

Karakter Biskuit Kelor (*Moringa oliefera*) Berbasis Pati Garut (*Maranta arundinacea*) Dan Tepung Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris L.*) Dengan Variasi Pemanis

Dian Rachmawanti Affandi¹, Khusnul Khotimah^{1*}, Rizky Brisha Nuary¹, Adhitya Pitara Sanjaya², Meli Sulistiowati²

¹ Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Sekolah Vokasi, Universitas Sebelas Maret

² Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret

*Corresponding author: khusnulnew2021@staff.uns.ac.id

(Diterima: 10 Agustus 2022; Disetujui: 13 Desember 2022)

ABSTRACT

The majority of biscuits currently assessing their nutritional value in the market are dominated by certain unbalanced compounds. The use of wheat flour and sugar as the main ingredients makes some people with special needs avoid these foods. Biscuits based on arrowroot starch and red bean flour with the addition of Moringa flour extract are expected to complement the nutrition of the biscuits. The substitute sweeteners of palm sugar and sorghum sugar are expected to produce biscuits that are better studied from the chemical, physical and sensory characteristics. This study aims to see the effect of substitution on chemical, physical and sensory characteristics and to determine the best formula by comparing it with control samples. The research design carried out was a completely randomized design with one factor. The sweetener variations used are (granulated sugar: palm sugar) 75:25, 50:50, 25:75, 0:100 and (granulated sugar: sorghum sugar) 75:25, 50:50, 25:75, 0:100 and 100% granulated sugar as a control. The results showed that biscuits with a combination of 25% sorghum sugar: 75% granulated sugar had the highest sensory value. Biscuits with 100% palm sugar sweetener which have the best nutritional value are found in biscuits with a combination of 100% palm sugar sweeteners examined from the total sugar content of 26.5% and calories of 4765.0 cal.

Keywords: arrowroot starch, biscuits, granulated sugar, moringa flour, palm sugar, red bean flour, sorghum sugar

ABSTRAK

Mayoritas nilai gizi biskuit didominasi oleh beberapa senyawa tertentu yang kurang seimbang. Penggunaan tepung terigu dan gula pasir sebagai bahan utama membuat beberapa orang dengan kebutuhan khusus harus menghindari makanan tersebut. Biskuit berbasis pati garut dan tepung kacang merah dengan penambahan ekstrak tepung kelor diharapkan dapat melengkapi gizi pada biskuit. Pemanis substitusi gula aren dan gula sorgum diharapkan dapat menghasilkan biskuit yang lebih baik. Dikaji dari karakteristik kimia, fisik, dan sensori. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi pemanis terhadap karakteristik kimia, fisik, dan sensoris biskuit serta menentukan formula terbaik dengan membandingkan dengan sampel kontrol. Rancangan penelitian yang dilakukan yaitu Rancangan Acak Lengkap dengan satu faktor. Variasi pemanis yang digunakan yaitu (gula pasir: gula aren) 75:25, 50:50, 25:75, 0:100 dan (gula pasir: gula sorgum) 75:25, 50:50, 25:75, 0:100 serta gula pasir 100% sebagai kontrol. Hasil menunjukkan, biskuit dengan kombinasi gula sorgum 25%: gula pasir 75% memiliki nilai sensori yang paling tinggi. Biskuit dengan pemanis 100% gula aren yang mempunyai nilai gizi terbaik dikaji dari kandungan gula total yaitu 26,5% dan kalori 4765.0 kal.

Kata kunci: biskuit, gula aren, gula pasir, gula sorgum, pati garut, tepung kacang merah, tepung kelor

Cite this as: Affandi. D. R., Khotimah. K., Nuary. R. B., Sanjaya. A. P., Sulistiowati. M. (2022). Karakteristik Biskuit Kelor (*Moringa Oliefera*) Berbasis Pati Garut (*Maranta Arundinacea*) dan Tepung Kacang Merah (*Phaseolus Vulgaris L.*) Dengan Variasi Pemanis. *Journal of Applied Agriculture, Health, and Technology* 1(2), 60-74.

PENDAHULUAN

Tepung pati garut dan tepung kacang merah digunakan untuk menghasilkan biskuit yang tinggi energi dan protein yang aman dikonsumsi oleh semua kalangan termasuk untuk orang-orang yang berkebutuhan khusus. Penambahan tepung daun kelor dipilih untuk melengkapi nutrisi dari biskuit. Hal tersebut dikarenakan daun kelor memiliki potensi yang besar untuk dijadikan sebagai sumber nutrisi pada produk pangan. Daun kelor kering mengandung nutrisi 0,5 kali vitamin C yang terdapat pada buah jeruk, 10 kali vitamin pada wortel, 17 kali kalsium pada susu, 15 kali kalium pada pisang, 9 kali protein yang terdapat pada yogurt, dan 25 kali zat besi pada bayam. Sedangkan [1] menunjukkan bahwa daun kelor mengandung senyawa beta karoten 12,9 mg/100 g, choline 96,9 mg/100 g, vitamin B1, thiamin 0,57 mg/100 g, vitamin B2 riboflavin 0,80 mg/100 g, vitamin B3 niacin 3,67 mg/100 g, vitamin C asorbic acid 58,3 mg/100 g, protein 29,5 g/100 g, lemak 2,18 g/100 g, karbohidrat 74,3 g/100 g, energy 327 kalori, fiber 16,86 g/100 g, calcium 2673,3 mg/100 g, magnesium (mg) 1077,08 mg/100 g, phosphor (p) 353,56 mg/100 g, potasium (k) 2402,1, copper (cu) 0,73 mg/100 g, iron (fe) 41,4 mg/100 g, isoleucine 2115,7 µg/100 g, leucine 36444,5 µg/100 g, lysine 25544,17 µg/100 g, methionine 5431,86 µg/100 g, phenylalanine 21739,24 µg/100 g, threonine 18594,36 µg/100 g, valine 27384,32 µg/100 g, thryptophan 6166,47 µg/100 g. Kandungan mineral dan vitamin yang terdapat pada daun kelor kering yang lengkap dapat menambahkan dan melengkapi nutrisi pada biskuit dengan bahan tepung pati garut dan tepung kacang merah yang tinggi energi dan protein.

Pembuatan biskuit menggunakan tepung pati garut, kacang merah, dan kelor sebagai bahan utama memerlukan pemanis untuk memberikan cita rasa,

warna, dan tekstur. Gula pada pembuatan biskuit maupun produk roti berperan sebagai bahan pemanis yang akan membentuk rasa, warna, dan tekstur. Penambahan gula pada pembuatan biskuit akan memberikan cita rasa manis selain itu penggunaan gula juga akan membentuk warna dan tekstur biskuit menjadi kecoklatan karena adanya reaksi mailard. Reaksi mailard terjadi disebabkan karena adanya reaksi gula pereduksi dengan gugus amino, sehingga produk akan berwarna kecoklatan (melanoidin) [2].

Gula pasir sebagai pemanis makanan memiliki kadar indeks glikemik yang tinggi yaitu 58 [3]. Tingginya indeks glikemik gula pasir dapat memberi dampak buruk bagi penderita diabetes dan penderita autisme yang harus mengurangi atau diet gula sehingga perlu dilakukan penggantian atau substitusi dengan menggunakan jenis pemanis lain. Konsumsi gula yang berlebihan dapat menimbulkan dampak negatif bagi tubuh seperti obesitas. Sedangkan fenomena yang terjadi saat ini olahan pangan yang menggunakan gula pasir sangat tinggi baik dalam skala rumah tangga maupun skala industri. Berdasarkan data yang dirilis oleh Kementerian Pertanian konsumsi gula untuk skala rumah tangga maupun skala industri dari tahun 2013-2017 relatif mengalami kenaikan. Pada tahun 2017 tercatat konsumsi gula rumah tangga sebanyak 2,8 juta ton dan untuk skala industri 2,9 ton. Konsumsi gula yang berlebih juga dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Normalnya, tubuh manusia dapat memproses metabolisme asupan gula maksimal 5% kebutuhan kalori. Namun, mayoritas gula yang dikonsumsi melebihi jumlah maksimal yang menyebabkan liver tidak dapat mengolah dan menyimpan kelebihan gula, kelebihan gula tersebut akan diproses tubuh menjadi kolesterol LDL (*low density lipoprotein*) dan trigliserida yang dapat membahayakan tubuh.

Untuk dapat menghasilkan biskuit yang aman dikonsumsi oleh semua

kalangan dan mengurangi dampak *negative* yang ditimbulkan dari konsumsi gula pasir, maka diperlukan substitusi pemanis dalam pembuatan biskuit. Pemanis yang dapat dijadikan *alternative* pengganti atau substitusi pemanis dalam bahan pangan antara lain *palm sugar* dan gula sorgum. *Palm sugar* dan gula sorgum memiliki karakteristik yang hampir sama dengan gula yaitu berbentuk kristal dan butir halus tetapi memiliki warna yang lebih gelap. Meskipun demikian *palm sugar* mempunyai kelebihan pada aroma dan rasa yang khas, terdapat keunggulan lain yang dimiliki oleh *palm sugar* dibandingkan dengan gula pasir yaitu indeks glikemik yang lebih rendah dari gula pasir yaitu 35 dengan kalori 386 cal [3]. Nira sorgum juga memiliki kelebihan indeks glikemik yang lebih rendah dari gula pasir yaitu indeks glikemik 43 dengan kalori pada sorgum 332 cal. Dengan kandungan indeks glikemik yang rendah pada *palm sugar* dan sorgum maka penggunaan substitusi gula sorgum aman dikonsumsi sebagai bahan tambahan pangan atau minuman untuk semua kalangan termasuk yang berkebutuhan khusus.

Tepung pati garut dan tepung kacang merah digunakan dalam pembuatan biskuit untuk memperoleh hasil biskuit yang memiliki kandungan nutrisi yang lebih baik dari biskuit yang berbasis tepung terigu. Tepung pati garut memiliki karbohidrat lebih tinggi dan tepung kacang merah yang tinggi protein. Hal ini dibuktikan dengan penelitian produk biskuit [4] dengan bahan yang digunakan yaitu tepung kacang merah dan tepung garut menghasilkan biskuit dengan kandungan protein yang lebih tinggi yaitu 10,79% dibandingkan biskuit dengan bahan tepung terigu yaitu 10,66%. Kandungan karbohidrat pada biskuit [4] lebih tinggi yaitu 72,19% dibandingkan *biscuit* dengan bahan tepung terigu yaitu sebesar 71,20%. Selain itu, penggunaan tepung pati garut dan kacang merah agar dapat menghasilkan biskuit yang bebas

gluten. Umbi garut tidak mengandung gluten sama halnya dengan kacang merah menurut [5] pada kacang merah tidak terdapat kandungan gluten. Sehingga aman untuk dikonsumsi semua kalangan termasuk orang dengan kebutuhan khusus seperti autism. Penambahan ekstrak kelor ditujukan sebagai sumber nutrisi pelengkap vitamin dan mineral pada biskuit sehingga biskuit yang dihasilkan memiliki nilai gizi yang lebih seimbang dan memiliki manfaat apabila dikonsumsi sebagai bahan makanan tambahan. Substitusi pemanis seperti *palm sugar* dan gula sorgum, diharapkan dapat memberikan hasil produk dengan indeks glikemik dan kalori yang rendah serta sensori yang lebih baik dibandingkan penggunaan gula pasir agar orang dengan kebutuhan khusus seperti penderita diabetes dan autism dapat mengkonsumsi biskuit tersebut.

METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain *hand mixer* Miyako, oven Kris (W V50A23), mangkok, spatula, *roller*, nampan, *plastic wrap*, cetakan, *frezzer*, Loyang (20x22 cm), neraca analitik, sendok, kuas, oven, desikator, botol timbang, timbangan analitik, penjepit, neraca analitik, pipet tetes, *bomb calorimeter*, kertas saring, *shaker*, *waterbath*, mikropipet, sentrifugasi, spektrofotometer *Chromameter*, UTM.

Bahan yang digunakan antara lain tepung kacang merah yang diproduksi oleh CV. Tani Kepyar Sleman Yogyakarta, pati garut yang diperoleh dari toko 21 Pasar Gede Surakarta, Margarin blueband, gula pasir gulaku, gula sorgum “Sorgum Food”, *palm sugar* Gunung pati, telur, vanili, Tepung Tapioka Sari Tany dan baking powder R&W aquades, larutan Ba(OH)₂, larutan ZnSO₄, Reagen Neison Soumogyi, Larutan arsenomolibdat, methyl orange, larutan Na₂CO₃.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian ini digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor yaitu jenis pemanis yang digunakan yang terdiri dari kombinasi gula pasir : gula palm dan kombinasi gula pasir : gula sorgum dengan formulasi 100 : 0 (a), 75 : 25 (b), 50 : 50 (c), 25 : 75 (d), 0 : 100 (e). Setiap perlakuan sampel dilakukan ulangan sebanyak tiga kali dan untuk analisis data dilakukan ulangan dua kali. Data yang diperoleh akan diuji dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) *one way* menggunakan SPSS versi 16.0. Bila hasil analisa menunjukkan beda antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada alfa 0,05.

Pembuatan Biskuit

Pembuatan biskuit diawali dengan proses penimbangan setiap bahan yang digunakan yaitu tepung pati garut, tepung kacang merah, margarin, telur, gula pasir, gula sorgum, *palm sugar*, susu skim, telur, garam, vanili, tepung tapioca, dan baking powder. Setelah masing-masing bahan ditimbang kemudian secara bertahap bahan dimasukkan ke dalam wadah, pertama campuran gula pasir, *palm sugar*, dan margarin masuk dalam proses *mixing* selama 3 menit dengan kecepatan sedang dilanjutkan dengan penambahan telur,

tepung maizena, vanili, baking powder, dan garam yang di *mixing* dengan kecepatan tinggi selama 5-7 menit. Proses selanjutnya adalah tepung garut dan tepung kacang dicampur dengan spatula selama 1-2 menit. Adonan tersebut kemudian masuk ke proses pendinginan selama 30 menit dilanjutkan dengan proses pencetakan lalu pemanggangan pada oven dengan suhu 150°C selama 30 menit. Kemudian dilanjutkan dengan proses pendinginan sampai mencapai suhu ruang dengan kondisi yang steril dan disimpan pada suhu ruang dalam wadah yang kedap udara dan aman dari benturan dan kondisi luar yang tidak diinginkan yang dapat merusak biskuit.

Parameter Penelitian

Parameter penelitian yang dilakukan yaitu parameter kimia yang meliputi; kadar air metode thermogravimetri [6], kadar gula reduksi [7], dan kadar kalori *bomb calorimeter*. Parameter fisik meliputi; analisa tekstur metode UTM [8], analisa warna *chromameter* LAB [9], dan Uin sensoris menggunakan uji Pembobotan [10].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kimia Biskuit

Data hasil analisa kimia *biscuit* dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Karakteristik kimia biskuit dengan variasi kombinasi jenis pemanis

Perlakuan		Karakteristik Kimia		
Kombinasi Pemanis	Formula	Kalori (kal)	Gula Reduksi (%)	Kadar Air (%)
Gula pasir : <i>palm sugar</i>	75:25	4920.9 ± 97.47 ^a	27.7 ± 0.25 ^b	3.82 ± 0.21 ^{abc}
	50:50	4815.3 ± 84.63 ^a	27.5 ± 0.37 ^b	4.98 ± 0.29 ^e
	25:75	4779.4 ± 92.43 ^a	27.5 ± 0.18 ^b	5.52 ± 0.37 ^f
	0:100	4765.0 ± 85.17 ^a	26.5 ± 0.09 ^a	6.05 ± 0.83 ^g
Gula pasir : gula sorgum	75:25	4937.5 ± 234.99 ^b	28.8 ± 0.52 ^c	4.48 ± 0.23 ^d
	50:50	4937.3 ± 44.89 ^b	29.4 ± 0.27 ^c	4.23 ± 0.35 ^{cd}
	25:75	4936.6 ± 41.95 ^b	29.9 ± 0.14 ^d	3.92 ± 0.14 ^{bc}
	0:100	4935.7 ± 191.19 ^a	30.0 ± 0.52 ^d	3.48 ± 0.13 ^{ab}
Gula pasir (kontrol)	100:0	4952.5 ± 75.91 ^b	30.1 ± 0.71 ^d	3.40 ± 0.25 ^a

Keterangan: Notasi yang terdapat pada satu kolom yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata pada $\alpha = 5\%$

Total Kalori

Data hasil analisa menunjukkan kalori biskuit tertinggi adalah 4952,5 kal dan terendah adalah 4765 kal. Biskuit kontrol dengan pemanis 100% gula pasir memiliki kalori 4952,5 kal. Nilai kalori dengan pemanis 100% gula pasir memiliki nilai kalori yang lebih tinggi dibandingkan dengan biskuit dengan pemanis 100% *palm sugar* yaitu 4765 kal. Hal ini sesuai dengan penelitian [11], bahwa biskuit dengan gula pasir sukrosa 100% memiliki kalori yang paling tinggi dibandingkan dengan biskuit dengan 2 atau lebih kombinasi pemanis. Menurut [12], penggunaan *palm sugar* sebagai substitusi pemanis pada pembuatan *snack bar* tepung komposit mempunyai pengaruh dapat menurunkan nilai kalori yang dihasilkan, semakin besar jumlah *palm sugar* yang digunakan dalam substitusi pemanis nilai kalori yang dihasilkan semakin rendah. Hal tersebut dikarenakan gula pasir memiliki kalori yang lebih

tinggi yaitu 364 kal dibandingkan dengan kalori pada *palm sugar* yang lebih rendah yaitu 268 kal [3]. Dengan demikian, penambahan gula pasir dalam pada pembuatan biskuit dengan kombinasi pemanis *palm sugar* dan gula pasir akan meningkatkan nilai kalori biskuit yang dihasilkan.

Biskuit dengan pemanis 100% gula sorgum memiliki nilai kalori 4935,7 kal, lebih rendah dibandingkan dengan kalori biskuit kontrol dengan pemanis 100% gula pasir yaitu 4952,5 kal. Namun tidak memberikan perbedaan yang signifikan. Hal ini dikarenakan menurut [13], kalori pada sorgum diketahui sebesar 332 kal. Nilai tersebut sedikit lebih rendah dibandingkan dengan nilai kalori pada gula pasir yaitu 364 kal [3]. Oleh karena itu, penambahan gula pasir tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai kalori pada biskuit dengan kombinasi pemanis gula pasir dan gula sorgum.

Biskuit dengan kombinasi pemanis 75% gula pasir dan 25% *palm sugar* memiliki nilai kalori 4920,9 kal. Jumlah tersebut lebih rendah dari biskuit dengan kombinasi pemanis 75% gula pasir dan 25% gula sorgum yaitu 4937,5 kal. Sama dengan biskuit dengan kombinasi pemanis 50% gula pasir dan 50% *palm sugar* memiliki nilai kalori 4815,3 kal yang mana jumlah tersebut lebih rendah dari biskuit dengan kombinasi pemanis 50% gula pasir dan 50% gula sorgum yaitu 4937,29 kal. Pada biskuit dengan kombinasi pemanis 25% gula pasir dan 75% *palm sugar* memiliki nilai kalori 4779,4 kal. Jumlah tersebut lebih rendah dari biskuit dengan kombinasi pemanis 25% gula pasir dan 75% gula sorgum yaitu 4936,6 kal. Biskuit dengan kombinasi gula pasir dan *palm sugar* mempunyai kalori yang lebih rendah dibandingkan dengan biskuit dengan kombinasi pemanis gula pasir dan gula sorgum. Hal tersebut disebabkan *palm sugar* memiliki 268 kal yang lebih rendah dibandingkan dengan kalori nira sorgum yaitu 332 kal. Kalori pada biskuit dengan kombinasi pemanis gula pasir dan *palm sugar* cenderung naik dengan semakin banyaknya jumlah gula pasir yang digunakan. Kalori pada biskuit dengan kombinasi pemanis gula pasir dan gula sorgum cenderung naik namun tidak memberikan perbedaan yang signifikan dikarenakan nilai kalori gula pasir dan sorgum yang tidak jauh berbeda.

Gula Reduksi

Analisis gula reduksi pada sampel biskuit dilakukan dengan metode Somogyi-Nelson yang merupakan metode penetapan kadar gula pereduksi, dimana prinsipnya, gula pereduksi akan mereduksi ion Cu^{2+} menjadi ion Cu^+ , kemudian ion Cu^+ ini akan mereduksi senyawa arsenomolibdat membentuk kompleks berwarna biru kehijauan [7]. **Tabel 1**, menunjukkan gula reduksi biskuit kontrol dengan pemanis 100% gula pasir yaitu gula reduksi 30.1% lebih

tinggi dibandingkan dengan biskuit dengan pemanis dengan kombinasi pemanis *palm sugar* dan gula pasir dengan berbagai konsentrasi. Kandungan gula reduksi cenderung naik dengan semakin banyaknya gula pasir yang digunakan, namun kandungan gula reduksi pada biskuit dengan kombinasi pemanis *palm sugar* dan gula pasir dengan berbagai konsentrasi memiliki nilai gula reduksi yang lebih rendah dari biskuit kontrol. Gula reduksi pada biskuit dengan kombinasi pemanis gula sorgum dan gula pasir dengan berbagai konsentrasi mempunyai kandungan gula reduksi yang cenderung tidak memberikan perbedaan yang signifikan karena nilai yang diperoleh tidak jauh berbeda. 100% *palm sugar* yaitu 26.5%. Hal tersebut dikarenakan gula pasir memiliki kandungan 90-100% gula sukrosa [3] sedangkan *palm sugar* memiliki kandungan 70-80% sukrosa. Menurut [14], pada proses pembuatan biskuit, kandungan sukrosa pada gula yang digunakan akan terhidrolisis menjadi gula pereduksi (glukosa dan fruktosa) pada saat pemanggangan sehingga semakin besar jumlah sukrosa yang terdapat pada gula maka semakin banyak jumlah gula reduksi yang terhidrolisis. Oleh karena itu penambahan gula pasir akan meningkatkan nilai gula reduksi pada biskuit dengan kombinasi pemanis *palm sugar* dan gula pasir (**Tabel 1**).

Biskuit dengan pemanis 100% gula sorgum memiliki nilai gula reduksi 30%. Nilai tersebut sedikit lebih rendah namun tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan gula reduksi biskuit kontrol dengan pemanis 100% gula pasir yaitu 30.1%. Hal ini diduga gula sorgum memiliki nilai gula sukrosa yang hampir sama dengan gula pasir. Menurut [15], sorgum manis yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan gula sorgum memiliki sukrosa sebanyak 85%, 9% glukosa, dan 6% fruktosa. Jumlah tersebut hampir sama dengan kandungan sukrosa pada gula pasir

sehingga penambahan gula pasir tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai gula reduksi pada biskuit dengan kombinasi pemanis gula pasir dan gula sorgum.

Biskuit dengan kombinasi pemanis 75% gula pasir dan 25% *palm sugar* memiliki nilai gula reduksi 27.70%. Jumlah tersebut lebih rendah dari biskuit dengan kombinasi pemanis 75% gula pasir dan 25% gula sorgum yaitu 28.84%. Sama dengan biskuit dengan kombinasi pemanis 50% gula pasir dan 50% *palm sugar* memiliki nilai gula reduksi 27.5% jumlah tersebut lebih rendah dari biskuit dengan kombinasi pemanis 50% gula pasir dan 50% gula sorgum yaitu 29.4%. Pada biskuit dengan kombinasi pemanis 25% gula pasir dan 75% *palm sugar* memiliki nilai gula reduksi 27.48%. Jumlah tersebut lebih rendah dari biskuit dengan kombinasi pemanis 25% gula pasir dan 75% gula sorgum yaitu 29.9%.

Kadar Air

Hasil penelitian pada **Tabel 1**, menunjukkan kadar air biskuit kontrol dengan pemanis 100% gula pasir memiliki kadar air 3,64%. Nilai kadar air biskuit kontrol dengan pemanis 100% gula pasir memiliki nilai kadar air yang lebih rendah dibandingkan dengan biskuit dengan pemanis 100% *palm sugar* yaitu 6,02%. Menurut [16] *palm sugar* mengandung senyawa protein sebanyak 2.82% per 100 g sedangkan protein pada gula pasir 0.06%. Protein mempunyai gugus C=O H dan N menyebabkan molekul air membentuk ikatan *hydrogen* dengan molekul lain. Air terikat lemah karena teradsorpsi pada permukaan koloid makromolekuler seperti protein, pectin pati, dan selulosa. Selain itu air juga

terdispersi diantara koloid tersebut dan merupakan pelarut zat yang ada dalam sel. Air dalam ini masih memiliki sifat air bebas dan dapat dikristalkan dalam proses pembekuan [17].

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian [18], biskuit dengan substitusi *palm sugar* sebanyak 50% mengalami peningkatan kadar air 0,14% dari biskuit kontrol dengan pemanis 100% gula pasir. Substitusi *palm sugar* pada pembuatan *creamcheese cake* dan meningkatkan kadar air *cake* yang dihasilkan. Substitusi *palm sugar* 5-30% meningkatkan 9,52% kadar air *cake*. Tingginya kadar air produk yang menggunakan pemanis *palm sugar* atau substitusinya dapat dikarenakan terdapat kandungan karbohidrat berupa gula invert sebagai bahan penghambat analisis kadar air. Kandungan gula invert pada *palm sugar* yang lebih tinggi dibandingkan gula pasir. Gula invert adalah senyawa sukrosa yang terinversi atau menjadi gula reduksi dalam bentuk glukosa, fruktosa atau campuran keduanya [19]. Kandungan gula invert yang terdapat pada gula pasir 1,24% [20] sedangkan gula pereduksi pada *palm sugar* sebagai gula invert berkisar antara 4,82-5,99% [21]. Gula invert juga dapat disebut gula pereduksi memiliki sifat tidak dapat berbentuk kristal karena glukosa dan fruktosa memiliki kelarutan yang cukup tinggi sehingga dapat menghambat pengkristalan [22].

Karakteristik Fisik Biskuit

Tekstur Biskuit

Tabel 2 merupakan hasil penelitian karakteristik fisik tekstur biskuit.

Tabel 2. Karakteristik fisik tekstur biskuit dengan variasi pemanis

Perlakuan		Tekstur
Kombinasi Pemanis	Formula	Fmax (N)
Gula pasir : <i>palm sugar</i>	75:25	44,39±2.50 ^c
	50:50	37,50±3.96 ^b
	25:75	36,81±2.12 ^b
	0:100	30,04±4.10 ^a
Gula pasir : gula sorgum	75:25	35,52±2.76 ^b
	50:50	38,42±3.96 ^b
	25:75	43,32±3.01 ^c
	0:100	50,07 ±0.50 ^d
Gula pasir (kontrol)	100:0	52,60±1.62 ^d

Keterangan: Notasi yang terdapat pada satu kolom yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata pada $\alpha = 5\%$

Hasil penelitian pada **Tabel 2**, menunjukkan F_{max} biskuit kontrol dengan pemanis 100% gula pasir memiliki 52,60 N merupakan nilai F_{max} yang lebih besar dibandingkan dengan biskuit dengan pemanis 100% *palm sugar* yaitu 30,04 N. Hal tersebut dikarenakan biskuit dengan pemanis 100% gula pasir memiliki kadar air yang lebih rendah dibandingkan dengan 100% *palm sugar* yang dapat dilihat pada **Tabel 1**. Biskuit dengan pemanis 100% gula sorgum memiliki nilai F_{max} 50,07 N. Nilai tersebut lebih rendah dibandingkan dengan F_{max} biskuit kontrol dengan pemanis 100% gula pasir yaitu 52,60 N, namun tidak memberikan perbedaan yang signifikan. Hal ini dikarenakan kadar air biskuit kontrol dengan pemanis 100% gula pasir dan biskuit dengan pemanis 100% gula sorgum memiliki kadar air yang tidak berbeda nyata. Faktor lain yang mempengaruhi adalah kandungan sukrosa pada gula pasir lebih tinggi dibandingkan dengan sukrosa *palm sugar*. Gula pasir mengandung sukrosa sebanyak 97,41 % [20] sedangkan *palm sugar* mengandung sukrosa sebanyak 84,31 % [23] dan gula sorgum memiliki sukrosa sebanyak 92%

[24]. Keberadaan sukrosa dalam adonan biskuit akan mengalami kelarutan seluruhnya atau sebagian. Hal ini tergantung pada jumlah air yang terdapat pada adonan yang kemudian mengalami rekristalisasi setelah pemanggangan. Dalam bentuk seperti ini gula sangat mempengaruhi tekstur biskuit, apabila jumlah sukrosa tinggi maka biskuit yang dihasilkan akan keras [25].

Biskuit dengan kombinasi pemanis 75% gula pasir dan 25% *palm sugar* memiliki nilai F_{max} 44,39 N. Jumlah tersebut lebih tinggi dari biskuit dengan kombinasi pemanis 75% gula pasir dan 25% gula sorgum yaitu 38,22 N. Biskuit dengan kombinasi pemanis 50% gula pasir dan 50% *palm sugar* memiliki nilai F_{max} 37,50 N jumlah tersebut lebih rendah dari biskuit dengan kombinasi pemanis 50% gula pasir dan 50% gula sorgum yaitu 38,42 N. Pada biskuit dengan kombinasi pemanis 25% gula pasir dan 75% *palm sugar* memiliki nilai F_{max} 36,81 N. Jumlah tersebut lebih rendah dari biskuit dengan kombinasi pemanis 25% gula pasir dan 75% gula sorgum yaitu 43,32 N. Nilai F_{max} biskuit dengan kombinasi pemanis

palm sugar dan gula pasir dengan berbagai konsentrasi memberikan pengaruh perbedaan nyata terhadap tekstur biskuit. Semakin banyak konsentrasi *palm sugar* yang digunakan maka nilai F_{max} pada tekstur yang dihasilkan cenderung menurun sedangkan semakin banyak gula sorgum yang digunakan maka nilai F_{max} pada tekstur cenderung meningkat.

Penggunaan *palm sugar* dengan berbagai porposisi pada biskuit dengan pemanis *palm sugar* dan gula pasir menyebabkan peningkatan kadar air seperti pada **Tabel 1**. Peningkatan kadar air pada biskuit berpengaruh terhadap nilai F_{max} biskuit. Menurut [26], kadar air yang terdapat dalam produk akan mempengaruhi lunak atau kerasnya tekstur. Pada biskuit dengan kombinasi pemanis *palm sugar* dan gula pasir dengan berbagai porposisi memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan biskuit kontrol dengan 100% pemanis gula pasir. Sesuai dengan [12], dengan menggunakan substitusi gula pasir dan *palm sugar* diperoleh hasil *snack bar* yang menggunakan substitusi *palm sugar* sebanyak 15% memiliki tekstur 9,26 N. Hasil tersebut yang paling rendah diantara substitusi *palm sugar* sebanyak 10% dan 5% yaitu 10,21 N dan 10,67 N. Menurunnya kekerasan tekstur disebabkan karena adanya peningkatan kadar air yang

disebabkan oleh substitusi pemanis *palm sugar*. Hal tersebut karena adanya kandungan gula invert pada *palm sugar* yang bersifat *humecant* atau dapat mempertahankan kadar air serta menghambat kristalisasi sehingga substitusi pemanis *palm sugar* pada biskuit dengan berbagai porposisi cenderung meningkatkan kadar air dan mempengaruhi nilai F_{max} biskuit yang cenderung menurun.

Penggunaan kombinasi gula sorgum dengan berbagai porposisi pada biskuit dengan kombinasi pemanis gula sorgum dan gula pasir tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Meskipun demikian nilai F_{max} biskuit dengan kombinasi gula sorgum dan gula pasir tidak lebih tinggi dari biskuit kontrol dengan pemanis 100% gula pasir. Menurut [24] gula sorgum mempunyai kelembaban 1,1% lebih tinggi dibandingkan dengan *moisture* gula pasir yaitu 0,2%. Hal ini menyebabkan kadar air *biscuit* dengan kombinasi gula sorgum diduga lebih tinggi yaitu 3,48% - 4,48% dibandingkan dengan kadar air *biscuit* dengan gula pasir 3,40% yang dapat berpengaruh pada tekstur biskuit yang dihasilkan.

Warna Biskuit

Data hasil analisa karakteristik fisik warna dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Karakteristik fisik warna biskuit dengan variasi kombinasi jenis pemanis

Perlakuan		Parameter Warna			
Kombinasi Pemanis	Formula	L	a*	b*	Hue
Gula pasir : <i>palm sugar</i>	75:25	60.35±1.59 ^b	12.10±0.48 ^{bc}	30.58±0.43 ^b	68.40 ^{bcd}
	50:50	59.93±1.48 ^b	12.20±0.62 ^{bc}	30.55±0.78 ^b	68.21 ^{bc}
	25:75	56.57±0.33 ^{ab}	56.57±0.33 ^{ab}	30.43±0.80 ^{ab}	67.53 ^b
	0:100	54.80±1.11 ^a	12.96±0.36 ^c	28.22±1.13 ^a	65.29 ^a
Gula pasir : gula sorgum	75:25	65.55±1.59 ^c	10.37±1.10 ^{ab}	30.82±0.48 ^b	71.41 ^e
	50:50	62.77±1.23 ^c	10.50±0.74 ^{ab}	30.80±0.30 ^b	71.18 ^e
	25:75	62.63±1.09 ^c	11.33±0.89 ^{ab}	30.70±0.41 ^b	69.75 ^d
	0:100	61.12±2.19 ^{bc}	11.35±0.30 ^b	30.58±0.62 ^b	69.61 ^{cd}
Gula pasir (kontrol)	100:0	66.87±1.00 ^d	10.13±0.31 ^a	31.38±0.09 ^b	72.09 ^e

Keterangan: Notasi yang terdapat pada satu kolom yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata pada $\alpha = 5\%$

Nilai L (*lightness*) adalah parameter warna yang menunjukkan kecerahan pada kisaran warna hitam sampai dengan putih atau gelap sampai cerah dalam skala angka 0-100 [27]. **Tabel 3** menunjukkan *lightness* biskuit kontrol dengan pemanis 100% gula pasir yaitu 66.87. Nilai *lightness* biskuit kontrol dengan pemanis 100% gula pasir memiliki nilai *lightness* yang lebih tinggi dibandingkan dengan biskuit dengan pemanis 100% *palm sugar* yaitu 54.80. Hal tersebut disebabkan karakteristik fisik dari jenis pemanis yang digunakan dapat mempengaruhi *lightness* pada setiap perlakuan. Secara fisik *palm sugar* memiliki warna kecoklatan [28]. Gula pasir mempunyai warna putih sampai kekuningan yang lebih terang dibandingkan dengan *palm sugar* memiliki karakteristik warna gula yang lebih gelap. Hasil penelitian menunjukkan pasir dan gula sorgum.

Biskuit dengan kombinasi pemanis 75% gula pasir dan 25% *palm sugar* memiliki nilai *lightness* 60,35. Jumlah tersebut lebih rendah dari biskuit dengan kombinasi pemanis 75% gula pasir dan 25% gula sorgum yaitu 65,55. Sama dengan biskuit dengan kombinasi pemanis 50% gula pasir dan 50% *palm sugar* memiliki nilai *lightness* 59,93 jumlah tersebut lebih rendah dari biskuit dengan kombinasi pemanis 50% gula pasir dan

nilai L yang tinggi cenderung menurunkan nilai a* yang menghasilkan biskuit dengan warna kekuningan sehingga menghasilkan tingkat kecerahan yang tinggi, sedangkan nilai a* rendah dan b* tinggi menunjukkan warna kuning cerah [29].

Biskuit dengan pemanis 100% gula sorgum memiliki nilai *lightness* 61.12. Nilai tersebut sedikit rendah dibandingkan dengan *lightness* biskuit kontrol dengan pemanis 100% gula pasir yaitu 66.87 namun tidak signifikan. Hal ini dikarenakan karakteristik fisik warna pada gula pasir dan gula sorgum tidak jauh berbeda yaitu berwarna putih sampai kekuningan. Secara karakteristik warna gula sorgum memiliki warna yang lebih kusam dibandingkan dengan gula pasir. Oleh karena itu penambahan gula pasir tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai *lightness* pada biskuit dengan kombinasi pemanis gula

50% gula sorgum yaitu 62,77. Pada biskuit dengan kombinasi pemanis 25% gula pasir dan 75% *palm sugar* memiliki nilai *lightness* 56,57. Jumlah tersebut lebih rendah dari biskuit dengan kombinasi pemanis 25% gula pasir dan 75% gula sorgum yaitu 62,63. Tingkat kecerahan biskuit dengan kombinasi pemanis *palm sugar* dan gula sorgum dengan berbagai porposisi dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Kenampakan biskuit dengan substitusi *palm sugar* dengan berbagai konsentrasi



Gambar 2. Kenampakan biskuit dengan substitusi gula sorgum dengan berbagai konsentrasi

Penggunaan *palm sugar* dalam kombinasi pemanis dalam berbagai konsentrasi pada biskuit menghasilkan nilai *lightness* biskuit yang lebih rendah dibandingkan dengan biskuit kontrol maupun biskuit dengan kombinasi gula sorgum dan gula pasir dengan berbagai konsentrasi dapat dilihat pada **Tabel 3**. Hasil ini sesuai dengan penelitian [30], efek penggunaan berbagai jenis gula terhadap produk makanan berbasis tepung dengan sampel kontrol gula pasir, salah satu pemanis yang digunakan adalah *palm sugar* menghasilkan nilai *lightness* yang lebih rendah dibandingkan dengan sampel kontrol yang menggunakan gula pasir. Hal tersebut dikarenakan karakter fisik warna *palm sugar* lebih gelap dari gula pasir dan gula sorgum yang disebabkan pada saat pembuatan *palm sugar* memerlukan waktu yang cukup lama dan suhu pemanasan yang *relative* tinggi. Waktu pemanasan pada nira aren yang cukup lama pada nira dapat mempercepat reaksi *browning non enzymatic* berupa reaksi mailard, diawali hidrolisis sukrosa menjadi gula pereduksi yang kemudian gula pereduksi bereaksi dengan gugus amino, peptida, atau protein yang kemudian membentuk polimer nitrogen coklat atau melanoidin. Selain itu menurut [16], *palm sugar* mengandung senyawa protein sebanyak 2.82% per 100 g yang dapat menyebabkan tingginya reaksi mailard yang terjadi lebih tinggi. Tingginya kandungan gula dan protein akan menyebabkan kemungkinan terjadinya reaksi *browning* berupa reaksi

mailard yang semakin tinggi sehingga tingkat kecerahan produk semakin rendah sehingga warna biskuit yang dihasilkan dari menggunakan pemanis kombinasi *palm sugar* dengan gula pasir lebih gelap.

Sama halnya dengan *palm sugar*, karakteristik fisik gula sorgum yang memiliki warna kekuningan menyebabkan warna biskuit yang dihasilkan lebih gelap dari biskuit kontrol. Selain karena sifat fisik gula sorgum yang berwarna kekuningan, kandungan gula total pada nira sorgum cukup tinggi yaitu sebesar 11-16% tidak jauh berbeda dengan gula pasir yaitu 18% [3]. Sehingga karakteristik warna biskuit dengan substitusi gula sorgum memiliki karakteristik yang mirip dengan biskuit kontrol.

Uji Pembobotan

Untuk menentukan sampel atau formula terbaik dari suatu penelitian dapat digunakan metode indeks efektivitas dengan prinsip *skoring* atau pembobotan [10]. Parameter yang digunakan berupa data kualitatif dan data kuantitatif. Bobot diberikan pada setiap masing-masing kelompok. Nilai bobot yang diberikan disesuaikan dengan tingkat kepentingan setiap parameter dalam mempengaruhi hasil penelitian atau yang mempengaruhi tingkat penerimaan panelis. Parameter pada uji pembandingan jamak terdiri dari warna, aroma, rasa, tekstur, dan *overall*. Nilai hasil akhir uji pembobotan setiap formulasi terdapat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Skor intensitas perbedaan tingkat kesukaan sensoris biskuit kelor dengan berbagai kombinasi pemanis dibandingkan dengan r (biskuit kelor dengan pemanis gula pasir)

Kombinasi Pemanis	Formula	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	Overall
Gula pasir : <i>palm sugar</i>	75:25	3,70a	4,13b	4,53b	3,83ab	4,13b
	50:50	4,87b	4,97c	5,00b	3,83ab	5,23c
	25:75	5,73b	5,10c	5,37b	4,20ab	5,73c
	0:100	6,47c	6,23d	6,23c	5,07c	5,93c
Gula pasir : gula sorgum sorgum	75:25	4,03a	3,93b	3,83a	3,60a	3,23a
	50:50	3,97a	3,30a	3,53a	4,23b	3,43a
	25:75	4,33ab	3,23a	3,37a	4,43b	3,33a
	0:100	4,43ab	3,07a	3,57a	3,90ab	3,90ab

Biskuit dengan formulasi terbaik ditentukan berdasarkan nilai rerata terkecil dari karakteristik sensoris dan karakteristik kimia (kalori, gula reduksi, dan kadar air). Hal ini sesuai dengan penilaian pada uji pembandingan jamak nilai yang semakin kecil menunjukkan tingkat kesukaan konsumen yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol. Sama halnya dengan karakteristik kimia yang menjadi parameter pada uji pembobotan semakin kecil hasil analisis kimia maka produk yang dihasilkan semakin baik. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan indeks efektifitas yang terdapat pada **Tabel 4**, formulasi terbaik diperoleh pada biskuit dengan substitusi 25% *palm sugar* dan 75% gula pasir dengan nilai hasil uji pembobotan terkecil yaitu 0,291 yang dikaji dari karakteristik sensoris dan karakteristik kimia biskuit.

KESIMPULAN

Palm sugar dan gula sorgum yang digunakan dalam pembuatan biskuit sebagai kombinasi pemanis dalam berbagai konsentrasi berpengaruh nyata terhadap karakteristik kimia biskuit yaitu semakin banyak konsentrasi *palm sugar* yang digunakan dapat menurunkan kadar gula total. Semakin banyak konsentrasi gula sorgum yang digunakan dapat meningkatkan kadar gula total, nilai kalori, dan kadar air pada biskuit. *Palm sugar* dan gula sorgum yang digunakan dalam pembuatan biskuit sebagai kombinasi pemanis dalam berbagai konsentrasi berpengaruh nyata terhadap karakteristik fisik biskuit yaitu tekstur (F_{max}) dan warna biskuit. Formulasi terbaik terdapat pada biskuit dengan formula substitusi pemanis dengan kombinasi gula pasir 75% dan 25% *palm sugar* yang dikaji dari karakteristik sensoris dan nilai gizi menggunakan metode uji pembobotan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bambang, *Kelor*. Yogyakarta: Elexmedia Kompetindo, 2014.
- [2] F. G. Winarno, *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2002.
- [3] H. Heryani, *Keutamaan Gula Aren dan Strategi Pengembangan Produk*. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press, 2016.
- [4] F. M. Irmawati, D. Ishartani, and D. R. Affandi, "Pemanfaatan Tepung Umbi Garut (*Maranta arundinacea* L) sebagai Pengganti Terigu dalam Pembuatan Biskuit Tinggi Energi Protein dengan Penambahan Tepung Kacang Merah (*Phaseolous vulgaris* L)," *J. Teknosains Pangan*, vol. 3, no. 1, pp. 3–14, 2014, [Online]. Available: <https://jurnal.uns.ac.id/teknosains-pangan/article/view/4594/3988>.
- [5] T. N. Ayuningrum, "Pengaruh Perbedaan Perlakuan Pendahuluan pada Tepung Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) sebagai Substituen Tepung Terigu terhadap Karakteristik Roti Tawar," Universitas Negeri Semarang, 2015.
- [6] (AOAC) Association Of Official Analytical Chemist, *Official Methods Of Analysis 16th Edition: Association Of Official Analytical Chemist Inc*. Virginia: Aoac Inc, 2005.
- [7] N. Nelson, "A Photometric Adaptation of the Somogyi Method for the Determination of Glucose," *J. Biol. Chem.*, vol. 153, no. 2, pp. 375–380, 1944, doi: 10.1016/s0021-9258(18)71980-7.
- [8] M. C. Bourne, *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. London: Elsevier Science and Technology Books, 2002.
- [9] A. Kaemba, E. Suryanto, and C. F. Mamuaja, "Aktivitas Antioksidan Beras Analog dari Sagu Baruk (*Arenga microcarpha*) dan Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas* L. Poiret)," *Chem. Prog.*, vol. 10, no. 2, pp. 62–68, 2017.
- [10] L. T. Blank, J. R. Canada, and W. G.

- Sullivan, *Engineering Economy: Tenth Edition*. New York: Prentice Hall.
- [11] I. Pasha, M. S. Butt, F. M. Anjum, and N. Shehzadi, "Effect of Dietetic Sweeteners on the Quality of Cookies," *Int. J. Agric. Biol.*, no. January 2002, pp. 245–248, 2002.
- [12] C. E. Listyaningrum, D. R. Affandi, and M. Z. Zaman, "Pengaruh Palm Sugar sebagai Pengganti Sukrosa terhadap Karakteristik Snack Bar Tepung Komposit (Ubi Ungu, Jagung Kuning dan Kacang Tunggak) sebagai Snack Rendah Kalori," *J. Teknol. Has. Pertan.*, vol. 11, no. 1, p. 53, 2018, doi: 10.20961/jthp.v11i1.29096.
- [13] B. Irawan and N. Sutrisna, "Mendukung Diversifikasi Pangan Sorgum di Jawa Tengah," *Forum Penelit. Agro Ekon.*, vol. 2, pp. 99–133, 2011, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/55690-ID-prospek-pengembangan-sorgum-di-jawa-bara.pdf>.
- [14] S. Chevallier, G. Della Valle, P. Colonna, B. Broyart, and G. Trystram, "Structural and Chemical Modifications of Short Dough During Baking," *J. Cereal Sci.*, vol. 35, no. 1, pp. 1–10, 2002, doi: 10.1006/jcrs.2001.0388.
- [15] R. A. Y. Holou and G. Stevens, "Juice, Sugar, and Bagasse Response of Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench cv. M81E) to N Fertilization and Soil Type," *GCB Bioenergy*, vol. 4, no. 3, pp. 302–310, 2012, doi: 10.1111/j.1757-1707.2011.01126.x.
- [16] R. R. Radam, H. N. M. Sari, and H. L. Lusyani, "Chemical Compounds Of Granulated Palm Sugar Made From Sap Of Nipa Palm (*Nypa fruticans* Wurmb) Growing In Three Different Places," *J. Wetl. Environ. Manag.*, vol. 2, no. 1, pp. 108–115, 2016, doi: 10.20527/jwem.v2i1.37.
- [17] F. G. Winarno, *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2004.
- [18] S. D. Astuti and R. Naufalin, "Formulation and Characterization of Functional Biscuit Consisting of Canna Edulis, Kerr Resistant Starch Type III, Granulated Palm Sugar, and Soy Protein Concentrate," 2011.
- [19] J. H. Mandei, "Komposisi Beberapa Senyawa Gula Dalam Pembuatan Permen Keras Dari Buah Pala," *J. Penelit. Teknol. Ind.*, vol. 6, no. 2, pp. 1–10, 2017.
- [20] F. Kusnandar, R. H. Imam, and A. Prasetyo, "Identifikasi Perubahan Karakteristik Fisik Gula Pasir Akibat Proses Penggilingan Selama Penyimpanan dan Penggunaan Kemasan pada Skala Laboratorium," Institut Pertanian Bogor, 2015.
- [21] G. H. Joseph and P. Layuk, "Pengolahan Gula Semut dari Aren," *B. Palma*, vol. 13, pp. 60–65, 2012.
- [22] Z. Crysse, W. Endrika, and S. W. Hadi, "Pembuatan Gula Semut Kelapa (Kajian pH Gula Kelapa dan Konsentrasi Natrium Bikarbonat)," *J. Pangan dan Agroindustri Vol.*, vol. 4, no. 1, pp. 109–119, 2016.
- [23] S. Z. Hasanah, "Pengaruh Perbandingan Gula Merah Cair dan Nira terhadap Karakteristik Gula Semut (Palm Sugar)," Universitas Pasundan, 2017.
- [24] A. Drewnowski *et al.*, "Sugars and Sweeteners: Science, Innovations, and Consumer Guidance for Asia," *Asia Pac. J. Clin. Nutr.*, vol. 28, no. 3, pp. 645–663, 2019, doi: 10.6133/apjcn.201909_28(3).0025.
- [25] D. Manley, *Technology Of Biscuits. Crackers. And Cookies: Third Edition*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2000.
- [26] A. Apriliani, "Pemanfaatan Arang Ampas Tebu sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu dan Pb dalam Air Limbah," *Repositoy UIN*, pp. 1–91, 2010.

- [27] Hunter, "Hunter Lab Color Scale," in *Insight on Color*, 1996, pp. 1–4.
- [28] Mustaufik and H. Dwiyanti, "Rekayasa Pembuatan Gula Kelapa Kristal yang Diperkaya dengan Vitamin A dan Uji Preferensinya Kepada Konsumen," Purwokerto, 2007.
- [29] A. Resmisari, "Review: Tepung Jagung Komposit, Pembuatan dan Pengolahannya," 2006.
- [30] K. Srikaeo and R. Thongta, "Effects of Sugarcane, Palm sugar, Coconut sugar, and Sorbitol on Starch Digestibility and Physicochemical Properties of Wheat-based Foods," *Int. Food Res. J.*, vol. 22, no. 3, pp. 923–929, 2