkat dengan peningkatan proporsi whey. Hal ini disebabkan karena penambahan whey meningkatkan kadar protein dan laktosa pada cookies. Protein berperan sebagai pengikat air dan komponen bahan (pengemulsi) sehingga dihasilkan cookies yang lebih kokoh. Sementara laktosa berperan mengikat air sehingga mengurangi penguapan air saat dioven dan mempertahankan kekokohan tekstur. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Estiasih *et al.* (2016) bahwa bahan yang memiliki daya ikat tinggi dapat meningkatkan kekokohan tekstur sehingga daya patah meningkat. Margarin melubrikasi komponen adonan cookies sehingga menghambat hidrasi dan meningkatkan kerenyahan cookies. Hasil yang sama juga dikemukakan bahwa peningkatan rasio margarin menurunkan daya patah cookies uwi putih (Hazzizah dan Estiasih, 2013) dan cookies talas umbi kuning (Nurbaya, 2013). Sementara penggunaan whey sebagai substitut lemak meningkatkan daya patah cookies (Sarabhai dan Prabhasankar, 2015) dan roti (Paul *et al.*, 2019).

Tabel 12. Rata-Rata Daya Patah Cookies Akibat Proporsi Margarin : Whey

Margarin : Whey (g)	Daya Patah (N)
80 : 0	6.29 ± 0.92 c
70 : 10	8.37 ± 1.37 b
60 : 20	9.99 ± 0.81 a

Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0.05$)

f. Kekerasan

Tabel 13. menunjukkan peningkatan proporsi tepung sorgum menyebabkan peningkatan kekerasan cookies. Peningkatan tersebut diduga disebabkan karena kadar

protein dan amilopektin pada tepung sorgum. Protein dan amilopektin memiliki gugus hidroksil sehingga menghasilkan cookies yang lebih kokoh dan keras. Sementara itu, pati jagung memiliki kadar amilosa yang lebih besar sehingga sukar mempertahankan air yang diikat. Akibatnya, perlakuan dengan proporsi pati jagung lebih tinggi memiliki nilai kekerasan lebih kecil. Hasil ini sesuai dengan pernyataan Estiasih *et al* (2016) bahwa pati dapat membentuk ikatan kohesif dan melarutkan partikel endosperma dan *bran* sorgum sehingga dapat terbentuk gel pati yang lebih seragam dan tekstur lembut. Hasil yang sama juga dikemukakan pada penelitian biskuit terigu (Saputro *et al*, 2017), roti (Onyango *et al*, 2011), dan cookies uwi putih (Hazzizah dan Estiasih, 2013).

Tabel 13. Rata-Rata Kekerasan Cookies Akibat Proporsi Tepung Sorgum : Pati Jagung

Tepung Sorgum : Pati Jagung (%)	Kekerasan (N)
70 : 30	8.04 ± 1.19 a
50 : 50	7.01 ± 1.83 b
30 : 70	6.58 ± 1.80 b

Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0.05$)

Tabel 14. menunjukkan peningkatan proporsi whey menyebabkan peningkatan kekerasan cookies. Hal ini diduga karena whey mengandung protein dan laktosa yang dapat mengikat air dan meningkatkan kekakuan tekstur. Margarin dapat menurunkan kekerasan cookies karena berperan sebagai pelumasan di sekeliling komponen bahan. Pelumasan tersebut menghasilkan tekstur yang lebih lunak. Hal ini didukung dengan pernyataan Marques *et al*. (2016) bahwa laktosa dapat mengalami rekristalisasi setelah pengovenan sehingga dihasilkan tekstur yang keras. Menurut Dian (2018), tekstur lunak diperoleh karena margarin menciptakan kondisi hidrofobik yang menghambat penyerapan air dan memerangkap gas ketika pengovenan. Hasil yang sama juga dikemukakan pada penelitian roti *multigrain* (Paul *et al.*, 2019), cookies amaranth dan kacang arab atau *chickpea* (Sarabhai dan Prabhasankar, 2015), dan cookies terigu (Wani *et al*, 2015) dan (Gani *et al.*, 2015).

Tabel 14. Rata-Rata Kekerasan Cookies Akibat Proporsi Margarin : Whey

Margarin : Whey (g)	Kekerasan (N)
80 : 0	5.74 ± 1.17 c
70 : 10	6.97 ± 0.65 b
60 : 20	8.92 ± 0.47a

Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0.05$)

g. Penentuan Perlakuan Terbaik

Perlakuan terbaik ditentukan menggunakan persamaan *Derringer Desirability Function*. Parameter kadar air dan kadar ALB dihitung dengan persamaan *minimum desirability*. Batas maksimal kadar air 5% dan kadar asam lemak bebas 1% sesuai SNI Biskuit 2973:2011. Parameter warna (L, a, b), susut berat, daya patah, dan kekerasan ditentukan dengan persamaan *targeted desirability* yang dibandingkan dengan kontrol. Hasil perhitungan persamaan Derringer ditunjukkan pada Tabel 15.

Tabel 15. Perhitungan Persamaan Derringer

Sam- pel	L	a	b	Susut Berat	Daya Patah	Kekerasan	Kadar Air	ALB	D	Ra nk
L1T1	0.58	0.81	0.19	0.46	0.48	0.91	0.83	0.84	0.58	4
L1T2	0.45	0.54	0.25	0.76	0.97	0.70	0.66	0.90	0.61	3
L1T3	0.19	0.34	0.18	0.92	0.38	0.14	0.50	0.93	0.36	7
L2T1	0.94	0.08	0.38	0.22	0.27	0.33	0.83	0.88	0.38	6
L2T2	0.60	0.95	0.24	0.51	0.70	0.97	0.67	0.89	0.64	1
L2T3	0.28	0.48	0.16	0.80	0.96	0.28	0.54	0.94	0.47	5
L3T1	0.83	0.02	0.56	0.06	0.12	0.10	0.88	0.91	0.22	8
L3T2	0.74	0.90	0.54	0.28	0.43	0.85	0.74	0.94	0.63	2
L3T3	0.55	0.73	0.41	0.62	0.90	0.46	0.59	0.97	0.63	2

SIMPULAN

Peningkatan proporsi tepung sorgum berpengaruh nyata terhadap penurunan intensitas kecerahan (L^*) dan intensitas kekuningan (b^*), serta peningkatan intensitas kemerahan (a^*), berat, daya patah, kekerasan, dan asam lemak bebas. Peningkatan proporsi whey berpengaruh nyata terhadap penurunan intensitas kecerahan (L^*) dan asam lemak bebas, serta peningkatan intensitas kemerahan (a^*), berat, daya patah, kekerasan, dan kadar air. Perlakuan terbaik yang menghasilkan cookies dengan karakteristik menyerupai kontrol (tepung terigu) adalah proporsi tepung sorgum 50% dan proporsi margarin : whey sebesar 70:10. Hal ini membuktikan bahwa pati jagung dan bubuk whey mampu memperbaiki karakteristik cookies sorgum.

DAFTAR PUSTAKA

- Akshata, B., Indrani, D., & Prabhasankar, P. (2019). Effects of Ingredients and Certain Additives on Rheological and Sensory Characteristics of Gluten-Free Eggless Pancake. *Journal of Food Processing and Preservation* 43, 1-9.
- Alam, N., & Nurhaeni. (2008). Komposisi Kimia dan Sifat Fungsional Pati Jagung Berbagai Varietas yang Diekstrak dengan Pelarut Natrium Bikarbonat. *Agroland: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian* 15(2), 89-94.
- Alfiana, T. A. (2016). Pengaruh Substitusi Tepung Sorgum Tanpa Sosoh terhadap Warna dan Daya Patah Biskuit. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis: Association of Official Analytic Chemists*. Washington DC: Benjamin Franklin Station.
- Asropi, A., Bintoro, N., Karyadi, J.N.W., Rahayoe, S., & Saputro, A.D. (2019). Kinetika Perubahan Sifat Fisik dan Kadar Tanin Biji Sorgum (*Sorghum Bicolor* L.) selama Perendaman. *Agritech* 39, 222-233.
- Biljwan, M., Naik, B., Sharma, D., Singh, A., & Kumar, V. (2019). Recent Development in Dough Based Bakery Products: A Mini Review. *The Pharma Innovation Journal*. 8, 654-658.
- BPS. (2019). *Impor Biji Gandum dan Meslin Menurut Negara Asal Utama, 2010-2017*. 30 Oktober 2019 Ed. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- BPTP. (2013). *Sorgum: Kandungan Tinggi, Kaya Manfaat, Dukung Gluten Free Diet*. 9 Januari 2013 Ed. Jakarta: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian.
- BSN. (2011). *Biskuit SNI 2973:2011*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Conforti, P. A., Yamul., D. K. & Lupano., C. E. (2012). Influence of Milk, Corn Starch, and Baking Conditions on The Starch Digestibility, Gelatinization, and Fracture Stress of Biscuits. *Journal of Cereal Chemical* 89 (4), 205-210.
- Daryono, B. S. & Maryanto, S. D. (2018). *Keanekaragaman dan Potensi Sumber Daya Genetik Melon*. Yogyakarta: UGM Press.
- Dian, N. L. H. M. (2018). Palm Oil and Palm Kernel Oil: Versatile Ingredients for Food Applications. *Journal of Oil Palm Research* 29 (4), 487-511.
- Foschia, M., Horstmann, S. W., Arendt, E. K. & Zannini, E. (2017). Legumes as Functional Ingredients in Gluten-Free Bakery and Pasta Products. *Food Science and Technology* 8, 75-96.
- Gani, A., Broadway, A., Ahmad, M., Ashwar, B. A., Wani, A. A., Wani, S. M., Masoodi, F. & Khatkar, B. S. (2015). Effect of Whey and Casein Protein Hydrolysates on Rheological, Textural and Sensory Properties of Cookies. *Journal of Food Science and Technology* 52, 5718-5726.
- Gebreselassie, E. & Clifford, H. (2016). *Oxidative Stability and Shelf Life of Foods Containing Oils and Fats*. London: Elsevier.
- Guo, M. (2019). *Whey Protein Production, Chemistry, Functionality, and Applications*. Hoboken: Wiley.

- Hazzizah, H. & Estiasih, T. (2013). Karakteristik Cookies Umbi Inferior Uwi Putih (Kajian Proporsi Tepung Uwi: Pati Jagung dan Penambahan Margarin). *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 1, 138-147.
- Jafari, M., Koocheki, A., & Milani, E. (2017). Effect of extrusion cooking of sorghum flour on rheology, morphology and heating rate of sorghum–wheat composite dough. *Journal of Cereal Science*, 77, 49–57. doi:10.1016/j.jcs.2017.07.011
- Katresna, N. P. (2017). *Pengaruh Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum (Shorgum Bicolor L.) dan Tepung Terigu dengan Penambahan Bekatul Beras (Oryzae Sativa L.) terhadap Karakteristik Cookies*. Skripsi. Universitas Pasundan. Bandung.
- Kira, C. S. (2014). *Autism Spectrum Disorder: The Complete Guide To Understanding Autism*. Perigee. New York City.
- Kumolontang, N. (2015). Pengaruh Penggunaan Santan Kelapa dan Lama Penyimpanan terhadap Kualitas “Cookies Santang”. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri* 7 (2), 69-79.
- Kusuma, T. S., Kurniawati, A. D., Rahmi, Y., Rusdan, I. H., Widyanto, R. M. & Santoso, S. (2017). *Pengawasan Mutu Makanan*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Marques, G. D. A., Jose, J. F. B. D. S., Silva, D. A. & Silva, E. M. M. D. (2016). Whey Protein as A Substitute for Wheat in The Development of No Added Sugar Cookies. *Food Science and Technology* 67, 118-126.
- Midayanto, D. N. & Yuwono, S. S. (2014). Penentuan Atribut Mutu Tekstur Tahu untuk Direkomendasikan sebagai Syarat Tambahan dalam Standar Nasional Indonesia. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2 (4), 259-267.
- Nurbaya, S. (2013). *Pemanfaatan Talas Berdaging Umbi Kuning (Colocasia Esculenta (L.) Schott) dalam Pembuatan Cookies (Kajian Rasio Tepung Talas: Pati Jagung dan Tingkat Penambahan Margarin)*. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya.
- Omoba, O. & Omogbemile, A. (2013). Physicochemical Properties of Sorghum Biscuits Enriched with Defatted Soy Flour. *British Journal of Applied Science and Technology* 3 (4), 1246-1256.
- Onyango, C., Mutungi, C., Unbehend, G. & Lindhauer, M. G. (2011). Modification of Gluten Free Sorghum Batter and Bread Using Maize, Potato, Cassava Or Rice Starch. *Food Science and Technology* 44, 681-686.
- Paul, S., Kulkarni, S. P. & Rao, K. J. (2019). Utilisation of Concentrated Whey in The Production of Multigrain Bread: Optimisation of Solid Levels in Concentrated Whey and Temperatures of Baking. *International Food Research Journal* 26 (2), 599-606.
- Prameswari, R. D. & Estiasih, T. (2013). Pemanfaatan Tepung Gembili (Dioscorea Esculenta L.) dalam Pembuatan Cookies. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 1, 115-128.
- Rajiv, J., Indrani, D., Prabhasankar, P. & Rao, G. V. (2012). Rheology, Fatty Acid Profile and Storage Characteristics of Cookies as Influenced by Flax Seed (Linum Usitatissimum). *Journal of Food Science and Technology* 49 (5), 587–593.
- Rasyid, N. P. & Zainuddin, A. (2019). Pemanfaatan Pati Jagung Termodifikasi Teknik Microwave pada Mie Jagung. *Jurnal Teknologi Pertanian* 9 (1), 11-17.
- Roberts, A. G. & Pillow, C. (2010). *The Gluten-Free Good Health Cookbook: The Delicious Way To Strengthen Your Immune System and Neutralize Inflammation*. Evanston: Agate Publishing.
- Rosniar, M. (2016). Perbedaan Tingkat Kekerasan dan Daya Terima Biskuit dari Tepung Sorgum Yang Disosoh dan Tidak Disosoh. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Saputro, S. B., Karyantina, M. & Suhartatik, N. (2017). Karakteristik Biskuit dengan Variasi Substitusi Tepung Sorgum (Sorghum Bicolor L.) dan Ekstrak Jahe (Zingiber Officinale Rosch). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 2 (2), 89-95.
- Sarabhai, S. & Prabhasankar, P. (2015). Influence of Whey Protein Concentrate and Potato Starch on Rheological Properties and Baking Performance on Indian Water Chestnut Flour Based Gluten Free Cookie Dough. *Journal of Food Science and Technology* 63 (2), 1301-1308.
- Sastrahidayat, I. R. & Hadiastono, T. (2011). *Tanaman Kentang dan Pengendalian Hama Penyakitnya*. Universitas Brawijaya Press. Malang.

- Secchi, N., Stara, G., Anedda, R., Campus, M., Piga, A., Roggio, T. & Catzeddu, P. (2011). Effectiveness of Sweet Ovine Whey Powder in Increasing The Shelf Life of Amaretti Cookies. *Lwt-Food Science and Technology* 44 (4), 1073-1078.
- Sitanggang, A. B. (2017). Faktor Kerusakan Produk Bakeri dan Pengendaliannya. *Food Review Indonesia* 12 (2), 40-44.
- Stear, C. A. (2012). *Handbook of Breadmaking Technology*. New York City: Springer Science and Business Media.
- Wani, S. H., Gull, A., Allaie, F. & Safapuri, T. A. (2015). Effects of Incorporation of Whey Protein Concentrate on Physicochemical, Texture, and Microbial Evaluation of Developed Cookies. *Cogent Food & Agriculture* 1 (1).
- Wijaya, Y. & Anastasya, S. (2019). *Teknik Mewarna Menggunakan Cat Air*. Bantul: Alaf Media.
- Wronkowska, M., Jadacka, M., Smieta, M. S., Zander, L., Dajnowiec, F., Banaszczyk, P., Jelinski, T. & Szmatoewicz, B. (2015). Acid Whey Concentrated by Ultrafiltration A Tool for Modelling Bread Properties. *Food Science and Technology* 61, 172-176.
- Yuwono, S. S., Waziirah, E. & Putri, W. D. R. (2017). *Teknologi Pengolahan Pangan Hasil Perkebunan*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Zhong, Y., Zhu, H., Liang, W., Li, X., Liu, L., Zhang, X., Yue, H., Xue, J., Liu, X. & Guo, D. (2018). High Amylose Starch as A New Ingredient to Balance Nutrition and Texture of Food. *Journal of Cereal Science*. 81, 8-14.