

**KANDUNGAN FLAVONOID, TOTAL FENOL, DAN
ANTIOKSIDAN *SNACK BAR* SORGUM SEBAGAI ALTERNATIF
MAKANAN SELINGAN PENDERITA DIABETES MELLITUS
TIPE 2**

Artikel Penelitian

disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi pada

Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran

Universitas Diponegoro



disusun oleh

LINDA ISDAMAYANI

22030111130023

PROGRAM STUDI ILMU GIZI FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS DIPONEGORO

2015

HALAMAN PENGESAHAN

Artikel penelitian dengan judul Kandungan Flavonoid, Total Fenol, dan Antioksidan *Snack Bar* Sorgum sebagai Alternatif Makanan Selingan Penderita Diabetes Mellitus Tipe 2” telah dipertahankan di hadapan penguji dan telah direvisi.

Mahasiswa yang mengajukan

Nama : Linda Isdamayani
NIM : 22030111130023
Fakultas : Kedokteran
Program Studi : Ilmu Gizi
Universitas : Diponegoro
Judul Proposal : Kandungan Flavonoid, Total Fenol, dan Antioksidan *Snack Bar* Sorgum sebagai Alternatif Makanan Selingan Penderita Diabetes Mellitus Tipe 2

Semarang, 28 September 2015
Pembimbing,

Binar Panunggal, S.Gz, MPH
NIP. 198505162014041001

Flavonoid Content, Phenol Total, and Antioxidant in Sorghum Snack bar as Alternative Snack for Diabetes Mellitus Type 2

Linda Isdamayani*, Binar Panunggal**

ABSTRACT

Background: Sorghum (*Sorghum bicolor*) is local food containing antioxidant compounds like flavonoid and phenol total. Sorghum consumption was cooked as snack such as snack bar. Antioxidant compounds of sorghum could be useful for diabetes mellitus (DM) type 2 patients. DM type 2 was characterized by hyperglycemic increasing oxidative stress. Oxidative stress developed macro and microvascular complication.

Objective: To analyze flavonoid, phenol total, and antioxidant activity of snack bar from three varieties of sorghum.

Method: This study was randomized single factor experimental design used sorghum variation (red, white, and brown). Flavonoid content was analyzed using alluminium chloride colorimetric, phenol total content was analyzed using Folin-Ciocalteu, and antioxidant activity was analyzed using DPPH.

Result: Flavonoid content, phenol total, and antioxidant activity of red sorghum snack bar was 0.015 mg QE/g, 2.508 mg GAE/g, and 53.431%; white sorghum snack bar was 0.016 mg QE/g, 1.343 mg GAE/g, and 38.987%; and brown sorghum snack bar was 0.018 mg QE/g, 4.679 mg GAE/g, and 64.431%. There were differences in phenol total and antioxidant activity between three varieties of sorghum snack bar, however no differences in flavonoid content. There were differences in flavonoid content, phenol total, and antioxidant activity between sorghum grain and sorghum snack bar.

Conclusion: Brown sorghum snack bar has the highest flavonoid content, phenol total, and antioxidant activity than red and white sorghum snack bar. There are differences in flavonoid content, phenol total, and antioxidant activity between sorghum grain and sorghum snack bar. White sorghum snack bar is most preferred by panelis.

Keyword: snack bar, sorghum, flavonoid, phenol, antioxidant

*Student of Nutrition Science Program, Medical Faculty of Diponegoro University Semarang.

**Lecturer of Nutrition Science Program, Medical Faculty of Diponegoro University Semarang.

Kandungan Flavonoid, Total Fenol, dan Antioksidan *Snack bar* Sorgum sebagai Alternatif Makanan Selingan Penderita Diabetes Mellitus Tipe 2

Linda Isdamayani*, Binar Panunggal**

ABSTRAK

Latar Belakang: Sorgum merupakan pangan lokal yang mengandung komponen antioksidan seperti favonoid dan total fenol. Konsumsi sorgum dapat diolah menjadi produk makanan selingan berupa *snack bar*. Kandungan antioksidan pada sorgum bermanfaat sebagai pangan sumber antioksidan bagi penderita diabetes mellitus (DM) tipe 2. Diabetes mellitus (DM) tipe 2 ditandai dengan hiperglikemia yang meningkatkan stres oksidatif. Stress oksidatif dapat berkembang menjadi komplikasi makro maupun mikrovaskuler.

Tujuan: Menganalisis kadar flavonoid, total fenol, dan aktivitas antioksidan pada *snack bar* dari tiga jenis sorgum.

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian rancangan acak lengkap satu faktor menggunakan variasi jenis sorgum (merah, putih, dan coklat). Analisis kadar flavonoid menggunakan *alluminium chloride colorimetric*, total fenol menggunakan *Folin-Ciocalteu*, dan aktivitas antioksidan dengan DPPH.

Hasil: Kadar flavonoid, total fenol, dan aktivitas antioksidan *snack bar* sorgum merah 0.015mg QE/g, 2.508 mg GAE/g, dan 53.431 %; *snack bar* sorgum putih 0.016 mg QE/g, 1.343 mg GAE/g, dan 38.987 %; dan *snack bar* sorgum coklat 0.018 mg QE/g, 4.679 mg GAE/g, dan 64.431%. Ada perbedaan kadar total fenol dan aktivitas antioksidan, namun tidak ada perbedaan kadar flavonoid pada *snack bar* sorgum. Ada perbedaan kandungan flavonoid, total fenol, dan aktivitas antioksidan antara biji sorgum dan *snack bar* sorgum.

Simpulan: *Snack bar* sorgum coklat mengandung flavonoid, total fenol, dan aktivitas antioksidan tertinggi dibanding *snack bar* sorgum merah dan putih. Ada perbedaan kandungan flavonoid, total fenol, dan aktivitas antioksidan antara biji sorgum dan *snack bar* sorgum. *Snack bar* sorgum putih paling disukai oleh panelis.

Kata kunci: *snack bar*, sorgum, flavonoid, fenol, antioksidan

*Mahasiswa Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, Semarang.

** Dosen Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, Semarang.

PENDAHULUAN

Diabetes mellitus merupakan masalah kesehatan dengan jumlah penderita sebanyak 387 juta jiwa pada 2014 dan diprediksi akan meningkat menjadi 592 juta jiwa pada 2035. Penderita diabetes sebanyak 77% berasal dari negara dengan pendapatan rendah sampai menengah.¹ Prevalensi Diabetes Mellitus (DM) di Indonesia pada 2007 sebesar 1,1% dan meningkat menjadi 2,1% pada 2013. Begitu juga dengan prevalensi DM di Jawa Tengah sebesar 1,3% pada 2007 menjadi 1,9% pada 2013.² Hal tersebut menunjukkan bahwa kejadian diabetes mellitus akan terus mengalami peningkatan.

DM tipe 2 ditandai dengan hiperglikemia atau peningkatan glukosa darah yang disebabkan kelainan sekresi insulin, kerja insulin, maupun keduanya.³ Hiperglikemia akan meningkatkan kejadian stres oksidatif pada penderita DM tipe 2.⁴ Stres oksidatif ditandai dengan peningkatan produksi radikal bebas dan penurunan aktivitas antioksidan dalam tubuh seperti *superoxide dismutase* (SOD), *catalase* (CAT), dan *glutathione peroxidase*.⁵ Stres oksidatif ini akan memicu komplikasi mikrovaskuler seperti retinopati, neuropati, dan nefropati, serta komplikasi makrovaskuler seperti *cardiovascular disease*.³

Antioksidan dapat menghambat stres oksidatif pada penderita DM tipe 2. Antioksidan merupakan senyawa pemberi elektron yang menghambat reaksi oksidasi dengan cara mengikat radikal bebas dan molekul yang sangat reaktif sehingga mencegah kerusakan sel. Upaya pencegahan terhadap peningkatan stres oksidatif dan penurunan aktivitas antioksidan dalam tubuh yaitu mengasup makanan sumber antioksidan.⁶

Salah satu pangan lokal sumber antioksidan adalah sorgum. Sorgum (*Sorghum bicolor*) merupakan tanaman sereal yang mempunyai potensi besar untuk dibudidayakan di Indonesia dengan sifat tahan kekeringan, dapat ditanam pada lahan marginal, dan tahan hama.⁷ Sorgum memiliki aktivitas antioksidan sebesar 40,46%.⁸ Sorgum menjadi pangan sumber antioksidan karena keberadaan komponen fenolik seperti asam fenolik, tanin terkondensasi, dan flavonoid.⁹ Total fenol pada biji sorgum berbagai warna yakni sorgum putih 4 mg GAE/g, sorgum kuning 6.03 mg GAE/g,

sorgum merah 6.97 mg GAE/g, dan sorgum coklat 10.01 mg GAE/g. Kandungan flavonoid sorgum yakni 3,06 mg katekin ekuivalen/g.^{10,11} Flavonoid yang ditemukan pada sorgum dalam jumlah besar yaitu 3-deoksiantosianidin, flavon, dan flavanon.¹² Komponen fenolik pada sorgum tersebut bermanfaat sebagai terapi diabetes mellitus. Pemberian ekstrak fenol sorgum *Hwanggeumchal* pada tikus diabetes yang diinduksi streptozotocin menurunkan serum glukosa secara signifikan.¹³

Berdasarkan kandungan antioksidan dan efek antihiperlipemik pada sorgum maka dapat digunakan sebagai bahan utama pembuatan *snack bar* sorgum sebagai makanan selingan penderita diabetes mellitus tipe 2. Makanan selingan berupa *snack bar* sorgum ini diharapkan dapat mencegah pembentukan radikal bebas dan penurunan aktivitas antioksidan tubuh, serta mengontrol gula darah pada penderita DM tipe 2. Pemilihan produk *snackbar* karena praktis dan memiliki umur simpan yang cukup baik.¹⁴ Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan pengujian terhadap kandungan flavonoid, total fenol, dan aktivitas antioksidan *snack bar* sorgum berbagai jenis sebagai makanan selingan untuk penderita DM tipe 2.

METODE

Berdasarkan bidang keilmuan, penelitian yang dilakukan termasuk dalam bidang *food production*. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Gizi dan Teknologi Pangan Universitas Muhammadiyah Semarang untuk menguji aktivitas antioksidan dan kadar total fenol serta di Laboratorium Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada untuk menguji kadar flavonoid. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2015.

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap satu faktor yaitu faktor variasi warna sorgum meliputi sorgum merah (S1), sorgum putih (S2), dan sorgum coklat (S3). Formulasi menyesuaikan kalori makanan selingan dari 10% Angka Kecukupan Gizi (AKG) serta kebutuhan karbohidrat, lemak, dan protein penderita DM tipe II menggunakan program *software Nutrisurvey 2007*. Perhitungan tersebut menghasilkan komposisi zat gizi yang diharapkan terdapat pada *snack bar* sebesar 204.76 kkal energi,

39.03 gram karbohidrat, 4.33 gram lemak, dan 5.03 gram protein dengan takaran saji *snack bar* sebesar 33 gram.

Penelitian dengan rancangan acak lengkap satu faktor yaitu tiga variasi jenis sorgum, meliputi sorgum merah, sorgum putih, dan sorgum coklat. Bahan baku terdiri dari sorgum merah dan sorgum putih yang diperoleh dari pasar Pracimantoro, Wonogiri, serta sorgum coklat yang diperoleh dari pasar Kendal, gula palem yang diperoleh dari toko bahan kue Fortuna, susu skim, dan minyak kelapa. Alat yang digunakan dalam pembuatan *snack bar* antara lain: timbangan digital, baskom, cetakan kue, pisau, sendok, spatula, dan panci. Proses pembuatan *snack bar* dimulai dari pencucian dan perendaman sorgum mentah, kemudian dibuat brondong sorgum dengan metode ekstrusi (*puffing gun*), gula palem dilelehkan dengan cara dipanaskan bersama minyak kelapa dan air, mencampurkan brondong sorgum dengan gula palem yang sudah meleleh serta susu skim, lalu dicetak serta dipadatkan pada cetakan kue lalu dipotong.

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini meliputi kadar flavonoid menggunakan metode *aluminium chloride colorimetric*, total fenol menggunakan metode *Folin-Ciocalteu*, dan aktivitas antioksidan dengan metode DPPH.¹⁵ Tingkat penerimaan produk menggunakan uji kesukaan dengan 4 skala, yakni 1=sangat tidak suka, 2=tidak suka, 3=suka, 4=sangat suka oleh 25 panelis agak terlatih yaitu mahasiswa Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro yang dilakukan satu kali uji kesukaan.

HASIL

Kandungan Flavonoid, Total Fenol, dan Aktivitas Antioksidan

Hasil uji kadar flavonoid, total fenol, dan aktivitas antioksidan berbagai jenis biji sorgum menunjukkan sorgum coklat memiliki kadar flavonoid, total fenol, dan aktivitas antioksidan tertinggi jika dibandingkan dengan biji sorgum merah dan sorgum putih yakni 0.026 mg QE/g, 12.014 mg GAE/g, dan 95.377%. Kadar flavonoid terendah pada biji sorgum merah yakni 0.020 mg QE/g. Aktivitas antioksidan dan total fenol terendah pada biji sorgum putih yakni 81.643% dan 9.081 mg GAE/g.

Hasil uji kadar flavonoid, total fenol, dan aktivitas antioksidan berbagai jenis biji sorgum dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil uji kadar flavonoid, total fenol, dan aktivitas antioksidan biji sorgum

Sorgum	Flavonoid (mg QE/g)	Total fenol (mg GAE/g)	Aktivitas antioksidan (%)
Merah	0.020 ± 0.001	10.067 ± 0.076 ^b	89.392 ± 2.560
Putih	0.023 ± 0.001	9.081 ± 0.440 ^b	81.643 ± 1.829 ^b
Coklat	0.026 ± 0.002	12.014 ± 0.126 ^a	95.378 ± 1.636 ^a

Keterangan: angka yang diikuti huruf *superscript* berbeda menunjukkan beda nyata

Kadar flavonoid, total fenol, dan aktivitas antioksidan *snack bar* sorgum yang tertinggi adalah *snack bar* sorgum coklat. Hasil uji kadar flavonoid, total fenol, dan aktivitas antioksidan *snack bar* sorgum dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil uji kadar flavonoid, total fenol, dan aktivitas antioksidan *snack bar* sorgum

Snack bar Sorgum	Flavonoid (mg QE/g)	Total fenol (mg GAE/g)	Aktivitas antioksidan(%)
Merah	0.015 ± 0.003	2.508 ± 0.316 ^b	53.431 ± 1.075 ^b
Putih	0.016 ± 0.003	1.343 ± 0.140 ^c	38.987 ± 0.465 ^c
Coklat	0.018 ± 0.002	4.679 ± 0.268 ^a	64.431 ± 0.230 ^a

Keterangan: angka yang diikuti huruf *superscript* (a,b,c) berbeda menunjukkan beda nyata

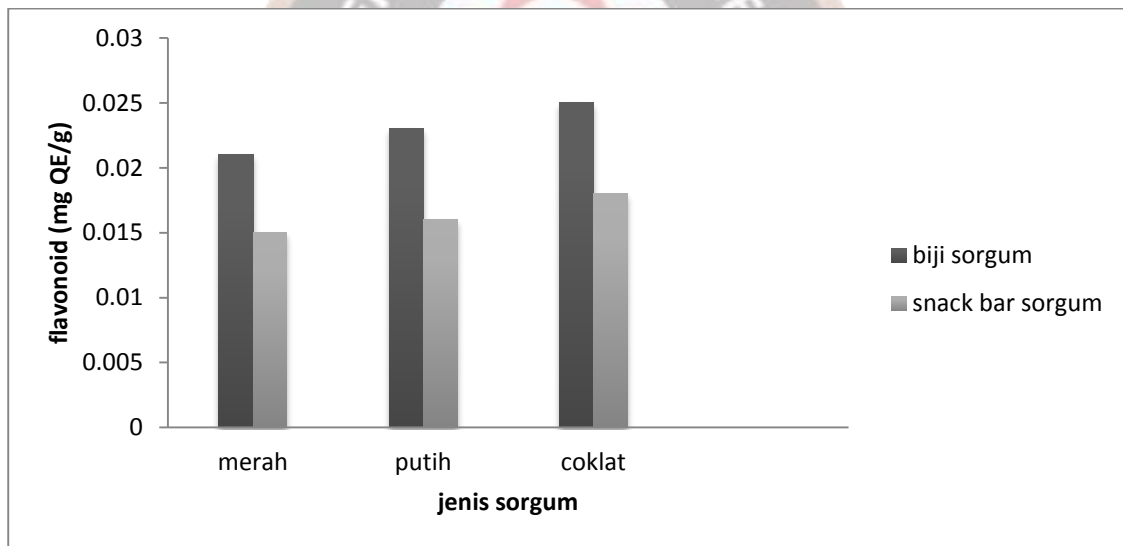
Data *snack bar* sorgum merah, putih, dan coklat berdistribusi normal setelah diuji normalitas sehingga analisis menggunakan *One Way Anova*. Tidak terdapat perbedaan kandungan flavonoid pada *snack bar* sorgum merah, putih, dan coklat ($p=0.455$). Ada perbedaan total fenol ($p=0.000$) dan aktivitas antioksidan ($p=0.000$) pada *snack bar* sorgum merah, putih, dan coklat.

Tabel 3. Δ mean kadar flavonoid, total fenol, dan aktivitas antioksidan biji sorgum dan *snack bar* sorgum

	Flavonoid (mg QE/g)	Total fenol (mg GAE/g)	Aktivitas antioksidan(%)
Δ sorgum dan <i>snack bar</i> sorgum merah	-0.005 \pm 0.003	-7.559 \pm 0.316	-35.961 \pm 1.075 ^b
Δ sorgum dan <i>snack bar</i> sorgum putih	-0.007 \pm 0.003	-7.738 \pm 0.140	-42.656 \pm 0.465 ^a
Δ sorgum dan <i>snack bar</i> sorgum coklat	-0.008 \pm 0.002	-7.335 \pm 0.268	-30.947 \pm 0.230 ^c

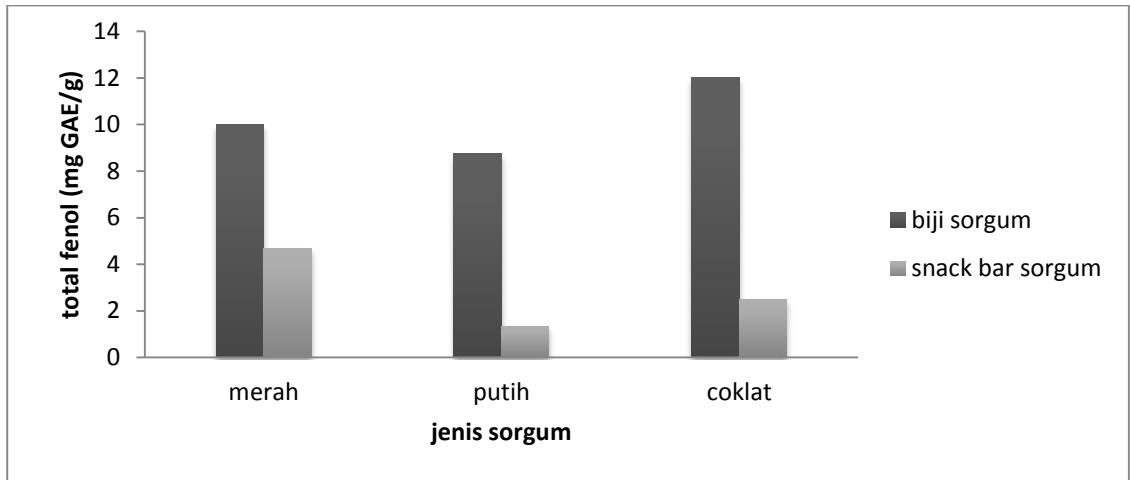
Keterangan: angka yang diikuti huruf *superscript* (a,b,c) berbeda menunjukkan beda nyata

Terdapat penurunan kandungan flavonoid, total fenol, dan aktivitas antioksidan dari sorgum mentah menjadi produk *snack bar*. Hal ini dapat dilihat pada diagram 1, 2, dan 3 berikut.

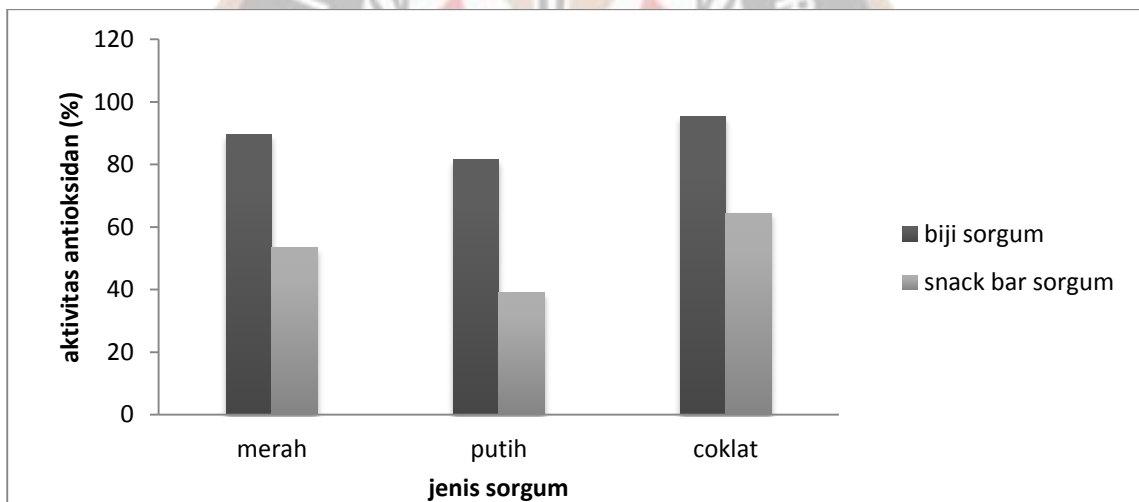


Gambar 1. Kandungan Flavonoid Biji Sorgum dan *Snack bar* Sorgum berbagai jenis

Kandungan flavonoid sorgum yang telah diolah menjadi *snack bar* sorgum menunjukkan penurunan signifikan dari biji mentah sorgum menjadi produk *snack bar* sorgum ($p=0.009$).



Gambar 2. Kandungan Total Fenol Biji Sorgum dan *Snack bar* sorgum berbagai jenis
 Total fenol sorgum yang telah diolah menjadi *snack bar* sorgum menunjukkan penurunan signifikan dari biji mentah sorgum menjadi produk *snack bar* sorgum ($p = 0.025$).



Gambar 3. Aktivitas Antioksidan Sorgum dan *Snack bar* sorgum berbagai jenis
 Aktivitas antioksidan sorgum yang telah diolah menjadi *snack bar* sorgum menunjukkan penurunan signifikan dari biji mentah sorgum menjadi produk *snack bar* sorgum ($p = 0.005$).

Tingkat Penerimaan *Snack Bar* Sorgum

Hasil uji normalitas data tingkat penerimaan *snack bar* sorgum berdistribusi tidak normal, sehingga analisis menggunakan uji Friedman. Tidak terdapat perbedaan pada parameter aroma, tekstur, dan rasa *snack bar* sorgum. Namun, pada parameter warna terdapat perbedaan antara *snack bar* sorgum merah, putih, dan coklat ($p=0.000$).

Tabel 4. Hasil Uji Kesukaan *Snack Bar* Sorgum

Snack bar sorgum	Warna		Aroma		Tekstur		Rasa	
	Rerata	Ket	Rerata	Ket	Rerata	Ket	Rerata	Ket
Merah	2,56±0,507	suka	2,96±0,539	suka	2,48±0,653	tidak suka	2,84±0,624	suka
Putih	3,16±0,624	suka	2,80±0,816	suka	2,68±0,627	suka	3,12±0,440	suka
Coklat	2,12±0,726	tidak suka	2,80±0,957	suka	2,48±0,714	tidak suka	2,76±0,879	suka

Berdasarkan keempat parameter uji kesukaan, *snack bar* sorgum putih paling disukai panelis. *Snack bar* sorgum merah kurang disukai dari segi tekstur dan sorgum coklat kurang disukai dari segi rasa dan tekstur.

PEMBAHASAN

Kadar Flavonoid

Snack bar sorgum coklat mengandung flavonoid tertinggi. Berdasarkan analisis uji statistik, kadar flavonoid *snack bar* merah, putih, dan coklat tidak menunjukkan perbedaan ($p=0.455$). Tidak adanya perbedaan flavonoid karena masing-masing jenis sorgum memiliki kandungan kelas flavonoid yang berbeda-beda. Tiga kelas besar flavonoid tersebut yaitu 3-deoksiantosianidin, flavon, dan flavanon. Ketiga kelas flavonoid tersebut menentukan besarnya total flavonoid pada sorgum. Penelitian oleh Taleon et al menunjukkan tidak adanya hubungan antara warna biji dengan kandungan flavonoid. Warna biji sorgum yang semakin rendah tingkat kecerahannya (L^*) atau semakin gelap warnanya tidak berarti semakin tinggi kandungan flavonoidnya.^{16,17}

Pengolahan sorgum menjadi produk *snack bar* ini menurunkan kandungan flavonoidnya. Hasil uji statistik menunjukkan perbedaan antara sorgum mentah dan produk *snack bar* sorgum ($p=0.009$). Tanin yang terkandung pada sorgum menimbulkan rasa pahit pada produk olahan sorgum. Cara yang dapat dilakukan untuk

mengurangi rasa pahit pada produk olahan sorgum yaitu dengan merendam biji sorgum.¹⁸ Hal ini diterapkan pada pengolahan *snack bar* ini dengan harapan produk ini dapat diterima dari segi rasanya. Akan tetapi, komponen fenolik lainnya seperti flavonoid juga mengalami penurunan. Komponen flavonoid sorgum seperti *luteolin*, *apigenin*, *kampferol*, *hypersoid*, *quercetin*, *catechin*, *christin*, dan *naringenin* menunjukkan penurunan setelah perendaman. Penurunan total fenol, flavonoid, dan tanin setelah perendaman disebabkan oleh larutnya komponen fenol ke dalam air rendaman.¹⁹

Selain proses perendaman, pengolahan sorgum menjadi produk brondong sorgum (bahan utama *snack bar*) menyebabkan penurunan komponen antioksidan. Biji sorgum yang diolah menjadi brondong sorgum dengan alat *conventional popper* menunjukkan kandungan antioksidan yang tetap atau tidak mengalami penurunan.²⁰ Namun pada penelitian *snack bar* sorgum ini, proses pengolahan biji sorgum menjadi brondong menggunakan metode ekstrusi (*puffing gun*). Metode ekstrusi ini menimbulkan penurunan komponen fenolik. Pemasakan dengan metode ekstrusi menurunkan total fenol yang dipengaruhi oleh kelembapan selama proses ekstrusi. Kelembapan yang tinggi dapat meningkatkan polimerisasi fenolik yang menyebabkan turunnya komponen fenolik produk ekstrusi dibanding biji mentahnya.²¹

Rata-rata asupan flavonoid sebesar 14.5 mg pada laki-laki dan 20.4 mg pada perempuan per hari. Produk *snack bar* sorgum coklat yang memiliki kandungan flavonoid tertinggi dibanding *snack bar* sorgum merah dan putih memenuhi 0.04% flavonoid untuk laki-laki per sajian *snack bar* (33 gram). Berdasarkan rata-rata asupan flavonoid pada perempuan, *Snack bar* sorgum coklat memenuhi 0.03% flavonoid per sajian *snack bar*.²²

Flavonoid berperan sebagai antioksidan sekunder pada penderita DM tipe 2. Penderita DM tipe 2 mengalami hiperglikemia yang memicu stress oksidatif. Stress oksidatif ini menyebabkan peningkatan radikal bebas dan penekanan antioksidan enzimatik. Akibatnya tubuh perlu mengasup antioksidan nonenzimatik yang diperoleh dari sumber pangan. Antioksidan yang diasup dari luar ini fungsinya sebagai

antioksidan sekunder. Antioksidan sekunder bekerja dengan cara memotong reaksi oksidasi berantai radikal bebas dan menangkap radikal bebas.^{5,6}

Pengaruh pemberian flavonoid dalam mencegah stress oksidatif pada tikus diabetes yang diinduksi streptozotocin menunjukkan pemberian quercetin (salah satu flavonoid) pada dosis 15 mg/kg menyebabkan penurunan yang signifikan terhadap peningkatan malondialdehid (MDA) dan *nitrit oxide* (NO) serta ada peningkatan aktivitas antioksidan enzimatis. Pemberian quercetin memberikan efek protektif terhadap DM melalui penurunan peroksidasi lipid dan produksi NO, serta peningkatan aktivitas antioksidan enzimatis.²³

Kadar Total Fenol

Snack bar sorgum coklat memiliki kadar total fenol tertinggi yakni 4.679 mg GAE/g, sedangkan kadar total fenol terendah terdapat pada *snack bar* dari sorgum putih yaitu 1.343 mg GAE/g. Terdapat perbedaan kadar total fenol *snack bar* pada ketiga jenis sorgum. Total fenol merupakan komponen fitokimia biji sorgum yang terdapat pada bagian perikarp dan testa. Warna perikarp dan pigmen testa dalam biji sorgum ini yang menentukan ada tidaknya komponen fenol.¹⁰ Sorgum dan *snack bar* sorgum coklat dalam hasil penelitian ini memiliki kandungan total fenol tertinggi, hal ini dapat disebabkan oleh adanya pigmen testa dalam biji sorgumnya. Pigmen testa merupakan penanda ada tidaknya tanin terkondensasi (proantosianidin) dalam biji sorgum. Penelitian yang dilakukan oleh L. Dykes et al, terdapat hubungan yang kuat antara total fenol dan tanin terkondensasi. Tingginya total fenol dalam sorgum karena kontribusi dari tanin terkondensasi.²⁴

Pengolahan sorgum menjadi *snack bar* menunjukkan penurunan pada kadar total fenolnya ($p=0.025$). Pengolahan sorgum menjadi produk brondong tidak menurunkan total fenolnya.²⁰ Namun, pada penelitian ini melalui proses perendaman biji sorgum untuk menghilangkan rasa pahit pada produk olahan sorgum.¹⁸

Perendaman tidak hanya menurunkan kandungan tanin dalam biji sorgum namun juga menyebabkan penurunan kandungan fenolik lainnya yakni asam fenolik yang terdiri dari *ferulic acid*, *protocateuchic acid*, *p-coumaric acid*, *p-hydroxybezoic*

acid, vanillic acid, galic acid, caffeic acid, syringic acid, dan cinnamic acid dan flavonoid. Komponen fenolik sorgum dapat larut dalam air rendaman sehingga menurunkan kandungan total fenolnya.¹⁹ Penelitian yang dilakukan oleh Wu L et al menunjukkan adanya penurunan kadar total fenol pada biji sorgum yang dipanggang sebesar 4.33 mg GAE/g dari 8.92 mg GAE/g total fenol pada biji mentahnya, hal ini dikarenakan biji sorgum tersebut melalui proses perendaman terlebih dahulu.⁸ Selain itu, metode ekstrusi untuk membuat brondong sorgum pada penelitian ini ternyata menyebabkan penurunan total fenol dalam produk olahan sorgum.²¹

Rata-rata asupan fenolik sebesar 6 mg/hari untuk laki-laki dan 15.1 mg/hari untuk perempuan. *Snack bar* sorgum coklat memenuhi sebesar 25.73% fenolik untuk laki-laki per sajian *snack bar* (33 gram). Kebutuhan fenolik pada perempuan terpenuhi 10.23% fenolik per sajian *snack bar* sorgum coklat.²²

Peran fenol sebagai terapi DM tipe 2 yaitu sebagai antioksidan sekunder. Selain itu, komponen fenolik dalam sorgum berfungsi menurunkan kadar gula darah. Pemberian ekstrak fenolik sorgum dosis 0.25g/kg pada tikus diabetes yang diinduksi streptozotocin menunjukkan aktivitas hipoglikemik dan secara signifikan menurunkan serum glukosa.¹³ Selain itu, pada penelitian lain menunjukkan penurunan gula darah pada tikus diabetes setelah pemberian ekstrak sorgum 0.4 dan 0.6 g/kg berat badan. Ekstrak sorgum menurunkan kadar glukosa darah dengan cara menghambat glukoneogenesis. Glukoneogenesis dihambat dengan cara penekanan enzim *phosphoenolpyruvate carboxykinase* (PEPCK) melalui peningkatan *adenosine monophosphate activated protein kinase* (AMPK) di hati.²⁵

Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan pada ketiga jenis *snack bar* yaitu *snack bar* sorgum merah, putih, dan coklat menunjukkan perbedaan ($p=0.000$). Aktivitas antioksidan tertinggi terdapat pada *snack bar* sorgum coklat. Warna coklat pada sorgum menunjukkan adanya kandungan proantosianidin (tanin terkondensasi) yang tinggi. Proantosianidin merupakan sumber antioksidan terbaik.¹⁰

Pengolahan sorgum menjadi *snack bar* menunjukkan penurunan yang signifikan pada aktivitas antioksidan ($p=0.005$). Sorgum yang diolah menjadi brondong (bahan utama *snack bar* sorgum) menggunakan alat *conventional popper* menunjukkan penurunan aktivitas antioksidannya. Namun, pada penelitian ini metode untuk membuat brondong sorgum yaitu menggunakan metode ekstrusi. Metode ekstrusi menurunkan aktivitas antioksidan produk olahan sorgum dibanding biji mentahnya.

Selain itu, sebelum pengolahan menjadi produk *snack bar*, sorgum melalui proses perendaman untuk mengurangi kandungan tanin dalam biji yang menyebabkan rasa pahit pada produk pangan. Perendaman biji sorgum dapat menyebabkan penurunan aktivitas antioksidan setelah produk diolah. Sorgum yang direndam terlebih dahulu sebelum diolah secara dipanggang menunjukkan aktivitas antioksidan yang lebih rendah yakni 25.66% dibandingkan sorgum mentahnya yakni 40.46%.⁸

Penderita DM tipe 2 mengalami stress oksidatif yang ditandai dengan peningkatan radikal bebas dan penurunan fungsi antioksidan primer (antioksidan endogen) seperti *superoxide dismutase* (SOD), *catalase* (CAT), dan *glutathione peroxidase*. Oleh karenanya, penderita diabetes mellitus tipe 2 perlu mengasup pangan sumber antioksidan (antioksidan eksogen) sebagai antioksidan sekunder yang membantu kerja antioksidan primer.^{5,6} Di dalam tubuh, fungsi antioksidan makanan dapat diamati melalui biomarker *plasma antioxidant capacity* (PAC). PAC meliputi aktivitas antioksidan dari makanan dan antioksidan endogen. PAC menunjukkan biomarker penyerapan antioksidan makanan dalam tubuh. Apabila antioksidan makanan terserap, PAC akan meningkat.²⁶

Tingkat Penerimaan *Snack Bar* Sorgum

Snack bar sorgum putih paling disukai panelis dari segi warna, rasa, tekstur, dan aroma. Namun, berdasarkan uji statistik tidak ada perbedaan berdasarkan parameter rasa, tekstur, dan aroma. Hal ini disebabkan oleh bahan utama *snack bar* yaitu sorgum yang umumnya sama hanya berbeda jenis dan warna saja. Parameter

warna menunjukkan perbedaan pada *snack bar* sorgum merah dengan putih dan *snack bar* sorgum coklat dengan putih.

Warna *snack bar* sorgum merah, putih, dan coklat rata-rata sama karena *snack bar* yang dilapisi oleh karamel gula palem sebagai pengikat antar brondong sorgum agar terbentuk *snack bar*. Warna *snack bar* sorgum merah dan coklat memiliki warna yang lebih gelap dibandingkan *snack bar* sorgum putih. Hal ini dapat disebabkan oleh kandungan 3-deoksiantosianidin yang tinggi pada sorgum merah dan proantosianidin pada sorgum coklat yang menimbulkan warna gelap pada perikarp biji.¹⁰ Perpaduan warna brondong sorgum putih dengan karamel gula palem lebih menarik dan disukai jika dibandingkan dengan *snack bar* sorgum merah dan coklat.

Penilaian mengenai aroma *snack bar*, panelis menyatakan bahwa ketiga *snack bar* memiliki aroma yang sama. Aromanya harum yang berasal dari karamel gula palem. Gula karamel sering digunakan sebagai bahan pemberi cita rasa makanan yang memiliki aroma harum yang disukai panelis.²⁷

Penilaian mengenai tekstur, *snack bar* sorgum merah dan coklat kurang disukai panelis karena kurang renyah. Tekstur yang lebih disukai adalah *snack bar* sorgum putih. Kerenyahan *snack bar* sorgum dapat dipengaruhi oleh pengembangan sorgum saat dibroncong. Pengembangan sorgum saat dibroncong dipengaruhi oleh kadar amilopektin dan amilosa. Semakin tinggi kandungan amilopektin, brondong sorgum yang dihasilkan lebih mekar atau mengembang.²⁷

Rasa *snack bar* sorgum yang paling disukai panelis adalah *snack bar* sorgum putih. Hasil uji statistik menunjukkan rasa ketiga *snack bar* tidak ada perbedaan atau disukai panelis. Namun, rasa *snack bar* sorgum coklat kurang disukai panelis karena rasa pahit setelah dimakan. Rasa pahit pada *snack bar* sorgum coklat dapat dipengaruhi oleh adanya kandungan proantosianidin (tanin terkondensasi). Proantosianidin terdapat pada biji sorgum yang memiliki pigmen testa dan warna gelap pada perikarp biji sorgum dapat menjadi indikator keberadaan proantosianidin.¹⁰ Sorgum coklat memiliki warna perikarp lebih gelap dibanding sorgum merah dan putih mengandung tinggi proantosianidin yang berkontribusi pada rasa pahit *snack bar* sorgum coklat.

SIMPULAN

Kadar flavonoid, total fenol, dan aktivitas antioksidan tertinggi terdapat pada *snack bar* sorgum coklat yakni 0.018 mg QE/g, 4.679 mg GAE/g, dan 64.431%. Pengolahan sorgum menjadi produk *snack bar* menyebabkan penurunan kandungan flavonoid, total fenol, dan aktivitas antioksidan.

SARAN

Produk *snack bar* yang paling disukai dari segi rasa, warna, aroma, dan tekstur adalah *snack bar* sorgum putih. Namun, *snack bar* yang tinggi kandungan antioksidannya adalah *snack bar* sorgum coklat. Konsumsi *snack bar* sorgum coklat per harinya mampu memenuhi kebutuhan flavonoid sebesar 0.03% dan fenol sebesar 10.23% per sajian *snack bar* (33 gram).

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan *snack bar* sorgum dengan komponen antioksidan yang paling baik serta memiliki kualitas rasa, warna, aroma, dan tekstur yang disukai. Rasa pahit pada produk *snack bar* sorgum yang disebabkan oleh adanya tanin dapat dicegah dengan peningkatan kualitas rasa *snack bar* sorgum untuk menyamarkan rasa pahitnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kelancaran dan kemudahan kepada penulis selama proses menyelesaikan karya tulis ini. Terima kasih ditujukan kepada pembimbing dan penguji skripsi atas kritik dan saran yang telah diberikan selama menyelesaikan karya tulis ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas 2014 Update [Internet]. 2014 [cited 2015 May 6]. Available from: <http://www.idf.org/diabetesatlas/update-2014>
2. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI Tahun 2013. Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2013.

3. American Diabetes Association. Standards of Medical Care in Diabetes 2010. Diab Care. 2010; 33.
4. Roth SL. Diseases of the endocrine system. In Nelms M, Sucher KP, Lacey K, Roth SL. Nutrition therapy and pathophysiology. 2nd ed. USA: Wadsworth Cengage Learning. 2007. p.471-519.
5. Maritim AC, Sanders RA, Watkins JB. Diabetes, oxidative stress, and antioxidants: a review. J Biochem Molecular Toxicology. 2003; 17 (1): 24-38.
6. Winarsi H. Antioksidan alami dan radikal bebas. 2007. Yogyakarta: Kanisius. P.77-81
7. Sirappa MP. Prospek pengembangan sorgum di Indonesia sebagai komoditas alternatif untuk pangan, pakan, dan industri. Jurnal Litbang Pertanian. 2003; 22(4): 133-140.
8. Wu L, Zhaohui H, Peiyu Q, Guixing R. Effects of processing on phytochemical profiles and biological activities for production of sorghum tea. Food Research International. 2013; 53(2): 678-685.
9. Dykes L, Rooney LW. Sorghum and millet phenols and antioxidants. Journal of cereal science. 2006; 44(3) : 236-251.
10. Rhodes DH, Hoffmann L, Rooney WL, Ramu P, Morris GP, Kresovich S. Genome-wide association study of grain polyphenol concentrations in global sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] germplasm. J. Agric. Food Chem. 2014; 62: 10916-27.
11. Moraes EA, Marineli RS, Lenquist SA, Steel CJ, Menezes CB, Queiros VA et al. Sorghum flour fractions: correlations among polysaccharides, phenolic compounds, antioxidant activity and glycemic index. Journal food chemistry. 2015; 180: 116-123.
12. Dykes L, Peterson GC, Rooney WL, Rooney LW. Flavonoid composition of lemon yellow sorghum genotypes. Food Chemistry. 2011; 128(1): 173-179.

13. Chung IM, Kim EH, Yeo MA, Kim SJ, Seo MC, Moon HI. Antidiabetic effects of three Korean sorghum phenolic extracts in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. 2011; 44(1): 127-132.
14. Wibowo OA. Optimasi formulasi pembuatan *snack bar* kacang merah-apel malang dengan menggunakan program linier [skripsi]. Bandung: Universitas Pasundan. 2010.
15. Polumahanthi S, Nallamilli SM. Comparative studies on raw and cooked extracts of sorghum cultivars for their bio-active constituents. International Journal of advanced research. 2014; 2(2): 804-813.
16. Taleon V, Dykes L, Rooney WL, Rooney LW. Effect of genotype and environment on flavonoid concentration and profile of black sorghum grains. Journal of Cereal Science. 2012; 56 (2): 470-475.
17. Taleon V, Dykes L, Rooney WL, Rooney LW. Environmental effect on flavonoid concentrations and profiles of red and lemon-yellow sorghum grains. Journal of Food Composition and Analysis. 2014; 34 (2): 178-185.
18. Suarni. Potensi Sorgum sebagai Bahan Pangan Fungsional. IPTEK Tanaman Pangan. 2012; 7 (1): 58-67.
19. Afify AEMR, El-Beltagi HS, El-Salam SMA, Omran AA. Biochemical changes in phenols, flavonoids, tannins, vitamin E, -carotene and antioxidant activity during soaking of three white sorghum. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. 2012; 3(2): 203-209.
20. Cardoso LM, Montini TA, Pinheiro SS, Pinheiro-Sant'Ana HM, Martino HSD, Moreira AVB. Effects of processing with dry heat and wet heat on the antioxidant profile of sorghum. 2013; 152: 210-217.
21. Dlamini NR, Taylor JRN, Rooney LW. The effect of sorghum type and processing on the antioxidant properties of African sorghum-based foods. Food Chemistry. 2007; 4(105): 1412-1219.

22. Murphy MM, Barraj LM, Herman D, Bi X. Phytonutrient intake by adults in the United States in relation to fruit and vegetables consumption. *J Acad Nutr Diet*. 2012; 112: 1626-35
23. Coskun O, Kanter M, Korkmaz A, Oter S. Quercetin, a flavonoid antioxidant, prevents and protects streptozotocin-induced oxidative stress and β -cell damage in rat pancreas. *Pharmacological Research*. 2005; 51 (2): 117-123.
24. Dykes L, Rooney WL, Rooney LW. Evaluation of phenolics and antioxidant activity of black sorghum hybrids. *Journal of Cereal Science*. 2013; 58: 278-283.
25. Kim J, Park Y. Anti-diabetic effect of sorghum extract on hepatic gluconeogenesis of streptozotocin-induced diabetic rats. *Nutrition and Metabolism*. 2012; 106 (9): 1-7.
26. Fernandez-Panchon MS, Villano D, Troncoso AM, Garcia-Parrilla MC. Antioxidant Activity of Phenolic Compounds: From In Vitro Results to In Vivo Evidence. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2008; 48: 649-671.
27. Winarno FG. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia. 2004. p. 27-32,41.

Lampiran 1. Perkiraan Kandungan Nilai Gizi *Snack bar* Sorgum (33,3 gram)

Perhitungan nilai gizi *snack bar* sorgum menggunakan *software NutriSurvey*

Bahan	Berat	Nilai Gizi			
		E (kkal)	P (g)	L (g)	KH (g)
Sorgum	30	99.6	3.1	0.9	22.1
<i>Palm sugar</i>	17.33	60.5	0.4	0.033	14.6
minyak kelapa	3.33	28.73	0	3.33	0
susu skim	4.33	25.93	1.53	0.1	2.23
Total		204.76	5.03	4.33	39.03



Lampiran 2. Proses Pembuatan *Snack Bar* Sorgum

Bahan:

1. Bahan utama *snack bar* (brondong sorgum merah, putih, dan coklat)
2. Susu skim
3. Gula palem
4. Minyak kelapa
5. Air

Prosedur:

1. Menimbang bahan sesuai dengan formula yang sudah ditetapkan.
2. Memanaskan minyak kelapa dalam panci kemudian memasukkan gula palem.
3. Setelah gula palem meleleh ditambahkan air.
4. Mencampurkan bahan utama *snack bar* (brondong sorgum merah, putih, dan coklat) dengan susu diabetasol beserta gula palem yang telah meleleh lalu diaduk hingga merata.
5. Adonan *snack bar* dimasukkan ke dalam cetakan kue dan ditekan-tekan untuk memadatkan bentuk *snack bar*.
6. Adonan dilepaskan dari cetakan kue lalu didiamkan pada suhu ruang kemudian dimasukkan ke dalam plastic untuk menghindari kontak langsung dengan udara yang menyebabkan *snack bar* melempe.

Lampiran 3. Data Hasil Analisis Kadar Flavonoid, Total Fenol, dan Aktivitas Antioksidan

1. Kadar Flavonoid (mg QE/g)

	Sorgum								
	merah			putih			coklat		
	1	2	Rata-rata	1	2	Rata-rata	1	2	Rata-rata
	0.021	0.020	0.021	0.022	0.023	0.023	0.027	0.024	0.025
Ulangan	<i>Snack bar sorgum</i>								
	merah			putih			coklat		
	1	2	Rata-rata	1	2	Rata-rata	1	2	Rata-rata
1	0.013	0.014	0.014	0.013	0.016	0.015	0.018	0.018	0.018
2	0.018	0.017	0.018	0.019	0.018	0.019	0.019	0.018	0.019
3	0.015	0.013	0.014	0.013	0.014	0.014	0.016	0.016	0.016

2. Kadar Total Fenol (mg GAE/g)

	Sorgum								
	merah			putih			coklat		
	1	2	Rata-rata	1	2	Rata-rata	1	2	Rata-rata
	10.119	10.012	10.066	8.770	9.392	8.770	12.103	11.925	12.014
Ulangan	<i>Snack bar sorgum</i>								
	merah			putih			coklat		
	1	2	Rata-rata	1	2	Rata-rata	1	2	Rata-rata
1	2.211	2.517	2.364	1.642	1.290	1.466	4.821	4.603	4.712
2	3.018	2.725	2.872	1.296	1.083	1.190	5.010	4.847	4.929
3	2.400	2.179	2.290	2.621	1.124	1.373	4.291	4.501	4.396

3. Aktivitas Antioksidan (%)

	Sorgum								
	merah			putih			coklat		
	1	2	Rata-rata	1	2	Rata-rata	1	2	Rata-rata
	91.201	87.582	89.392	83.936	80.350	81.643	96.534	94.221	95.378
Ulangan	Snack bar sorgum								
	merah			putih			coklat		
	1	2	Rata-rata	1	2	Rata-rata	1	2	Rata-rata
1	54.291	55.051	54.671	41.764	37.226	39.495	67.492	61.481	64.487
2	51.384	54.112	52.748	39.813	37.350	38.582	63.020	65.337	64.179
3	50.268	55.483	52.876	38.104	39.666	38.885	63.900	65.357	64.629



Lampiran 4. Hasil Uji Kesukaan *Snack bar* Sorgum

Panelis	Warna			Aroma			Tekstur			Rasa		
	M	P	C	M	P	C	M	P	C	M	P	C
1	2	3	2	2	2	3	1	2	2	3	3	3
2	3	3	2	3	3	2	2	2	2	3	4	2
3	3	4	2	4	4	4	2	3	2	4	4	4
4	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4
5	3	4	1	3	4	3	3	4	3	3	4	3
6	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2
7	3	3	2	4	3	2	2	3	3	3	4	3
8	2	3	2	4	3	4	3	3	3	2	3	2
9	3	3	2	2	2	4	2	2	2	2	3	4
10	2	3	1	3	4	2	2	2	2	3	3	2
11	3	4	2	3	2	4	3	3	3	3	3	4
12	3	2	1	3	4	1	2	3	1	4	3	2
13	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	2
14	2	3	4	3	2	4	4	3	2	4	3	3
15	3	2	3	3	2	3	2	2	2	2	3	2
16	3	2	2	3	2	2	3	3	3	2	3	2
17	2	3	3	2	4	3	2	3	2	3	3	2
18	3	4	2	3	2	4	2	2	2	3	2	3
19	2	4	3	3	2	4	3	3	3	3	3	4
20	3	4	2	3	3	3	3	2	4	3	3	4
21	2	3	1	2	4	1	2	2	2	2	3	2
22	2	3	2	3	2	2	2	2	1	2	3	1
23	2	3	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3
24	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3
25	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
Total	64	79	53	74	70	70	62	67	62	71	78	69
Rata-rata	2.56	3.16	2.12	2.96	2.8	2.8	2.48	2.68	2.48	2.84	3.12	2.76
	3	3	2	3	3	3	2	3	2	3	3	3

Keterangan:

M= *Snack bar* sorgum merah

P= *Snack bar* sorgum putih

C=*Snack bar* sorgum coklat

1= sangat tidak suka

2=tidak suka

3=suka

4=sangat suka

Lampiran 5. Hasil Uji Statistik Kadar Flavonoid, Total Fenol, Aktivitas Antioksidan, dan Tingkat Penerimaan *Snack bar* Sorgum

1. Kadar Flavonoid

Descriptives

flavonoid snack bar

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					merah	3		
putih	3	.01590	.003005	.001735	.00844	.02337	.013	.019
coklat	3	.01767	.001528	.000882	.01387	.02146	.016	.019
Total	9	.01619	.002443	.000814	.01431	.01807	.013	.019

Tests of Normality

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
flavonoid snack bar Merah	.314	3	.	.893	3	.363
Putih	.192	3	.	.997	3	.894
Coklat	.253	3	.	.964	3	.637

a. Lilliefors Significance Correction

2. Total Fenol

Descriptives

total fenol snack bar

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					Merah	3		
Putih	3	1.34300	.140424	.081074	.99417	1.69183	1.190	1.466
Coklat	3	4.67900	.268028	.154746	4.01318	5.34482	4.396	4.929
Total	9	2.84356	1.482476	.494159	1.70402	3.98309	1.190	4.929



Tests of Normality

perlakua n	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
total fenol snack bar merah	.343	3	.	.844	3	.224
putih	.251	3	.	.966	3	.645
coklat	.216	3	.	.989	3	.796

a. Lilliefors Significance Correction

ANOVA

total fenol snack bar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	17.198	2	8.599	134.405	.000
Within Groups	.384	6	.064		
Total	17.582	8			

Post Hoc Test

Multiple Comparisons

total fenol snack bar

Tukey HSD

(I) perlakuan	(J) perlakuan	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Merah	putih	1.165667*	.206524	.003	.53199	1.79934
	coklat	-2.170333*	.206524	.000	-2.80401	-1.53666
Putih	merah	-1.165667*	.206524	.003	-1.79934	-.53199
	coklat	-3.336000*	.206524	.000	-3.96967	-2.70233
Coklat	merah	2.170333*	.206524	.000	1.53666	2.80401
	putih	3.336000*	.206524	.000	2.70233	3.96967

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

total fenol snack bar

Tukey HSD^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Putih	3	1.34300		
Merah	3		2.50867	
Coklat	3			4.67900
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

3. Aktivitas antioksidan

Descriptives

aktivitas antioksidan snack bar

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
merah	3	53.43167	1.075201	.620767	50.76072	56.10261	52.748	54.671
putih	3	38.98733	.465023	.268481	37.83215	40.14251	38.582	39.495
coklat	3	64.43167	.230046	.132817	63.86020	65.00313	64.179	64.629
Total	9	52.28356	11.067426	3.689142	43.77638	60.79073	38.582	64.629

Tests of Normality

	perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
aktivitas antioksidan snack bar	merah	.364	3	.	.800	3	.114
	putih	.254	3	.	.964	3	.634

Descriptives

aktivitas antioksidan snack bar

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					merah	3		
putih	3	38.98733	.465023	.268481	37.83215	40.14251	38.582	39.495
coklat	3	64.43167	.230046	.132817	63.86020	65.00313	64.179	64.629
coklat			.262	3	.957	3	.599	

a. Lilliefors Significance Correction

ANOVA

aktivitas antioksidan snack bar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	977.053	2	488.526	1028.315	.000
Within Groups	2.850	6	.475		
Total	979.903	8			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

aktivitas antioksidan snack bar

Tukey HSD

(I) perlakuan	(J) perlakuan	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Merah	putih	14.444333*	.562776	.000	12.71758	16.17108
	coklat	-11.000000*	.562776	.000	-12.72675	-9.27325
Putih	merah	-14.444333*	.562776	.000	-16.17108	-12.71758
	coklat	-25.444333*	.562776	.000	-27.17108	-23.71758
Coklat	merah	11.000000*	.562776	.000	9.27325	12.72675
	putih	25.444333*	.562776	.000	23.71758	27.17108

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

aktivitas antioksidan snack bar

Tukey HSD^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Putih	3	38.98733		
Merah	3		53.43167	
Coklat	3			64.43167
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

4. Analisis kadar flavonoid, total fenol, dan aktivitas antioksidan biji sorgum dengan *snack bar* sorgum

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
aktivitas antioksidan sorgum	.201	3	.	.995	3	.859
aktivitas antioksidan snack bar	.203	3	.	.994	3	.851
total fenol sorgum	.220	3	.	.987	3	.779
total fenol snack bar	.245	3	.	.971	3	.671
flavonoid sorgum	.175	3	.	1.000	3	1.000
flavonoid snack bar	.253	3	.	.964	3	.637

a. Lilliefors Significance Correction



Paired Sample Test

	Mean	N	Std. Deviation	p
Aktivitas antioksidan sorgum	88.804	3	6.886	0.009
Aktivitas antioksidan snack bar	52.284	3	12.761	
Total fenol sorgum	10.283	3	1.633	0.025
Total fenol snack bar	2.844	3	1.692	
Flavonoid sorgum	22.756	3	2.127	0.005
Flavonoid snack bar	16.193	3	1.450	

5. Uji kesukaan *snack bar* sorgum

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
WarnaSorgumMerah	.367	25	.000	.634	25	.000
WarnaSorgumPutih	.321	25	.000	.776	25	.000
WarnaSorgumCoklat	.326	25	.000	.822	25	.001
Aroma SorgumMerah	.370	25	.000	.714	25	.000
Aroma SorgumPutih	.276	25	.000	.781	25	.000
Aroma SorgumCoklat	.198	25	.012	.870	25	.004
TeksturSorgumMerah	.289	25	.000	.810	25	.000
TeksturSorgumPutih	.295	25	.000	.766	25	.000
TeksturSorgumCoklat	.287	25	.000	.832	25	.001
Rasa SorgumMerah	.321	25	.000	.776	25	.000
Rasa SorgumPutih	.448	25	.000	.597	25	.000
Rasa SorgumCoklat	.246	25	.000	.852	25	.002

a. Lilliefors Significance Correction

a. Uji kesukaan warna *snack bar* sorgum

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
WarnaSorgumMerah	25	2.56	.507	2	3
WarnaSorgumPutih	25	3.16	.624	2	4
WarnaSorgumCoklat	25	2.12	.726	1	4

Friedman test

Ranks		Test Statistics ^a	
	Mean Rank		
WarnaSorgumMerah	1.92	N	25
WarnaSorgumPutih	2.64	Chi-Square	22.244
WarnaSorgumCoklat	1.44	df	2
		Asymp. Sig.	.000

Uji Lanjut

Ranks		N	Mean Rank	Sum of Ranks
WarnaSorgumPutih WarnaSorgumMerah	- Negative Ranks	3 ^a	10.00	30.00
	Positive Ranks	17 ^b	10.59	180.00
	Ties	5 ^c		
	Total	25		
WarnaSorgumCoklat WarnaSorgumMerah	- Negative Ranks	13 ^d	8.23	107.00
	Positive Ranks	3 ^e	9.67	29.00
	Ties	9 ^f		
	Total	25		
WarnaSorgumCoklat WarnaSorgumPutih	- Negative Ranks	20 ^g	11.85	237.00
	Positive Ranks	2 ^h	8.00	16.00
	Ties	3 ⁱ		
	Total	25		

- a. WarnaSorgumPutih < WarnaSorgumMerah
- b. WarnaSorgumPutih > WarnaSorgumMerah
- c. WarnaSorgumPutih = WarnaSorgumMerah
- d. WarnaSorgumCoklat < WarnaSorgumMerah
- e. WarnaSorgumCoklat > WarnaSorgumMerah
- f. WarnaSorgumCoklat = WarnaSorgumMerah
- g. WarnaSorgumCoklat < WarnaSorgumPutih
- h. WarnaSorgumCoklat > WarnaSorgumPutih
- i. WarnaSorgumCoklat = WarnaSorgumPutih

Test Statistics^c

	WarnaSorgumPutih – WarnaSorgumMerah	WarnaSorgumCoklat – WarnaSorgumMerah	WarnaSorgumCoklat – WarnaSorgumPutih
Z	-3.128 ^a	-2.153 ^b	-3.737 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002	.031	.000

a. Based on negative ranks.

b. Based on positive ranks.

c. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Analisis uji kesukaan aroma *snack bar* sorgum

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Aroma SorgumMerah	25	2.96	.539	2	4
Aroma SorgumPutih	25	2.80	.816	2	4
Aroma SorgumCoklat	25	2.80	.957	1	4

Friedman Test

Ranks		Test Statistics^a	
	Mean Rank		
Aroma SorgumMerah	2.18	N	25
Aroma SorgumPutih	1.88	Chi-Square	1.826
Aroma SorgumCoklat	1.94	df	2
		Asymp. Sig.	.401

c. Analisis uji kesukaan tekstur *snack bar* sorgum

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
TeksturSorgumMerah	25	2.48	.653	1	4
TeksturSorgumPutih	25	2.68	.627	2	4
TeksturSorgumCoklat	25	2.48	.714	1	4

Friedman test

Ranks		Test Statistics ^a	
	Mean Rank	N	25
TeksturSorgumMerah	1.88	Chi-Square	3.897
TeksturSorgumPutih	2.20	df	2
TeksturSorgumCoklat	1.92	Asymp. Sig.	.142

d. Analisis uji kesukaan rasa *snack bar* sorgum

Descriptive Statistics					
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Rasa SorgumMerah	25	2.84	.624	2	4
Rasa SorgumPutih	25	3.12	.440	2	4
Rasa SorgumCoklat	25	2.76	.879	1	4

Friedman test

Ranks		Test Statistics ^a	
	Mean Rank	N	25
Rasa SorgumMerah	1.90	Chi-Square	4.507
Rasa SorgumPutih	2.28	df	2
Rasa SorgumCoklat	1.82	Asym p. Sig.	.105

Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian



Sorghum merah, putih, dan coklat



Snack bar sorghum merah, putih, dan coklat