



Rahmawati | Julfi Restu Amelia | Shanti Pujilestari

Sorgum Ketan Coklat Tua Lokal:

Karakteristik dan Potensi sebagai Pangan Lokal
Alternatif Pengganti Beras

**SORGUM KETAN
COKLAT TUA LOKAL:
KARAKTERISTIK DAN POTENSI
SEBAGAI PANGAN LOKAL
ALTERNATIF PENGGANTI BERAS**

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

**SORGUM KETAN
COKLAT TUA LOKAL:
KARAKTERISTIK DAN POTENSI
SEBAGAI PANGAN LOKAL
ALTERNATIF PENGGANTI BERAS**

**RAHMAWATI
JULFI RESTU AMELIA
SHANTI PUJILESTARI**



**SORGUM KETAN COKLAT TUA LOKAL: KARAKTERISTIK DAN POTENSI
SEBAGAI PANGAN LOKAL ALTERNATIF PENGGANTI BERAS**

Rahmawati, dkk

Desain Cover :
Ali Hasan Zein

Sumber :
shutterstock

Tata Letak :
Ajuk

Proofreader :
Mira Muarifah

Ukuran :
viii, 68 hlm, Uk: 15.5x23 cm

ISBN :
978-623-02-6338-5

Cetakan Pertama :
April 2023

Hak Cipta 2023, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2023 by Deepublish Publisher
All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang.
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT DEEPUBLISH
(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Jl.Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman

Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581

Telp/Faks: (0274) 4533427

Website: www.deepublish.co.id

www.penerbitdeepublish.com

E-mail: cs@deepublish.co.id

KATA PENGANTAR PENERBIT

Assalamualaikum, w.r. w.b.

Segala puji kami haturkan ke hadirat Allah Swt., Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya. Tak lupa, lantunan selawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad saw.

Dalam rangka mencerdaskan dan memuliakan umat manusia dengan penyediaan serta pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk menciptakan industri *processing* berbasis sumber daya alam (SDA) Indonesia, Penerbit Deepublish dengan bangga menerbitkan buku dengan judul ***Sorgum Ketan Cokelat Tua Lokal: Karakteristik dan Potensi sebagai Pangan Lokal Alternatif Pengganti Beras.***

Terima kasih dan penghargaan terbesar kami sampaikan kepada penulis yang telah memberikan kepercayaan, perhatian, dan kontribusi penuh demi kesempurnaan buku ini. Semoga buku ini bermanfaat bagi semua pembaca, mampu berkontribusi dalam mencerdaskan dan memuliakan umat manusia, serta mengoptimalkan pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi di tanah air.

Wassalamualaikum, w.r. w.b.

Hormat Kami,

Penerbit Deepublish

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR PENERBIT	v
DAFTAR ISI.....	vi
PROLOG.....	1
DISKUSI WACANA.....	4
Sorgum	4
Sorgum Ketan	11
Penyosohan	13
PAPARAN DISKUSI.....	16
Karakteristik Sorgum Cokelat Tua Lokal.....	16
Warna Biji.....	21
Berat 1000 Biji	23
Kekerasan Biji.....	25
Volume Biji.....	26
Densitas Kamba/ <i>Bulk Density</i>	27
True Density	29
Porositas Biji	30
Potensi Sorgum Cokelat Tua Lokal sebagai Alternatif Pengganti Beras.....	31
Kadar Karbohidrat.....	33
Kadar Pati.....	34
Kadar Amilosa	36
Kadar Amilopektin	38
Kadar Protein.....	39
Kadar Lemak.....	41
Kadar Serat Pangan.....	42
Kadar Serat Pangan Larut Air	43
Kadar Serat Pangan Tidak Larut Air	44
Kadar Tanin	45
Aktivitas Antioksidan (IC_{50}).....	48



Kadar Air.....	49
Kadar Abu.....	51
KESIMPULAN.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54
UCAPAN TERIMA KASIH.....	67
PROFIL PENULIS.....	68



PROLOG

Beras, sebagai bahan baku nasi mendominasi makanan pokok masyarakat Indonesia. Menurut Dyahrini & Gusni (2016) sebanyak 95% penduduk Indonesia mengonsumsi nasi beras sebagai makanan pokok. Konsumsi beras tahun 2021 sebesar 31,69 juta ton, naik dari tahun 2020 (31,33 juta ton) dan 2019 (31,31 juta ton). Sementara itu, luas panen tanaman padi menurun dari 10,68 juta ha tahun 2019 menjadi 10,66 juta ha pada tahun 2020, dan 10,41 juta ha pada tahun 2021 (BPS, 2022). Berdasarkan hal tersebut perlu dicari makanan pokok golongan sereal lokal yang kandungan gizi dan ketersediaannya cukup.

Sereal yang dikembangkan pemanfaatannya oleh Kementerian Pertanian RI (2019) pada tahun 2020 adalah sorgum. Hal ini karena sorgum mengandung zat gizi lebih tinggi dari beras, seperti mengandung karbohidrat 82,05%–83,29% bk, lebih tinggi dari beras (77,1%) (Mahmud *et al.*, 2018); pati 81,68%–83,45% bk, relatif sama dengan beras 81–84% (Reddy & Bhotmange, 2013); protein 11,60%–11,38% bk yang lebih tinggi dari beras (6–10%), lemak 3,13–3,34% bk lebih tinggi dari beras (0,5–1,5%), serat kasar 3,2%–6,0% untuk sorgum ketan dan 7,5%–11,6% untuk sorgum biasa (bk) lebih tinggi dari beras (5,69 %) (Yan *et al.*, 2011); (Widowati *et al.*, 2009), dan abu 3,13%–3,34% bk lebih tinggi dari beras (0,8%) (Mahmud *et al.*, 2018); kaya antioksidan, Fe, serat, oligosakarida, dan β -glukan (Mishra *et al.*, 2012). Secara umum, sorgum ada 2 jenis berdasarkan komposisi patinya, yaitu sorgum biasa dan sorgum ketan. Sorgum biasa pada umumnya mengandung amilosa 20–30% dan amilopektin 70–80%, di mana sorgum ketan mengandung amilosa 0–15% dan amilopektin 85–100% (Pontieri *et al.*, 2020). Selain itu, sorgum juga diklasifikasikan berdasarkan warna testanya, yaitu sorgum putih, kuning, merah, cokelat, dan hitam (Earp *et al.*, 2004); (Xiong *et al.*, 2019).

Saat ini pemanfaatan sorgum biasa sebagai bahan baku nasi telah dilakukan, antara lain Widowati *et al.* (2010) membuat nasi

sorgum instan, Rasyid *et al.* (2017) membuat beras analog dari sorgum ditambah rempah, dan Wulandari *et al.* (2018) membuat nasi sorgum ditambah kacang tunggak untuk meningkatkan kadar protein. Sampai saat ini kebanyakan nasi sorgum dibuat dari biji sorgum biasa dan menghasilkan nasi sorgum yang kurang disukai karena pera dan tidak ada rasa manis. Nasi sorgum pera karena kandungan amilosa sorgum biasa antara 20–30% dan tidak berasa manis karena biji sorgum yang diolah menjadi *coarse semolina upma*, *flakes poha*, dan *pasta* mempunyai nilai Indeks Glikemik (IG) yang rendah yaitu berkisar $45 \pm 5,27$ – $53 \pm 3,84$ (Prasad *et al.*, 2015). Keinginan panelis mengonsumsi nasi sorgum yang berasa manis, sejalan dengan hasil penelitian Maligan *et al.* (2019) di mana konsumen menginginkan nasi yang berasa enak dan manis serta tekstur agak pera-pulen (Mardiah *et al.*, 2016). Kondisi ini dimiliki oleh nasi beras. Rasa manis nasi beras karena (IG) beras tinggi, yaitu 63,5–97,29 (Widowati *et al.*, 2009). IG tinggi menjadi masalah bagi penderita diabetes karena dapat meningkatkan kadar gula darah. Di Indonesia prevalensi penderita diabetes mencapai 19,47 juta orang (10,6%) di mana Indonesia ada di peringkat 5 dunia (Pahlevi, 2021). Mengingat keinginan masyarakat akan nasi yang berasa manis, maka perlu dicari cara untuk menghasilkan nasi sorgum yang ada sedikit rasa manis. Rasa manis disebabkan adanya peningkatan kandungan gula. Hasil penelitian Farasara *et al.* (2014) pada jagung putih pulut yang difermentasi spontan dan terkendali dengan cara perendaman, ditemukan terjadinya peningkatan kandungan amilosa dibandingkan tanpa fermentasi. Peningkatan amilosa disebabkan adanya pemotongan rantai amilopektin selama proses fermentasi oleh mikroba amilolitik yang dihasilkan selama proses fermentasi. Berdasarkan hal ini diduga proses fermentasi pada sorgum ketan dapat menghasilkan nasi sorgum yang pulen, dan ada rasa manis karena terpotongnya rantai amilopektin menjadi lebih sederhana akibat proses fermentasi. Hal ini sejalan dengan penelitian Budiyanto *et al.* (2021) di mana proses perendaman dapat meningkatkan rendemen, derajat putih, dan kandungan amilosa.

Salah satu kendala dalam mengolah sorgum adalah bijinya yang keras. Salah satu cara untuk memperlunak biji sorgum adalah dengan penyosohan. Penyosohan bertujuan menghilangkan pericarp dan lembaga. Pericarp merupakan lapisan terluar biji sorgum yang terikat kuat pada endosperma dan bersifat sulit dicerna, di mana lembaga mengandung lemak tinggi sehingga mudah teroksidasi dan menyebabkan ketengikan. Setelah disosoh, endosperma yang diperoleh sudah tidak memiliki pericarp dan atau lembaga. Kekerasan endosperma juga memengaruhi rendemen beras sorgum. Rendemen yang rendah dihasilkan karena biji sorgum disosoh sebanyak dua kali sebelum diolah. Pada biji sorgum pericarp dapat dihilangkan dengan penyosohan abrasif (Sukarminah, 2015). Budiyanto *et al.* (2021) melakukan perendaman dan penyosohan untuk mempermudah pengolahan biji sorgum, di mana rendemen yang dihasilkan berkisar antara 42,24%–49,77%.

Di Indonesia, sorgum ditemui di berbagai daerah, seperti Jawa Tengah (Purwodadi, Pati, Demak, Wonogiri), Daerah Istimewa Yogyakarta (Gunung Kidul, Kulon Progo), Jawa Timur (Lamongan, Bojonegoro, Tuban, Probolinggo), dan sebagian Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur (Sirappa, 2003). Saat ini daerah yang banyak ditumbuhi sorgum dan mulai dikomersialkan baik sebagai pangan maupun pakan adalah Lamongan. Di Lamongan tumbuh sorgum lokal cokelat tua yang belum banyak dikembangkan pemanfaatannya. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan karakterisasi untuk melihat potensi pemanfaatannya sebagai pangan lokal alternatif pengganti beras.

DISKUSI WACANA

Sorgum

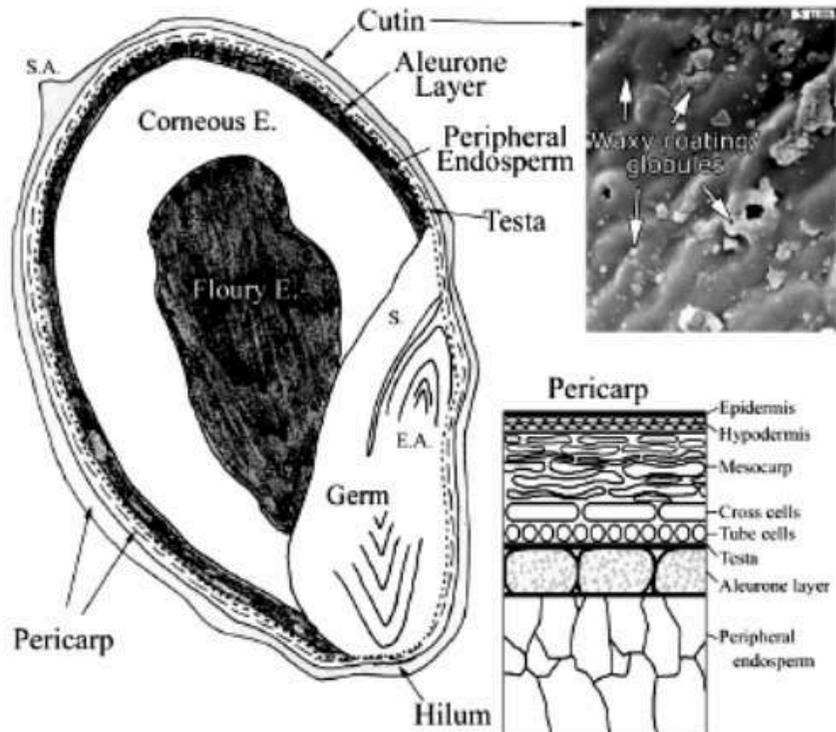
Sorgum adalah serealia yang sedang dikembangkan Kementerian Pertanian RI (2019) sebagai bahan baku pangan. Tanaman sorgum disebut “*the camel among crops*” karena mempunyai sifat tahan kekeringan, kadar garam tinggi, serta daya adaptasi pertumbuhan yang baik (Mokariya & Malam, 2020). Sorgum juga dapat tumbuh di berbagai keadaan lingkungan dan mudah beradaptasi dengan iklim setempat. Dari sisi kandungan gizi, sorgum mengandung karbohidrat, pati, protein, lemak, dan serat kasar yang lebih tinggi dari beras. Patinya lambat dicerna, IG rendah, mengandung antioksidan, dan serat tinggi yang baik untuk penderita diabetes (Prasad *et al.*, 2015), kaya antioksidan, Fe, serat, oligosakarida, dan β -glukan, namun mengandung tanin dan asam fitat yang menyebabkan rasa agak sepat dan berperan antigizi (Mishra *et al.*, 2012). IG biji sorgum menurut Prasad *et al.* (2015) sebesar $45 \pm 5,27 - 53 \pm 3,84$ yang tergolong dalam IG rendah (< 55). Menurut Moraes *et al.* (2015) IG bahan pangan dikatakan tinggi jika $IG > 70$; sedang $IG 56 - 69$; atau rendah $IG < 55$.

Di Indonesia, sorgum banyak tumbuh di berbagai provinsi dengan varietas dan karakter yang beragam, yaitu Jawa Tengah (Purwodadi, Pati, Demak, Wonogiri), Daerah Istimewa Yogyakarta (Gunung Kidul, Kulon Progo), Jawa Timur (Lamongan, Bojonegoro, Tuban, Probolinggo), dan sebagian Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur (Sirappa, 2003). Tanaman sorgum dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tanaman sorgum varietas Bioguma agritan hasil mutasi varietas Numbu (Trubus, 2020)

Jenis tanaman sorgum banyak, antara lain sorgum berumur pendek atau semusim (*Sorghum vulgare*), sorgum makanan ternak, sorgum penghasil biji *non-saccharing*, sorgum sapu, sorgum rumput dan sorgum tahunan. Secara umum, biji sorgum berbentuk bulat (*flattened spherical*) dengan berat 25-55 mg. Biji sorgum berbentuk butiran dengan ukuran $4,0 \times 2,5 \times 3,5 \text{ mm}^3$. Berdasarkan bentuk dan ukurannya, sorgum dibedakan menjadi tiga golongan, yaitu biji berukuran kecil (8–10 mg), sedang (12–24 mg), dan besar (25–35 mg) (Suarni, 2004). Biji sorgum terdiri atas tiga bagian utama, yaitu lapisan luar (*coat*), embrio (*germ*), dan endosperm (Gambar 2). Bentuk malai biji sorgum dapat dilihat pada Gambar 3.



S.A=Stylar area/bagian ujung, E.A=Embryonic axis/inti embrio,
 S=Scutellum/Sekutelum
 Sumber: Earp *et al.* (2004)

Gambar 2. Struktur biji sorgum (Earp *et al.*, 2004)

Gambar 2 menunjukkan lapisan luar biji sorgum terdiri atas hilum dan pericarp, di mana hilum berada pada bagian dasar biji. Hilum akan berubah warna menjadi gelap/hitam pada saat biji telah tua. Sementara itu, pericarp terdiri atas lapisan mesocarp dan endocarp. Lapisan mesocarp berada di lapisan tengah dan cukup tebal. Mesocarp berbentuk poligonal dan mengandung sedikit granula pati. Lapisan dalam biji sorgum terdapat endocarp. Bagian endocarp tersusun dari sel yang melintang dan berbentuk tabung. Pada bagian

endocarp terdapat testa dan aleurone di mana pada lapisan ini terdapat senyawa fenolik (A'Yunin *et al.*, 2022). Warna biji sorgum dipengaruhi oleh warna dan ketebalan kulit (pericarp), adanya testa serta tekstur dan warna endosperm. Warna pada testa disebabkan oleh adanya tanin (Earp *et al.*, 2004; Xiong *et al.*, 2019). Warna biji sorgum sangat bervariasi, yaitu putih, kuning hingga merah, cokelat, dan ungu. Bagian embrio terdiri atas bagian inti embrio, skutelum, calon tunas (*plumule*), dan calon akar (*radicle*). Di mana bagian embrio mengandung asam lemak tak jenuh seperti asam linoleat, protein, lisin, dan polisakarida nonpati. Endosperma terdiri atas lapisan endosperma luar (*peripheral endosperm*), tengah (*corneous endosperm*) dan dalam (*floury endosperm*). Komposisi setiap lapisan beragam, bergantung varietas. Lapisan *corneous* biji sorgum tebal. Hal ini membuat biji sorgum lebih keras di banding biji dengan sedikit lapisan *corneous* (Xiong *et al.*, 2019).



Gambar 3. Bentuk malai sorgum (Andriani & Isnaini, 2013)

Komponen utama biji sorgum adalah pati yang tersimpan dalam bentuk granula pada bagian endosperma. Pada bagian endosperma dan pericarp terdapat pula arabinosilan, β -glukan, vitamin, dan mineral. Endosperm umumnya berwarna putih atau kuning, warna kuning

disebabkan oleh carotenoid. Berdasarkan komposisi patinya ada 2 jenis sorgum, yaitu sorgum biasa dan sorgum ketan. Sorgum biasa pada umumnya mengandung amilosa 20–30% dan amilopektin 70–80%, di mana sorgum ketan mengandung amilosa 0–15% dan amilopektin 85–100% (Pontieri *et al.*, 2020).

Menurut Iriany & Makkulawu (2013), taksonomi tanaman sorgum diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*

Class : *Monocotyledoneae*

Ordo : *Poales*

Family : *Poaceae*

Subfamily: *Panicoideae*

Genus : *Sorghum*

Species : *bicolor*

Secara umum, komposisi biji sorgum dan bagian-bagiannya mirip dengan jagung, namun kandungan minyak sorgum lebih rendah. Biji sorgum mengandung protein 8–12%, pati 65–76%, dan serat sekitar 2%. Bagian embrio (*germ*) biji sorgum kaya akan minyak (28% dari *germ*), tinggi protein (19%) dan abu (10%). Protein sorgum tidak mengandung gluten. Dedak (*bran*) sorgum terdiri dari selulosa dan hemiselulosa. Komposisi biji sorgum dapat bervariasi karena, antara lain sifat hibrida, kondisi tanah dan iklim, serta cara pengelolaan tanaman. Butir sorgum dikenal karena kekerasannya dibandingkan dengan biji-bijian makanan lainnya. Kekerasan gabah disebabkan oleh kandungan protein prolamin yang lebih tinggi (3,6–5,1%) dibandingkan sereal lain (Mohamed *et al.*, 2022; Abah *et al.*, 2020).

Jenis sorgum yang banyak digunakan sebagai campuran beras untuk nasi adalah sorgum biasa karena kandungan amilosanya sekitar 25,8% (Suarni, 2017). Penggunaannya sebagai bahan baku pangan berkembang karena mengandung karbohidrat 82,05%–83,29% bk, lebih tinggi dari beras (77,1%) (Mahmud *et al.*, 2018); pati 81,68%–

83,45% bk, relatif sama dengan beras 81–84% (Reddy & Bhotmange, 2013); protein 11,60%–11,38% bk yang lebih tinggi dari beras (6–10%), lemak 3,13–3,34% bk lebih tinggi dari beras (0,5–1,5%), serat kasar $11,4 \pm 0,2\%$ – $15,7 \pm 0,8\%$ (A'Yunin *et al.*, 2022) lebih tinggi dari beras (5,69 %) (Widowati *et al.*, 2009), dan abu 3,13%–3,34% bk lebih tinggi dari beras (0,8%) (Mahmud *et al.*, 2018); kaya antioksidan, Fe, serat, oligosakarida, dan β -glukan, namun mengandung tanin dan asam fitat yang dapat menyebabkan rasa agak sepat dan berperan sebagai antigizi (Mishra *et al.*, 2012). Tanin menurunkan daya cerna pati dan menyebabkan tingkat absorpsi pati rendah (Widowati *et al.*, 2010) hal ini menyebabkan IG menjadi rendah. Kandungan gizi beberapa sorgum disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi gizi beberapa varietas sorgum

Varietas	Air	Abu	Protein	Serat kasar	Lemak	Karbohidrat	Tanin
Span	12,10	2,71	8,79	2,28	2,01	74,48	0,96
Batara Tojeng Eja	9,91	3,35	9,02	3,92	3,80	73,92	5,60
Batara Tojeng Bae	9,01	3,16	9,17	4,84	3,10	75,56	4,66
Lokal Jeneponto	8,72	2,64	9,35	4,30	3,30	75,99	3,67
Isiap Dorado	9,35	2,62	7,98	2,84	2,36	77,69	1,06
Manggarai/Selayar	12,10	2,82	8,42	3,19	3,02	79,12	1,01
UPCA-S1	11,90	2,28	9,86	4,02	2,12	73,10	0,89
Kawali	12,14	2,42	8,07	2,59	1,45	75,66	0,82
Numbu	12,62	2,88	8,12	2,04	1,88	74,50	0,91
Lokal Wajo 1	11,45	2,18	8,97	3,01	2,96	74,44	2,34
Lokal Wajo 2	10,44	2,72	9,08	3,15	2,79	74,97	2,12

Sumber: (Suarni, 2017)

Kelebihan sorgum menurut Stefoska-Needham *et al.* (2015) adalah: (a) memiliki pati yang lambat dicerna keuntungannya: berpotensi melemahkan respons glukosa darah dan insulin serta meningkatkan rasa kenyang melalui penurunan indeks glikemik makanan berbahan dasar sorgum. Hal ini memiliki relevansi dalam pengaturan nafsu makan, manajemen berat badan, dan pengurangan risiko penyakit terkait obesitas seperti diabetes; (b) Aktivitas antioksidan tinggi karena antara lain mengandung asam fenolat, flavonoid, proantosianin, karoten, tanin (Punia *et al.*, 2021). Di mana antioksidan berpotensi mengurangi stres oksidatif yang berperan penting dalam patogenesis berbagai penyakit kronis seperti diabetes, aterosklerosis, beberapa jenis kanker, penuaan, radang sendi, dan penyakit saraf; (c) mengandung serat tinggi (termasuk pati resisten, mulai dari 2,2 g hingga 6,5 g per 100 g bk). Pati resisten bermanfaat untuk pertumbuhan mikrobioma usus, menurunkan risiko penyakit metabolik, dan kesehatan gastrointestinal; (d) Mengandung asam lemak tak jenuh yang tinggi (asam oleat, asam linoleat, asam linolenat, dan polikosanol) yang dapat meningkatkan dislipidemia dan dengan demikian meningkatkan kesehatan jantung (Stefoska-Needham *et al.*, 2015). Kendala saat mengolah sorgum adalah biji yang keras dan rendemen yang rendah, yaitu menghasilkan pati 18,8–38,9 % (Acquisgrana *et al.*, 2020). Berdasarkan hal tersebut, biji sorgum perlu dilunakkan sebelum diolah. Selain itu rendemen juga perlu ditingkatkan. Budiyanto *et al.* (2021) menunjukkan bahwa pelunakan sorgum, pengurangan sepat, dan peningkatan rendemen dapat dilakukan dengan proses perendaman.

Saat ini sorgum sudah dimanfaatkan sebagai sumber pati, serat, sirup dekstrosa, *biofuel*, minyak nabati dan pakan bebas gluten. Di Afrika, sorgum putih dan merah digunakan untuk memproduksi bir rendah alkohol. Sorgum yang berwarna lebih gelap biasanya dihindari karena kadar tanin yang tinggi; namun diyakini bahwa tanin berperan sebagai anti jamur, serangga dan burung (Ramatoulaye *et al.*, 2016). Masyarakat Afrika kebanyakan lebih menyukai bubur sorgum yang

tinggi tanin karena dapat membuat rasa kenyang lebih lama. Sorgum lambat dicerna kemungkinan terkait dengan adanya ikatan antara tanin, protein dan komponen lainnya dalam biji (Awika & Rooney, 2004).

Secara umum sorgum diolah dengan cara direbus, dikukus, dipanggang, difermentasi dan digoreng. Pemanfaatannya sebagai nasi sorgum sudah mulai diteliti, seperti Dyahrini & Gusni (2016) menyatakan bahwa sorgum dapat menjadi alternatif pengganti beras khususnya di daerah Bandung Raya karena sorgum dapat dibudidayakan di daerah beriklim panas dan dapat tumbuh di lahan marginal, dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan pangan dan non-pangan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Selain itu, Wulandari *et al.* (2018) membuat nasi sorgum dengan ditambah kacang tunggak untuk meningkatkan kandungan protein, selain itu Widowati *et al.*, (2010) telah membuat nasi sorgum instan, dan Budiyanto *et al.* (2021) membuat beras analog jagung, sorgum dan sagu aren menghasilkan IG 47,09 (rendah). Dari penelitian yang telah dilakukan, penerimaan panelis masih kurang menyukai nasi sorgum yang dihasilkan karena pera dan tidak berasa sehingga perlu diteliti lebih lanjut proses pembuatan nasi sorgum yang mendekati karakter nasi beras (Maligan *et al.*, 2019; Mardiah *et al.*, 2016). Berdasarkan uraian di atas secara garis besar potensi pemanfaatan sorgum disajikan pada Gambar 4.

Sorgum Ketan

Sorgum ketan adalah biji sorgum yang mengandung amilosa 0–15% dan amilopektin 85–100%. Biji sorgum ketan memiliki kandungan gizi yang lebih tinggi dibandingkan sorgum biasa. Sorgum ketan putih yang tumbuh di Mediterania mempunyai kadar air 11,5–11,8%, kadar abu 1,7–2,0%, total protein 11,8–12,1%, total lemak 2,53–2,79%, total karbohidrat 71,61–71,65%, gula 1,3–1,5%, serat 2,62–2,9%. Selain itu sorgum ini tinggi asam lemak oleat (42,32–42,33 g/100 g lemak kasar), linoleat (40,45–41,85 g/100 g lemak kasar), dan

palmitat (12,38–12,68 g/100 g lemak kasar). Sorgum ini juga tinggi mineral K, Mg, dan Ca (Pontieri *et al.*, 2020). Hal ini sejalan dengan Nyoni *et al.* (2020) di mana sorgum ketan memiliki pencernaan energi yang lebih efisien dan suhu gelatinisasi lebih rendah dibandingkan sorgum biasa. Sorgum ketan lokal asal Nusa Tenggara Timur berwarna putih. Karakteristik sorgum ini mempunyai berat 1000 biji sebesar 38,5 g, berbentuk bulat datar, densitas kamba 0,38 mg/L, kadar air 8,55%, protein 10,32%, lemak 1,56%, serat kasar 3,25%, mineral 1,45%, karbohidrat 74,64%, pati 99,76%, dengan amilosa 7,29% dan amilopektin 92,71%. Selain itu sorgum ini juga mengandung total fenol 2,52 mg/g, tanin 1,23 mg/g (Mukkun *et al.*, 2021). Hasil penelitian de Oliveira *et al.* (2022) sorgum ketan cokelat BRS 305 mempunyai kadar air 14,21%, abu 1,78%, protein 10,9% lemak 2,49%, serat tidak larut 17,07%, serat larut 2,71%, karbohidrat 65,06%, pati resisten 41,35%, pati larut 20,32%, amilosa 13,25%, total fenol 1493 mg GAE/100 g, total tanin 609,9 mg PE/100 g, dan aktivitas antioksidan IC50 4,4 mg/mL.

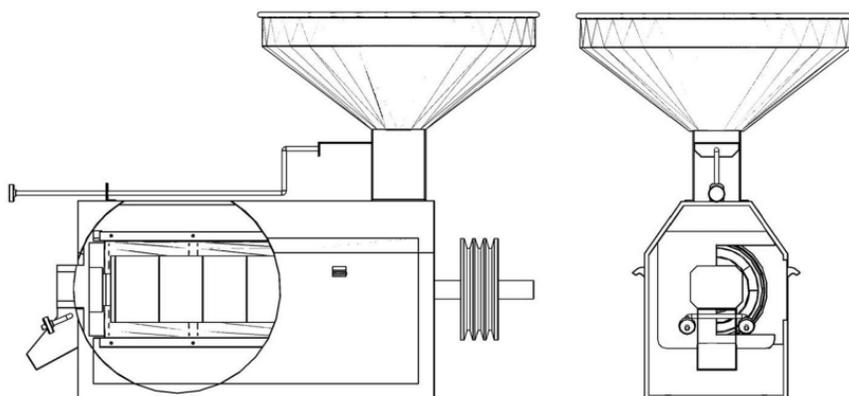


Gambar 4. Potensi pemanfaatan sorgum

Pemanfaatan sorgum ketan sebagai bahan pembuat *pancake* menghasilkan produk yang lebih lembut, lebih kenyal, lebih fleksibel dan lebih mudah digulung dibandingkan *pancake* dari sorgum normal. Hal ini mungkin karena proses retrogradasi yang lebih lambat dan kemampuan menahan air yang lebih baik dari amilopektin (Mezgebe *et al.*, 2020). Pemanfaatan sorgum ketan cokelat BRS 305 menghasilkan roti yang sehat karena tinggi antioksidan, kaya polifenol dan serat, namun adanya serat dan tanin yang tinggi mengurangi kesukaan panelis (de Oliveira *et al.*, 2022). Pemanfaatan sorgum ketan putih lokal asal Pasuruan sebagai bahan baku pembuatan kue semprong diperoleh kue semprong terbaik pada penggunaan tepung sorgum ketan dan beras ketan sebesar 1 : 3. Kue semprong yang dihasilkan mempunyai warna, kenampakan, kerenyahan, dan rasa secara organoleptik yang disukai oleh konsumen. Kue semprong ini mempunyai tingkat kesukaan yang sama dengan kue yang dibuat dari 100% tepung ketan (Harijono *et al.*, 2001).

Penyosohan

Penyosohan merupakan proses menghilangkan lapisan kulit biji sorgum yang terdiri dari testa, pericarp, aleurone, subaleurone, embrio dan lembaga pada biji sorgum. Pericarp merupakan lapisan terluar biji sorgum yang terikat kuat pada endosperma dan bersifat sulit dicerna, di mana lembaga mengandung lemak tinggi sehingga mudah teroksidasi dan menyebabkan ketengikan pada biji dan tepung sorgum. Pada biji sorgum pericarp dapat dihilangkan dengan penyosohan abrasif. Alat penyosoh abrasif disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Unit penyosoh sorgum tipe abrasif (Nurhasanah *et al.*, 2012)

Biji sorgum putih varietas lokal Bandung yang sudah disosoh dan tertahan pada saringan 6 dan 7 mesh mempunyai rendeman $57,03 \pm 6,27\%$ dan $35,94 \pm 15,09\%$ (Sukarminah, 2015). Budiyanto *et al.* (2021) melakukan perendaman dan penyosohan untuk mempermudah pengolahan biji sorgum, di mana rendemen yang dihasilkan berkisar antara $42,24\%$ – $49,77\%$. Proses penyosohan selain memengaruhi rendemen, juga memengaruhi kandungan tanin, antioksidan, lemak, air dan abu, di mana proses penyosohan sampai 3 kali menyebabkan kandungan tanin, antioksidan, lemak, air dan abu semakin menurun. Penurunan terjadi pada sorgum varietas Bioguma, Numbu, dan Super yang diteliti (A'Yunin *et al.*, 2022). Tanin bersifat menghambat enzim pencernaan dan mengurangi penyerapan ion Fe dan Zn, namun tanin menguntungkan karena memiliki aktivitas antioksidan. Beberapa varietas sorgum mengandung tanin tingkat tinggi (hingga 50 mg/g atau lebih) yang terdapat pada testa berpigmen. Codex 1989, FAO dan WHO menyarankan batas aman tanin maksimal sebesar 0,5% pada biji sorgum dan 0,3% pada tepung sorgum (Palacios *et al.*, 2021). (Hatmi *et al.*, 2021) mempelajari pengaruh proses penyosohan terhadap kandungan gizi kerupuk sorgum. Sorgum yang digunakan ada 2 jenis,

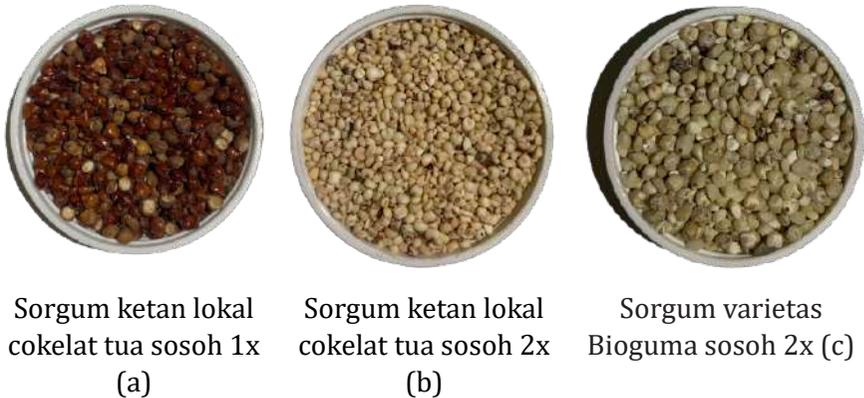


yaitu sorgum coklat dan putih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses penyosohan menyebabkan penurunan kadar air, abu, dan serat kasar, namun menyebabkan peningkatan kadar protein, energi, dan β karoten pada ke-2 jenis kerupuk. Pada kerupuk yang dibuat dari sorgum coklat, penyosohan menyebabkan kandungan lemak meningkat dan karbohidrat menurun, namun kandungan lemak pada kerupuk sorgum putih menurun dan kandungan karbohidratnya meningkat. Penyosohan biji sorgum putih menghasilkan kerupuk berprotein tinggi, sedangkan penyosohan biji sorgum coklat menghasilkan kerupuk dengan kandungan senyawa fungsional beta karoten tinggi.

PAPARAN DISKUSI

Karakteristik Sorgum Cokelat Tua Lokal

Sorgum ketan lokal cokelat tua asal Lamongan yang digunakan dibedakan berdasarkan jumlah penyosohan, yaitu penyosohan 1 kali dan 2 kali. Foto kedua sorgum dapat dilihat pada Gambar 6 (a) dan (b). Sebagai bahan pembanding, digunakan sorgum Bioguma, di mana fotonya disajikan pada Gambar 6 (c). Karakteristik ke-2 sorgum ditentukan berdasarkan dimensi biji, warna, berat 1000 biji, kekerasan, volume, densitas kamba, densitas true, dan porositas. Data karakteristik sorgum cokelat tua lokal disajikan pada Tabel 2.



Gambar 6. Sorgum ketan lokal cokelat tua asal Lamongan yang disosoh satu kali (a), dua kali (b), dan sorgum Bioguma yang disosoh dua kali (c) (Dokumentasi pribadi, 2022).

Tabel 2. Karakteristik fisik sorgum coklat tua lokal

Parameter Uji	Jenis Sorgum		
	Sorgum Ketan Cokelat Tua Sosoh 1x	Sorgum Ketan Cokelat Tua Sosoh 2x	Sorgum Bioguma Sosoh 2x
Dimensi biji	b: 0,0284±0,0052 g p : 4,40±0,16 mm l : 3,66±0,20 mm t : 2,98±0,21 mm dg : 3,64 mm sphericity : 0,83	b : 0,0186±0,0005 g p : 3,46±0,16 l : 3,51±0,11 t : 2,13±0,16 dg : 2,96 mm sphericity : 0,86	b : 0,0348±0,0046 g p : 4,58±0,25 l : 4,21±0,07 t : 2,49±0,11 dg : 3,63 mm sphericity : 0,79
Warna biji	L* : 26,44±0,38 a* : 13,62±0,28 b* : 2,22±0,19 C : 13,80±0,30 °H : 9,25±0,67	L* : 45,90±0,10 a* : 13,26±0,05 b* : 8,60±0,22 C : 15,81±0,11 °H : 32,96±0,73	L* : 45,32±0,19 a* : 10,48±0,08 b* : 7,84±0,05 C : 13,09±0,09 °H : 36,80±0,14
Berat 1000 biji (g) AWTG: <i>Aktual Weight of Thousand grains</i>	23,04±0,04	15,18±0,25	26,92±0,14
Berat 1000 biji (g) WTG: <i>Weight of Thousand grains</i>	16,55	14,07	25,99
Kekerasan biji (kg)	6,35±0,19	3,75±0,10	13,97±1,48
Volume biji (mL)	0,021±0,002	0,012±0,000	0,022±0,002
<i>Bulk density</i> (g/mL)	0,70±0,01	0,84±0,00	0,79±0,00
<i>True density</i> (g/mL)	1,62±0,01	1,57±0,01	1,25±0,01
Porositas biji (%)	56,85±0,32	46,86±0,53	36,61±0,38

Keterangan:

b,p,l,t,dg = Bobot, panjang, lebar, tebal biji, diameter geometris

L* = Kecerahan (derajat putih)

a* dan b* = Koordinator kromatisitas

C = Kroma

°H = Sudut *hue* (warna)

Dimensi Biji

Dimensi merupakan salah satu parameter penting bagi komoditas pangan. Dengan mengetahui dimensi suatu komoditas, maka akan memudahkan dalam merancang peralatan yang berhubungan dengan komoditas tersebut. Dimensi biji sorgum berhubungan dengan volume sorgum yang memengaruhi nilai *bulk density*. Semakin besar volume sorgum maka semakin kecil *bulk density* sorgum. Selain itu, dimensi juga berhubungan dengan tekanan gesekan, semakin besar dimensi sorgum diperlukan tekanan gesek yang semakin besar. Besarnya tekanan gesek menentukan pemilihan batu abrasif, yaitu yang permukaan batunya solid dan tidak mudah erosi (tergerus) (Pangaribuan *et al.*, 2016). Hasil pengujian dimensi biji ditunjukkan oleh Tabel 2. Nilai dimensi biji sorgum ketan cokelat tua sosoh satu kali yaitu bobot biji $0,0284 \pm 0,0052$ g, panjang $4,40 \pm 0,16$ mm, lebar $3,66 \pm 0,20$ mm, tebal $2,98 \pm 0,21$ mm, dan diameter geometris rata-rata 3,64 mm, di mana sorgum ketan cokelat tua sosoh dua kali mempunyai bobot biji $0,0186 \pm 0,0005$ g, panjang $3,46 \pm 0,16$ mm, lebar $3,51 \pm 0,11$ mm, tebal $2,13 \pm 0,16$ mm, dan diameter geometris rata-rata 2,96 mm.

Hasil analisis uji T menunjukkan bahwa nilai rata-rata dimensi biji sorgum cokelat tua sosoh satu kali berbeda dengan sorgum cokelat tua sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh satu kali memiliki biji dengan bobot, panjang, lebar, tebal, dan diameter geometris yang lebih besar dibandingkan sosoh dua kali. Hal ini karena semakin banyak penyosohan menyebabkan semakin banyaknya lapisan pericarp biji yang hilang. Pada sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh satu kali, bagian yang tersosoh adalah sungkup atau sekam pada biji sedangkan pada sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali, bagian yang tersosoh adalah sungkup dan kulit arinya atau bagian pericarp dan lapisan testa biji sehingga akan lebih banyak kehilangan bobot yang mengakibatkan ukuran biji semakin kecil. Pengukuran dimensi biji sorgum dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 7. Pengukuran dimensi biji sorgum cokelat tua dengan jangka sorong digital (Dokumentasi pribadi, 2022)

Gambar 7 menunjukkan pengukuran dimensi biji sorgum yang meliputi pengukuran panjang, lebar, dan tebal biji sorgum menggunakan jangka sorong digital *Shanwen* dengan ketelitian 0,001 mm. Hasil analisis uji T menunjukkan bahwa rata-rata dimensi biji sorgum cokelat tua sosoh dua kali berbeda dengan sorgum Bioguma sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Sorgum ketan lokal cokelat tua memiliki dimensi biji yang lebih kecil jika dibandingkan dengan sorgum Bioguma (kontrol). Berdasarkan Tabel 2, sorgum Bioguma memiliki dimensi biji yaitu bobot $0,0348 \pm 0,0046$ g, panjang $4,58 \pm 0,25$ mm, lebar $4,21 \pm 0,07$ mm, tebal $2,49 \pm 0,11$ mm, dan diameter geometris rata-rata 3,63 mm yang lebih besar dibandingkan sorgum ketan cokelat tua. Perbedaan hasil tersebut juga disebabkan karena adanya perbedaan genetik dan morfologi masing-masing varietas sorgum. Bioguma merupakan varietas unggulan baru yang dilepas pada awal tahun 2019 oleh Balitbangtan (2019). Dibandingkan sorgum pada umumnya, Bioguma memiliki kelebihan seperti batang lebih besar, tingkat kemanisan atau kandungan brix lebih tinggi (15%), bobot biomassa 54,3 ton/hektare, serta volume nira (122 mL), dan produksi biji yang lebih tinggi (9,3 ton/hektare), serta tahan terhadap penyakit karat daun dan busuk batang.

Keseragaman bentuk dan ukuran pada biji sorgum akan berpengaruh pada kualitas hasil sosohan, ini terlihat dari hasil sorgum

yang tersosoh. Sorgum yang berukuran besar akan tersosoh terlebih dahulu, sehingga setelah mengalami beberapa kali sosohan biji sorgum yang berukuran besar akan mengalami kerusakan seperti bentuknya menjadi tidak utuh (Pangaribuan *et al.*, 2016).

Menurut Boudries *et al.* (2009), sorgum berpigmen yang berasal dari Sahara Aljazair mempunyai panjang/lebar biji sebesar 1,27 mm, sedangkan menurut Murtini *et al.* (2018) sorgum lokal cokelat dari Pasuruan yang belum disosoh memiliki dimensi biji yaitu panjang $3,9\pm 0,7$ mm, lebar $3,2\pm 0,2$ mm, dan tebal $1,8\pm 0,01$ mm. Hal ini menunjukkan bahwa sorgum ketan lokal cokelat tua memiliki dimensi yang lebih besar dibandingkan penelitian Boudries *et al.* (2009) dan Murtini *et al.* (2018).

Sphericity

Sphericity atau sferisitas pada biji-bijian merupakan salah satu parameter yang menggambarkan bentuk biji. Di mana, *sphericity* menggambarkan sifat isoperimetrik biji-bijian terhadap suatu bola, yaitu perbandingan suatu bentuk pangan dengan bentuk bola (perbandingan relatif sebuah bola) di mana diameter bola sama dengan volume terpanjang bahan pangan Asoegwu *et al.* (2006). Nilai *sphericity* untuk sorgum ketan cokelat tua sosoh satu kali sebesar 82,56% atau 0,83 dan sorgum cokelat tua sosoh dua kali sebesar 85,51% atau 0,86 (Tabel 2).

Sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh satu kali memiliki nilai *sphericity* yang lebih kecil dibandingkan sosoh dua kali. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Asoegwu *et al.* (2006) dan Andasuryani *et al.* (2015), bahwa nilai *sphericity* akan meningkat dengan menurunnya ukuran biji. Nilai *sphericity* mendekati 1 menunjukkan bahan semakin berbentuk bulat. Maka dapat disimpulkan jika sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali memiliki bentuk biji yang lebih mendekati bulat dibandingkan sosoh satu kali.

Menurut Gursoy & Güzel (2010), gandum memiliki nilai *sphericity* berkisar 53,3–58,7%, di mana *barley* mempunyai nilai berkisar 44,4–45,8%, biji lentil berkisar 73,5–78,0%, dan biji buncis memiliki nilai *sphericity* berkisar 86,3–89,8%. Sadeghi *et al.* (2010) menyatakan bahwa *sphericity* yang lebih tinggi pada *kernel* jagung, menyebabkan susunan *kernel* semakin teratur sehingga rongga di antara *kernel* semakin kecil dan menghasilkan densitas kamba yang lebih tinggi. Densitas kamba yang lebih tinggi akan mengurangi penggunaan bahan pengemas.

Sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali memiliki nilai *sphericity* yang lebih tinggi dibandingkan sorgum Bioguma sosoh dua kali. Berdasarkan Tabel 2, sorgum Bioguma memiliki nilai *sphericity* sebesar 79,27% atau 0,79 yang menunjukkan bahwa tingkat kebulatan sorgum Bioguma sedikit lebih rendah dibandingkan sorgum ketan lokal cokelat tua, namun, keduanya memiliki nilai *sphericity* mendekati 1 yang berarti bentuk bijinya mendekati bentuk bola.

Warna Biji

Hasil pengujian warna biji sorgum disajikan pada Tabel 2. Sorgum ketan cokelat tua sosoh satu kali memiliki nilai L^* $26,44 \pm 0,38$, a^* $13,62 \pm 0,28$, b^* $2,22 \pm 0,19$, dengan nilai *chroma* sebesar $13,80 \pm 0,30$ dan nilai $^{\circ}Hue$ sebesar $9,25 \pm 0,67^{\circ}$ yang termasuk ke dalam kategori warna *red purple* (RP). Sorgum ketan cokelat tua sosoh dua kali memiliki nilai L^* : $45,90 \pm 0,10$, a^* : $13,26 \pm 0,05$, b^* : $8,60 \pm 0,22$, dengan nilai *chroma* sebesar $15,81 \pm 0,11$ dan nilai $^{\circ}Hue$ sebesar $32,96 \pm 0,73^{\circ}$, termasuk ke dalam kategori *red* (R).

Hasil analisis uji T dua sampel berpasangan menunjukkan bahwa rata-rata warna biji sorgum cokelat tua sosoh satu kali berbeda dengan sorgum cokelat tua sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh satu kali memiliki nilai L^* dan $^{\circ}Hue$ yang lebih rendah dibandingkan sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali. Nilai L^* menyatakan kecerahan warna dengan kisaran 0 (hitam) sampai ± 100 (putih). Notasi “ a^* ” menyatakan warna kromatik campuran merah-

hijau dengan nilai “+a” (positif) dari 0 sampai +100 untuk warna merah dan nilai “-a” (negatif) dari 0 sampai -80 untuk warna hijau. Notasi “b*” menyatakan warna kromatik campuran biru-kuning dengan nilai “+b” (positif) dari 0 sampai +70 untuk warna kuning dan nilai “-b” (negatif) dari 0 sampai -80 untuk warna biru. Selanjutnya dari nilai a* dan b* dapat dihitung nilai °Hue. Nilai °Hue sorgum cokelat tua sosoh satu kali sebesar $50,14 \pm 0,93^\circ$, yang menunjukkan produk berwarna *red* (R), nilai °Hue sorgum cokelat tua sosoh dua kali sebesar $74,32 \pm 1,10^\circ$, yang menunjukkan produk berwarna *yellow red* (YR), nilai °Hue sorgum Bioguma sosoh dua kali sebesar $36,80 \pm 0,14^\circ$, yang menunjukkan produk berwarna *red* (R).

Sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali memiliki nilai L*, a*, b*, dan *chroma*, yang sedikit lebih tinggi dibandingkan sorgum Bioguma sosoh dua kali (kontrol). Sorgum Bioguma sosoh dua kali memiliki nilai L*: $45,32 \pm 0,19$, a*: $10,48 \pm 0,08$, b*: $7,84 \pm 0,05$, dengan nilai *chroma* sebesar $13,09 \pm 0,09$ dan nilai °Hue sebesar $36,80 \pm 0,14^\circ$ termasuk dalam kategori *red* (R). Hasil ini menunjukkan bahwa sorgum lokal cokelat tua memiliki warna biji yang sedikit lebih cerah dengan intensitas warna yang lebih tajam dibandingkan sorgum Bioguma. Menurut Sukarminah (2015), sorgum putih varietas lokal Bandung memiliki warna biji dengan nilai L*: $54,25 \pm 1,01$, a*: $-1,71 \pm 0,34$, b*: $17,60 \pm 0,33$ dengan deskripsi warna biji abu-abu kuning kecokelatan, tidak cerah (kusam) dengan hilum berwarna hitam.

Hasil analisis uji T dua sampel bebas menunjukkan bahwa rata-rata warna biji sorgum cokelat tua sosoh dua kali berbeda dengan sorgum Bioguma sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali memiliki nilai L*, a*, b*, dan *chroma*, yang sedikit lebih tinggi dibandingkan sorgum Bioguma sosoh dua kali (kontrol). Sorgum Bioguma sosoh dua kali memiliki nilai L*: $45,32 \pm 0,19$, a*: $10,48 \pm 0,08$, b*: $7,84 \pm 0,05$, dengan nilai *chroma* sebesar $13,09 \pm 0,09$ dan nilai °Hue sebesar $36,80 \pm 0,14^\circ$ termasuk dalam kategori warna *red* (R). Hasil menunjukkan bahwa sorgum lokal cokelat tua memiliki

warna biji yang sedikit lebih cerah dengan intensitas warna yang lebih tajam dibandingkan sorgum Bioguma. Menurut Sukarminah (2015), sorgum putih varietas lokal Bandung memiliki warna biji dengan nilai L^* : $54,25 \pm 1,01$, a^* : $-1,71 \pm 0,34$, b^* : $17,60 \pm 0,33$ dengan deskripsi warna biji abu-abu kuning kecokelatan, tidak cerah (kusam) dengan hilum berwarna hitam.

Hasil pengujian warna biji menunjukkan bahwa semakin tinggi frekuensi penyosohan sorgum maka semakin tinggi derajat keputihan sorgum yang dihasilkan. Biji sorgum dilihat dari bagian luar ke bagian dalam, terdiri dari pericarp, testa, endosperm, dan *germ*. Yang unik dari biji sorgum dibandingkan biji-bijian lainnya, yaitu letak testa di antara pericarp dan endosperm. Bagian pericarp biji sorgum ada yang berwarna (seperti hitam, merah, kuning, coklat) dan tidak berwarna (putih). Warna biji dipengaruhi oleh warna dan ketebalan kulit (pericarp), terdapatnya testa serta tekstur dan warna endosperm. Perlakuan penyosohan menghasilkan biji sorgum yang tidak memiliki kulit biji yang mengandung lapisan pericarp. Pada lapisan testa biji sorgum mengandung pigmen berwarna coklat, yaitu tanin (Xu *et al.*, 2021). Dengan demikian biji sorgum yang disosoh memberikan warna pati yang lebih putih karena bagian pericarp dan testa terbuang saat penyosohan (Budiyanto *et al.*, 2021).

Berat 1000 Biji

Berat 1000 biji merupakan indikator untuk menentukan ukuran biji yang dapat bervariasi tergantung dari sifat genetik, kondisi tumbuh dan tingkat kematangan saat panen (Sukarminah, 2015). Hasil pengujian berat 1000 biji disajikan pada Tabel 2. Biji sorgum ketan lokal coklat tua sosoh satu kali memiliki rata-rata berat aktual 1000 biji sebesar $23,04 \pm 0,04$ g pada kadar air 13,92% bk dengan berat kering 1000 biji sebesar 16,55 g. Biji sorgum ketan lokal coklat tua sosoh dua kali memiliki rata-rata berat aktual 1000 biji sebesar $15,18 \pm 0,25$ g pada kadar air 10,79% dengan berat kering 1000 biji 14,07 g.

Hasil analisis uji T dua sampel berpasangan menunjukkan bahwa rata-rata berat 1000 biji sorgum cokelat tua sosoh satu kali berbeda dengan sorgum cokelat tua sosoh dua kali ($\alpha=0,05$), di mana semakin tinggi derajat penyosohan maka berat 1000 biji semakin kecil karena banyaknya lapisan pericarp biji yang hilang selama penyosohan. Pericarp biji sorgum menyatu kuat dengan bagian inti biji (endosperm) sehingga cara utama untuk memisahkan bagian pericarp dengan inti biji adalah dengan cara penyosohan tipe abrasif/digosok (Nurhasanah *et al.*, 2012). Pada sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh satu kali, bagian yang tersosoh adalah lapisan pericarp pada biji sehingga akan mengurangi bobot seribu bijinya, sedangkan pada sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali, bagian yang tersosoh adalah bagian pericarp dan lapisan testa biji sehingga akan kehilangan bobot yang lebih banyak.

Sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali memiliki berat 1000 biji yang lebih kecil dibandingkan sorgum Bioguma. Tabel 2 menunjukkan bahwa sorgum Bioguma memiliki berat aktual 1000 biji sebesar $26,92 \pm 0,14$ g pada kadar air 10,36% bk % dengan berat kering 25,99 g. Hasil analisis uji T dua sampel bebas menunjukkan bahwa rata-rata berat 1000 biji sorgum cokelat tua sosoh dua kali berbeda dengan sorgum Bioguma sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Menurut Rahman *et al.* (2022) dan Litbang Pertanian (2019), sorgum varietas Bioguma memiliki berat seribu biji sebesar 31,00 g dan berat aktual 32,96 g pada kadar air 12%.

Sorgum yang ditanam di Indonesia memiliki berat 1000 biji antara 18,74-39,76 g (Sukarminah, 2015). Menurut Murtini *et al.* (2018), sorgum lokal cokelat dari Pasuruan yang belum disosoh memiliki berat 1000 biji sebesar $20,1 \pm 1,1$ g, dan sesudah disosoh sebesar $15,7 \pm 0,9$ g. Sedangkan menurut Boudries *et al.* (2009), sorgum berpigmen yang berasal dari Sahara-Aljazair memiliki berat $27,7 \pm 0,1$ g. Perbedaan hasil tersebut juga disebabkan karena adanya perbedaan genetik, morfologi dan respons yang berbeda-beda dari masing-masing varietas sorgum.

Kekerasan Biji

Kekerasan biji merupakan sifat biji yang menunjukkan daya tahan untuk pecah akibat gaya tekan yang diberikan. Kekerasan menunjukkan kemampuan maksimal bahan dalam menahan beban yang diterimanya. Pengukuran kekerasan dapat dilakukan dengan memberikan gaya tekan pada sampel hingga sampel patah atau hancur. Nilai kekerasan ditentukan dari gaya maksimum yang dicapai hingga sampel patah atau hancur Hernawan & Meylani (2016). Hasil pengujian kekerasan biji disajikan pada Tabel 2. Dari hasil pengujian, didapatkan nilai kekerasan biji sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh satu kali sebesar $6,35 \pm 0,19$ kg dan sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali sebesar $3,75 \pm 0,1$ kg.

Hasil uji T dua sampel berpasangan menunjukkan bahwa rata-rata kekerasan biji sorgum cokelat tua sosoh satu kali berbeda dengan sorgum cokelat tua sosoh dua kali ($\alpha=0,05$), di mana semakin tinggi derajat penyosohan menyebabkan nilai kekerasan biji sorgum semakin kecil. Pada proses penyosohan sorgum satu kali adalah pemisahan sekam dari biji sorgum, di mana lapisan terluar dari sorgum yang terkena dampak langsung sehingga menyebabkan biji semakin rusak dan nilai kekerasan semakin menurun, sedangkan untuk biji sorgum sosoh dua kali adalah pemisahan sekam serta lapisan pericarp dan testa biji yang menyebabkan semakin bertambah menurunnya nilai kekerasan biji.

Nilai kekerasan biji pada sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali lebih kecil dibandingkan dengan sorgum Bioguma. Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa sorgum Bioguma memiliki kekerasan biji sebesar $13,97 \pm 1,48$ kg. Hasil analisis uji T dua sampel bebas menunjukkan bahwa rata-rata kekerasan biji sorgum cokelat tua sosoh dua kali berbeda dengan sorgum Bioguma sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). (Sukarminah, 2015) menyatakan bahwa kekerasan biji sorgum putih varietas lokal Bandung yang tertahan pada saringan 6 mesh dan 7 mesh sebesar $7,73 \pm 0,67$ kg dan $6,49 \pm 0,73$ kg secara berturut-turut.

Menurut Hernawan & Meylani (2016) nilai kekerasan biji dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu kadar air, lama penyimpanan, dan derajat sosohnya. Semakin banyak kadar air yang terkandung dalam biji, maka biji akan semakin keras. Sebaliknya semakin sedikit kadar air yang terkandung dalam biji, maka biji akan semakin rapuh sehingga nilai kekerasannya akan lebih kecil. Derajat sosoh yang semakin tinggi juga dapat mengakibatkan kontak langsung pada bagian endosperm, sehingga persentase kerusakan benih semakin tinggi karena rusaknya sel-sel pati dalam benih akibat dari rendahnya kadar air karena peningkatan suhu saat penyosohan (Sarastuti *et al.*, 2018).

Menurut Pramono *et al.* (2018), rata-rata kekerasan biji dari 34 jenis sorgum dari berbagai jenis varietas yang berasal dari Lampung sebesar 7,64 kg/cm². Menurut Asropi *et al.* (2022), nilai kekerasan biji sorgum merah lokal Lampung sebesar 54,71 N atau sebesar 5,47 kg. Nilai kekerasan sorgum ketan lokal cokelat tua tidak jauh berbeda dengan varietas sorgum yang lain.

Volume Biji

Hasil pengujian volume biji disajikan pada Tabel 2. Dari hasil pengujian, didapatkan nilai volume biji sorgum ketan cokelat tua sosoh satu kali sebesar 0,021±0,002 mL dan sorgum ketan cokelat tua sosoh dua kali sebesar 0,012±0,002 mL. Hasil analisis uji T dua sampel berpasangan menunjukkan bahwa rata-rata volume biji sorgum cokelat tua sosoh satu kali berbeda dengan sorgum cokelat tua sosoh dua kali ($\alpha=0,05$), di mana semakin tinggi derajat penyosohan maka volume biji sorgum semakin kecil. Dimensi sorgum berhubungan dengan volume sorgum yang menentukan *bulk density* sorgum, di mana semakin besar volume sorgum maka semakin kecil *bulk density* sorgum (Pangaribuan *et al.*, 2016). Menurut Andasuryani *et al.* (2015) semakin besar volume dan luas permukaan biji, maka semakin besar pula ukuran biji.

Sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali memiliki volume biji yang lebih kecil dibandingkan dengan sorgum Bioguma.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa sorgum Bioguma memiliki volume biji sebesar $0,022 \pm 0,002$ mL, di mana sorgum cokelat tua sosoh dua kali sebesar $0,012 \pm 0,000$ mL. Hasil analisis uji T dua sampel bebas menunjukkan bahwa rata-rata volume biji sorgum cokelat tua sosoh dua kali berbeda dengan sorgum Bioguma sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Secara umum sorgum Bioguma memiliki ukuran biji yang lebih besar dibandingkan sorgum ketan lokal cokelat tua sehingga volume bijinya lebih besar.

Menurut Simonyan *et al.* (2007), volume biji yang diperoleh untuk biji sorgum jenis SAMSORG 17 (Samaru Sorgum 17) yang berasal dari Zaria-Nigeria sebesar $0,091 \pm 0,04$ cm³ atau lebih tinggi dari yang diperoleh Sabar *et al.* (2020), yaitu biji sorgum Pusachari-India yang memiliki volume sebesar $0,017-0,023$ cm³. Sorgum cokelat tua sosoh satu kali memiliki volume lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Simonyan *et al.* (2007) dan memiliki nilai yang relatif sama dibandingkan penelitian Sabar *et al.* (2020). Perbedaan hasil tersebut juga disebabkan karena adanya perbedaan genetik dan morfologi yang berbeda-beda dari masing-masing varietas sorgum.

Densitas Kamba/*Bulk Density*

Densitas kamba adalah rasio berat per volume biji mencakup rongga antara biji, rongga antara biji dengan wadah dan rongga-rongga internal di dalam biji. Semakin besar densitas kamba maka semakin kecil volume biji (Sukarminah, 2015). Nilai densitas kamba menunjukkan *void space* yaitu jumlah rongga kosong di antara partikel bahan. Semakin besar densitas kamba suatu benda, semakin sedikit jumlah *void space*-nya. Densitas kamba yang lebih tinggi akan mengurangi penggunaan bahan pengemas (Kumalasari *et al.*, 2015). Hasil pengujian densitas kamba ditunjukkan oleh Tabel 2. Nilai densitas kamba sorgum ketan cokelat tua sosoh satu kali sebesar $0,70 \pm 0,01$ g/mL dan sorgum ketan cokelat tua sosoh dua kali sebesar $0,84 \pm 0,00$ g/mL.

Hasil analisis uji T dua sampel berpasangan menunjukkan bahwa rata-rata densitas kamba sorgum cokelat tua sosoh satu kali berbeda dengan sorgum cokelat tua sosoh dua kali ($\alpha=0,05$), di mana densitas kamba semakin besar dengan bertambahnya derajat penyosohan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mukkun *et al.* (2021), yaitu densitas kamba dipengaruhi oleh kadar air biji, kandungan bahan asing, derajat sosoh, dan lama penyimpanan. Menurut Murtini *et al.* (2018), densitas biji sorgum sosoh lebih tinggi dibanding dengan densitas biji sebelum disosoh. Hal ini disebabkan karena bagian kulit, testa dan lembaga yang dihilangkan selama penyosohan bersifat lebih ringan dibanding dengan bagian endosperm. Menurut Kumalasari *et al.* (2015), bahan dinyatakan kamba jika densitas kambanya kecil, berarti untuk berat yang ringan membutuhkan ruang yang besar, karena semakin kecil densitas kamba maka produk tersebut makin *porous*.

Sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali memiliki nilai densitas kamba yang lebih besar dibandingkan dengan sorgum Bioguma, di mana sorgum Bioguma memiliki volume biji sebesar $0,79\pm 0,00$ mL (Tabel 2). Hasil uji T dua sampel bebas menunjukkan bahwa rata-rata densitas kamba sorgum cokelat tua sosoh dua kali berbeda dengan sorgum Bioguma sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Sorgum Bioguma memiliki ukuran biji yang lebih besar dibandingkan sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali sehingga densitas kamba bijinya lebih rendah. Menurut Kumalasari *et al.* (2015), faktor genetik dan lingkungan juga sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan benih. Rendahnya bobot isi benih umumnya berdampak pada rendahnya hasil (berat) produk olahan selanjutnya.

Menurut Boudries *et al.* (2009) densitas biji sorgum sebesar $692,8\pm 0,6$ g/L untuk kulit putih dan $736,5\pm 0,2$ g/L untuk sorgum berpigmen. Sementara itu menurut Murtini *et al.* (2018), sorgum lokal cokelat dari Pasuruan sebelum disosoh memiliki densitas kamba sebesar $0,709\pm 0,01$ g/mL, dan sesudah disosoh sebesar $0,866\pm 0,02$ g/mL. Hasil penelitian Mukkun *et al.* (2021) menunjukkan bahwa nilai densitas

kamba pada sorgum lokal cokelat sebesar 0,62 mg/L, dan sorgum lokal putih sebesar 0,83 mg/L. Sorgum ketan lokal cokelat tua memiliki nilai densitas kamba yang tidak jauh berbeda dengan penelitian lain.

True Density

True density adalah perbandingan massa terhadap volume bahan tanpa ruang kosong. Teknik yang sederhana untuk mengukur *true density* adalah dengan metode perpindahan cairan. Sampel dalam gelas ukur ditambahkan toluena. Toluena ditambahkan karena kerapatannya ideal, titik didihnya tinggi sehingga tidak mudah menguap, tidak mudah melarutkan komponen dan tegangan permukaannya tinggi Surpam *et al.* (2019). *True density* atau densitas partikel biji sorgum dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai densitas partikel untuk sorgum ketan cokelat tua sosoh satu kali sebesar $1,62 \pm 0,01$ g/mL dan sorgum cokelat tua sosoh dua kali sebesar $1,57 \pm 0,01$ g/mL. Densitas partikel lebih besar dibandingkan densitas kambanya karena densitas partikel tidak mengukur rongga-rongga antar biji maupun rongga antar biji dengan wadah Mukkun *et al.* (2021).

Hasil analisis uji T dua sampel berpasangan menunjukkan bahwa nilai rata-rata *true density* sorgum cokelat tua sosoh satu kali berbeda dengan sorgum cokelat tua sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai *true density* biji sorgum semakin kecil dengan bertambahnya derajat penyosohan. Hal ini karena penyosohan semakin banyak penyosohan menyebabkan biji berukuran semakin kecil. Menurut Surpam *et al.* (2019), densitas berbanding lurus dengan massa, maka jika massa sampel besar maka densitasnya akan semakin besar.

Sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali memiliki nilai *true density* yang lebih besar dibandingkan dengan sorgum Bioguma, yaitu $1,57 \pm 0,01$ g/mL dan $1,25 \pm 0,01$ g/mL secara berturut-turut (Tabel 2). Hasil analisis uji T dua sampel bebas menunjukkan bahwa rata-rata *true density* sorgum cokelat tua sosoh dua kali berbeda dengan sorgum

Bioguma sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). *True density* merupakan sifat yang digunakan dalam proses pemisahan dari bahan yang lebih ringan sedangkan nilai *bulk density* diperlukan dalam proses penyimpanan. Menurut Sukarminah (2015), sorgum putih varietas lokal Bandung yang tertahan pada saringan 6 mesh dan 7 mesh memiliki nilai *true density* sebesar $1,26 \pm 0,00 \text{ g/cm}^3$. Berdasarkan hal tersebut, maka sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh satu dan dua kali memiliki nilai *true density* yang lebih besar. Densitas partikel masing-masing biji-bijian berbeda-beda hal tersebut disebabkan perbedaan genetik, ukuran, dan massa tiap biji-bijian.

Porositas Biji

Porositas merupakan persentase volume dari ruang antar biji-bijian terhadap total volume dari biji-bijian. Porositas tergantung pada bentuk, dimensi dan kekasaran permukaan biji-bijian (Andasuryani *et al.*, 2015). Porositas sorgum ketan cokelat tua sosoh satu kali sebesar $56,85 \pm 0,32\%$ dan sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali sebesar $46,86 \pm 0,53\%$. Sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh satu kali memiliki nilai porositas yang lebih besar dibandingkan sosoh dua kali. Hasil uji T dua sampel berpasangan menunjukkan bahwa rata-rata porositas biji sorgum cokelat tua sosoh satu kali berbeda dengan sorgum cokelat tua sosoh dua kali ($\alpha=0,05$).

Porositas biji tergantung pada bentuk biji yang bermanfaat dalam perhitungan laju pemanasan, pendinginan, pembekuan dan pengeringan dan di dalam desain penukar panas (*heat exchanger*), evaporator, pengeringan dan peralatan filtrasi (Asoegwu *et al.*, 2006; Andasuryani *et al.*, 2015). Menurut Kumalasari *et al.* (2015), porositas biji memegang peranan penting terhadap sifat instanisasi suatu produk. Celah atau pori-pori yang terbentuk pada produk seperti beras instan akan memudahkan transfer air dan panas selama pemasakan sehingga menghasilkan nasi yang lebih lembut. Semakin poros beras instan akan memudahkan dan mempercepat waktu rehidrasi. Hasil pengujian

porositas biji ditunjukkan oleh Tabel 2.

Sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali memiliki nilai porositas biji lebih besar dibandingkan porositas sorgum Bioguma, yaitu sebesar $36,61 \pm 0,38$ %. Hasil uji T dua sampel bebas menunjukkan bahwa rata-rata porositas biji sorgum cokelat tua sosoh dua kali berbeda dengan sorgum Bioguma sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Hasil penelitian Sabar *et al.* (2020) menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air menghasilkan nilai porositas semakin kecil. Nilai porositas biji sorgum dengan kadar air 11,6% sebesar 51,0%, di mana pada kadar air 14,8% dihasilkan porositas 44,2%. Porositas sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh satu kali hasil penelitian dengan kadar air $13,92 \pm 0,65$ % sebesar $56,85 \pm 0,32$ % lebih besar dibandingkan hasil penelitian Sabar *et al.* (2020). Demikian juga nilai porositas sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh satu kali.

Potensi Sorgum Cokelat Tua Lokal sebagai Alternatif Pengganti Beras

Beras, sebagai bahan baku nasi merupakan makanan pokok kebanyakan masyarakat Indonesia. Menurut Dyahrini & Gusni (2016) sebanyak 95% penduduk Indonesia mengonsumsi nasi beras sebagai makanan pokok. Konsumsi beras tahun 2021 sebesar 31,69 juta ton, naik dari tahun 2020 (31,33 juta ton) dan 2019 (31,31 juta ton). Sementara itu, luas panen tanaman padi menurun dari 10,68 juta ha tahun 2019 menjadi 10,66 juta ha pada tahun 2020, dan 10,41 juta ha pada tahun 2021 (BPS, 2022). Berdasarkan hal tersebut perlu dicari makanan pokok golongan sereal lokal yang kandungan gizi dan ketersediaannya cukup.

Saat ini pemanfaatan sorgum biasa sebagai bahan baku nasi telah dilakukan. Wulandari *et al.* (2018) dan Widowati *et al.* (2010) telah membuat nasi sorgum dari sorgum biasa dan menghasilkan nasi sorgum yang kurang disukai karena pera dan tidak ada rasa manis. Nasi sorgum pera karena kandungan amilosa sorgum biasa antara 20–30%

dan tidak berasa manis karena biji sorgum mempunyai nilai Indeks Glikemik (IG) yang rendah yaitu $45 \pm 5,27 - 53 \pm 3,84$ (Prasad *et al.*, 2015). Keinginan panelis mengonsumsi nasi sorgum yang berasa manis, sejalan dengan hasil penelitian Maligan *et al.* (2019) di mana konsumen menginginkan nasi yang berasa enak dan manis serta tekstur agak perapulen (Mardiah *et al.*, 2016). Diduga sorgum ketan dapat menghasilkan nasi sorgum dengan karakter sesuai keinginan panelis, yaitu agak perapulen dan ada sedikit rasa manis.

Berdasarkan hal tersebut, maka sorgum ketan lokal cokelat tua dipelajari kandungan gizinya terlebih dahulu. Adapun kandungan gizi yang diukur adalah kadar karbohidrat, pati, amilosa, amilopektin, protein, lemak, serat pangan larut, serat pangan tidak larut, kadar tanin, aktivitas antioksidan, kadar air, dan abu. Data hasil pengukuran disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan gizi sorgum ketan lokal cokelat tua asal Lamongan

Parameter Uji	Jenis Sorgum		
	Sorgum Ketan Cokelat Tua Sosoh 1x	Sorgum Ketan Cokelat Tua Sosoh 2x	Sorgum Bioguma Sosoh 2x
Kadar karbohidrat (%bk)	71,28±0,51	75,19±0,26	75,57±0,23
Kadar pati (g/100 g)	54,65±0,41	70,72±0,02	68,97±0,18
Kadar amilosa (g/100 g)	10,65±0,05	11,90±0,01	21,23±0,05
Kadar amilopektin (g/100 g)	44,00±0,39	58,82±0,03	47,74±0,18
Kadar protein (%bk)	10,00±0,27	11,69±0,11	11,28±0,05
Kadar lemak (%bk)	2,12±0,07	1,48±0,12	1,33±0,10
Serat pangan larut air (%bk)	8,40±0,20	2,65±0,32	5,49±0,15

Parameter Uji	Jenis Sorgum		
	Sorgum Ketan Cokelat Tua Sosoh 1x	Sorgum Ketan Cokelat Tua Sosoh 2x	Sorgum Bioguma Sosoh 2x
Serat pangan tidak larut air (% bk)	46,37±0,33	13,90±0,26	10,18±0,24
Kadar tanin (%)	0,455±18,72	0,079±1,73	0,098±7,21
Aktivitas antioksidan IC ₅₀ (mg/g)	1,15±2,80	2,35±0,92	10,55±18,19
Kadar Air (%) (bk)	13,92±0,65	10,79±0,29	10,36±0,12
Kadar Abu (%) (bk)	2,37±0,09	0,73±0,04	1,47±0,12

Kadar Karbohidrat

Sorgum lokal cokelat tua sosoh satu kali mengandung karbohidrat sebesar 71,28±0,51% bk dan sorgum cokelat tua sosoh dua kali mengandung karbohidrat sebesar 75,19±0,26% bk. Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar karbohidrat sorgum yang disosoh dua kali lebih tinggi dibandingkan yang disosoh satu kali.

Hasil uji T dua sampel berpasangan menunjukkan bahwa rata-rata kadar karbohidrat sorgum cokelat tua sosoh satu kali berbeda dengan sorgum cokelat tua sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Meningkatnya persentase kandungan karbohidrat pada biji sorgum yang disosoh dua kali karena penyosohan dua kali menyebabkan bagian kulit yang terbuang lebih banyak (sungkup, kulit ari atau bagian pericarp, dan lapisan testa) dibandingkan penyosohan satu kali (sungkup atau sekam) sehingga konsentrasi bagian endosperm biji lebih besar. Karbohidrat yang terdapat dalam sorgum terkonsentrasi pada bagian endosperm sebagai bagian terbesar dari sorgum sehingga semakin banyak jumlah penyosohan menyebabkan peningkatan kadar karbohidrat. Tingkat penyosohan yang tinggi merupakan proses terbaik untuk menghasilkan

produk sorgum dengan kandungan karbohidrat yang tinggi (Hasnelly *et al.*, 2020).

Sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali memiliki kadar karbohidrat $75,19 \pm 0,26\%$ yang relatif sama dengan kadar karbohidrat sorgum Bioguma, yaitu $75,57 \pm 0,23\%$ (Tabel 3). Hasil uji T dua sampel bebas menunjukkan bahwa rata-rata kadar karbohidrat sorgum cokelat tua sosoh dua kali sama atau tidak berbeda nyata dengan sorgum Bioguma sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Menurut Mukkun *et al.* (2021) kadar karbohidrat sorgum lokal merah dan cokelat yang berasal dari Nusa Tenggara Timur sebesar 73,81% dan 72,91% secara berturut-turut. Hasil penelitian A'Yunin *et al.* (2022) menunjukkan kadar karbohidrat sorgum varietas Bioguma, Numbu, dan Super yang disosoh 1x, 2x, dan 3x mempunyai kadar karbohidrat sebesar 75,2–80,6%. Di mana, kadar karbohidrat tidak dipengaruhi secara nyata oleh jumlah penyosohan namun dipengaruhi oleh varietas sorgum.

Kadar Pati

Pati merupakan komponen utama dari karbohidrat di dalam biji sorgum. Biji sorgum lokal cokelat tua sosoh satu kali mengandung pati sebesar $54,65 \pm 0,41$ g/100g dan biji sorgum lokal cokelat tua sosoh dua kali sebesar $70,72 \pm 0,02$ g/100g (Tabel 3). Sejalan dengan kandungan karbohidrat, kadar pati biji sorgum meningkat dengan semakin banyaknya proses penyosohan. Hasil analisis uji T dua sampel berpasangan menunjukkan bahwa rata-rata kadar pati sorgum cokelat tua sosoh satu kali berbeda dengan sorgum cokelat tua sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Penyosohan 2 kali menyebabkan bagian kulit sorgum lebih banyak yang terbuang. Derajat sosoh menyebabkan beberapa komponen pelindung biji seperti lapisan aleuron dan testa menjadi rusak dan terbuang akibat penyosohan sehingga kadar pati yang terkonsentrasi pada endosperm meningkat (Kurniawan *et al.*, 2016).

Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar pati sorgum cokelat tua sosoh dua kali lebih besar dari sorgum Bioguma sosoh 2 kali, yaitu

70,72±0,02% dan 68,97±0,18% secara berturut-turut. Hasil uji T dua sampel bebas menunjukkan bahwa rata-rata kadar pati sorgum cokelat tua sosoh dua kali berbeda dengan sorgum Bioguma sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Kadar pati sorgum cokelat tua hasil penelitian lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Mukkun *et al.* (2021) sebesar 99,46%. Hal ini dapat terjadi karena perbedaan lokasi tumbuh. Menurut Sukarminah (2015), kadar pati sorgum berkisar antara 50–70%. Analisis pada 160 genotipe sorgum menunjukkan bahwa kadar pati berkisar antara 55,6%–75,2% Boudries *et al.* (2009). Murtini *et al.* (2018) menemukan biji sorgum lokal cokelat yang belum disosoh berasal dari Grati Pasuruan memiliki kadar pati sebesar 70,75±1,17% dan yang setelah disosoh sebanyak 4 kali dengan penyosoh beras memiliki kadar pati sebesar 79,40±4,63%. Dengan demikian, biji sorgum yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kadar pati yang serupa dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Kadar pati tepung sorgum Bioguma hasil penelitian Avif & Oktaviana (2020) sebesar 65,86 ±1,12%, di mana kadar pati ini lebih rendah dari kadar pati biji sorgum Bioguma yang digunakan (68,97±0,18). Sorgum Bioguma yang digunakan Avif & Oktaviana (2020) berasal dari NTT, sedangkan sorgum Bioguma yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari rumah sorgum Lamongan.

Secara umum, pati sorgum merupakan jenis pati yang baik karena mengandung pati resisten (RS) dan pati yang lambat dicerna (*slowly digestible starch*/SDS) yang lebih tinggi dibandingkan sereal lain. Proporsi RS dan SDS yang lebih tinggi dalam sorgum dapat membantu konsumen mengalami rasa kenyang lebih lama, berpotensi mengurangi frekuensi mengonsumsi makanan ringan (*snack*) dan asupan kalori karena mempunyai indeks glikemik rendah dan mengurangi risiko diabetes tipe 2 serta kelebihan berat badan (Teferra & Awika, 2019; Mukkun *et al.*, 2021)

Kadar Amilosa

Amilosa adalah polisakarida yang terdiri dari unit glukosa rantai lurus dengan ikatan α 1,4-D-glikosidik. Kandungan amilosa dalam bahan pangan berpati digolongkan menjadi tiga kelompok menurut Luna *et al.* (2015), yaitu kadar amilosa rendah dengan kadar $< 20\%$, kadar amilosa sedang $20-24\%$, dan kadar amilosa tinggi $> 25\%$. Menurut Rosentrater dan Ever (2018) dalam Hatmi *et al.* (2021) tipe pati tergolong (1) normal, jika rasio amilosa:amilopektin = $17-21\%: 79-83\%$; (2) ketan ($1,0\%: 99-100\%$ dan (3) tinggi amilosa ($>70\%:<30\%$). Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa kadar amilosa pada sorgum ketan cokelat tua sosoh satu kali sebesar $10,65 \pm 0,05\%$ dan sorgum ketan cokelat tua sosoh dua kali sebesar $11,90 \pm 0,01\%$.

Hasil uji T dua sampel berpasangan menunjukkan bahwa rata-rata kadar amilosa sorgum cokelat tua sosoh satu kali berbeda dengan sorgum cokelat tua sosoh dua kali ($\alpha=0,05$), di mana semakin besar frekuensi penyosohan maka semakin tinggi kadar amilosa dalam sorgum. Derajat penyosohan akan meningkatkan kandungan pati dan amilosa (Hasnelly *et al.*, 2020). Derajat sosoh menyebabkan beberapa komponen pelindung biji seperti lapisan aleuron dan testa menjadi rusak dan terbuang akibat penyosohan sehingga kadar pati dan amilosa yang terkonsentrasi pada endosperm meningkat (Kurniawan *et al.*, 2016).

Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar amilosa sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali lebih rendah dibandingkan dengan sorgum varietas Bioguma yang menjadi kontrol dalam penelitian ini. Di mana sorgum Bioguma sosoh dua kali mengandung amilosa sebesar $21,23 \pm 0,05\%$. Hasil uji T dua sampel bebas menunjukkan bahwa rata-rata kadar amilosa sorgum cokelat tua sosoh dua kali berbeda dengan sorgum Bioguma sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Hal ini karena ke dua sorgum berasal dari kelompok yang berbeda, yaitu sorgum cokelat tua yang digunakan termasuk kelompok sorgum dengan kadar amilosa rendah (sorgum ketan) dan sorgum Bioguma berasal dari kelompok

sorgum biasa dengan kadar amilosa sedang Luna *et al.* (2015). Hasil penelitian sejalan dengan Masniawati *et al.* (2013), yang menyatakan bahwa beragamnya kandungan amilosa kemungkinan dipengaruhi oleh genetik, zona pertumbuhan dan lingkungan. Selain itu, pupuk organik yang digunakan selama budidaya dapat menambah unsur N dalam tanah, yang memengaruhi kandungan amilosa. Hal ini sejalan dengan penelitian Mohamed *et al.* (2022) bahwa kadar amilosa beras dipengaruhi oleh varietas, suhu udara lokasi penanaman dan kadar N dalam tanah.

Secara umum sorgum mengandung pati yang terdiri dari 20–30% amilosa dan 70–80% amilopektin, tetapi sorgum *waxy* dan *heterowaxy* mengandung 0–15% amilosa dan 85–100% amilopektin (Rooney dan Serna-Saldivar, 2000) dalam (Yan *et al.*, 2011). Elhassan *et al.* (2015) menggunakan 2 jenis sorgum yaitu *waxy* dan *non-waxy*, hasil menunjukkan bahwa kadar amilosa dalam sorgum *waxy* sebesar 3,9–12,1% sedangkan untuk sorgum *non-waxy* memiliki kadar amilosa sebesar 23,2–30,8%. Berdasarkan Tabel 3, sorgum ketan lokal cokelat tua mengandung amilosa sebesar 17–19%. Hal ini sejalan dengan penelitian Mukkun *et al.* (2021), yaitu sorgum lokal cokelat dari Nusa Tenggara Timur memiliki kadar amilosa sebesar 16,51% yang masih masuk ke dalam kategori amilosa rendah (10–20%). Kadar amilosa tepung sorgum Bioguma hasil penelitian Avif & Oktaviana (2020) sebesar $19,59 \pm 0,619\%$, di mana kadar amilosa ini lebih rendah dari biji sorgum Bioguma yang digunakan ($21,23 \pm 0,05\%$). Hasil penelitian Sitanggang *et al.* (2018) menunjukkan bahwa kadar amilosa dalam pati sorgum jenis Numbu dan Genjah sebesar 18% dan 22% berturut-turut. Sementara itu, kadar amilosa pada tepung sorgum berbagai varietas di India berkisar antara 24–36% Ahmed *et al.* (2016). Sorgum cokelat dan putih yang berasal dari Karangmojo Gunungkidul mempunyai kadar amilosa 3,93% dan 2,94% berturut-turut Hatmi *et al.* (2021). Kedua sorgum ini tergolong sorgum ketan.

Kadar Amilopektin

Amilopektin merupakan komponen amilosa yang mempunyai rantai bercabang, yaitu terdiri dari satuan glukosa yang bergabung melalui ikatan α -(1,4) D-glukosa dan α -(1,6) D-glukosa Pramesti *et al.* (2015). Komposisi amilosa dan amilopektin menentukan karakteristik reologi, seperti gelatinisasi, retrogradasi, dan pembentukan gel Mukkun *et al.* (2021). Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 3, diketahui bahwa kadar amilopektin pada sorgum ketan cokelat tua sosoh satu kali sebesar $44,00 \pm 0,39\%$ dan sorgum ketan cokelat tua sosoh dua kali sebesar $58,82 \pm 0,03\%$.

Hasil uji T dua sampel berpasangan menunjukkan bahwa rata-rata kadar amilopektin sorgum cokelat tua sosoh satu kali berbeda dengan sorgum cokelat tua sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Derajat sosoh menyebabkan beberapa komponen pelindung biji seperti lapisan aleuron dan testa menjadi rusak dan terbuang akibat penyosohan sehingga kadar pati termasuk amilosa dan amilopektin yang terkonsentrasi pada endosperm meningkat (Kurniawan *et al.*, 2016).

Hasil uji kadar amilopektin sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali lebih tinggi dibandingkan dengan sorgum varietas Bioguma yang menjadi kontrol dalam penelitian ini, yaitu $58,82 \pm 0,03\%$, dan $47,74 \pm 0,18\%$ berturut-turut. Hasil uji T dua sampel berpasangan menunjukkan bahwa rata-rata kadar amilopektin sorgum cokelat tua sosoh dua kali berbeda dengan sorgum Bioguma ($\alpha=0,05$). Perbedaan ini disebabkan berbedanya varietas ke dua sorgum, yaitu sorgum ketan (sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali) dan sorgum biasa (Bioguma). Kadar amilopektin tepung sorgum Bioguma hasil penelitian Avif & Oktaviana (2020) sebesar $46,27 \pm 1,438\%$, di mana kadar amilosa ini lebih rendah dari biji sorgum Bioguma yang digunakan ($47,74 \pm 0,18\%$).

Kadar Protein

Hasil pengujian kadar protein disajikan pada Tabel 3. Nilai kadar protein sorgum ketan cokelat tua sosoh satu kali sebesar $10,00 \pm 0,27\%$ bk dan sorgum ketan cokelat tua sosoh dua kali sebesar $11,69 \pm 0,11\%$ bk. Kadar protein sorgum yang disosoh dua kali terlihat lebih tinggi dibandingkan yang disosoh satu kali. Hasil uji T dua sampel berpasangan menunjukkan bahwa rata-rata kadar protein sorgum cokelat tua sosoh satu kali berbeda dengan sorgum cokelat tua sosoh dua kali ($\alpha=0,05$).

Meningkatnya kadar protein akibat jumlah penyosohan yang lebih banyak diduga berkaitan dengan semakin banyaknya bagian luar biji yang terbuang. Hal ini menyebabkan konsentrasi endosperm meningkat sehingga secara persentase, kadar protein menjadi meningkat juga. Menurut A'Yunin *et al.*, (2022) protein pada biji sorgum terdapat pada bagian lembaga dan endosperm. Penyosohan dua kali menyebabkan bagian lembaga terbuang, sehingga kadar protein dalam endosperm yang terhitung. Lebih tingginya kadar protein biji sorgum ketan cokelat yang disosoh dua kali hasil penelitian kemungkinan karena kandungan protein yang tersimpan dalam endosperm lebih tinggi dibandingkan pada lembaga. Jenis protein yang dominan pada sorgum yaitu prolamin (sekitar 32,6–58,8% dari total protein). Selain itu, pada sorgum juga terdapat protein glutelin (19,0–37,4%), albumin (1,3–7,7%) dan globulin (2,0–9,3%). Sorgum tidak memiliki protein gliadin dan glutenin yang mampu membentuk gluten seperti terigu.

Kadar protein sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali relatif lebih tinggi dibandingkan dengan sorgum varietas Bioguma yang menjadi pembanding, yaitu $11,69 \pm 0,11\%$ bk dan $11,28 \pm 0,05\%$ bk secara berturut-turut. Hasil uji T dua sampel bebas menunjukkan bahwa rata-rata kadar protein sorgum cokelat tua sosoh dua kali berbeda dengan sorgum Bioguma sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Menurut Salimi *et al.* (2011) hal ini disebabkan karena perbedaan varietas pada sereal dapat menyebabkan perbedaan sifat-sifat fisik maupun komposisi kimianya. Perbedaan komposisi kimia pada berbagai

varietas tanaman dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti lokasi tanam, iklim, tipe tanah, musim panen, lama tanam dan kondisi genetik. Kadar protein pada tepung sorgum putih yang dibuat dari biji sorgum putih Bioguma dan biji sorgum merah lokal asal kabupaten Malaka, provinsi Nusa Tenggara Timur sebesar 9,49% dan 10,84% secara berturut-turut (Avif & Oktaviana, 2020). Sementara itu, kadar protein sorgum coklat, merah, dan putih lokal dari kabupaten Sumba Timur, provinsi Nusa Tenggara Timur sebesar 9,03%, 10,16%, dan 10,32% secara berturut-turut (Mukkun *et al.*, 2021). Hal ini sejalan dengan Salimi *et al.* (2011) di mana walaupun masih dalam satu propinsi dan sama-sama sorgum putih atau merah, masing-masing mempunyai kadar protein yang berbeda. Hasil penelitian Murtini *et al.* (2018) menunjukkan kadar protein sorgum coklat lokal dari Pasuruan yang telah disosoh 4 kali dengan penyosoh beras sebesar 10,62%. Protein pada biji sorgum didominasi oleh kafirin (71,40%) dan non-prolamin (globulin, glutelin, dan albumin). Kafirin merupakan fraksi protein sorgum yang larut dalam alkohol (prolamin) (Xiong *et al.*, 2019). Kafirin memengaruhi pencernaan protein karena adanya ikatan disulfida. Hal ini menyebabkan protein sorgum sulit dicerna. Rasio efisiensi pencernaan protein (PER) biji sorgum oleh tikus percobaan relatif rendah (51%) dengan daya cerna *in vitro* menggunakan enzim tripsi lebih rendah (48,45%) dibandingkan beras, jagung, dan gandum sebesar 66%, 73%, 81% berturut-turut. Untuk meningkatkan daya cerna protein sorgum Murtini *et al.* (2011) melakukan proses fermentasi dengan metode terendam, Espinosa-Ramírez *et al.* (2017) melakukan ekstraksi kafirin dengan cara basah dan Sullivan *et al.* (2018) melakukan dengan teknik ultrasonifikasi. Bagaimanapun juga, kadar protein sorgum relatif lebih tinggi dibandingkan kadar protein beras pecah kulit (9,68%) Widowati *et al.* (2009) sehingga pemanfaatan sorgum sebagai alternatif pengganti beras masih memungkinkan.

Kadar Lemak

Kadar lemak sorgum ketan cokelat tua sosoh satu kali dan dua kali disajikan pada Tabel 3. Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar lemak sorgum ketan cokelat tua sosoh satu kali sebesar $2,12 \pm 0,07\%$ bk dan sorgum ketan cokelat tua sosoh dua kali sebesar $1,48 \pm 0,12\%$ bk. Kadar lemak biji sorgum cenderung lebih kecil pada biji yang disosoh dua kali dibandingkan yang disosoh satu kali. Hasil uji T dua sampel berpasangan menunjukkan bahwa rata-rata kadar lemak sorgum cokelat tua sosoh satu kali berbeda dengan sorgum cokelat tua sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Proses penyosohan 2 kali menyebabkan bagian kulit yang terbuang lebih banyak (sungkup, kulit ari atau bagian pericarp, dan lapisan testa) dibandingkan penyosohan satu kali (sungkup atau sekam). Kandungan lemak pada biji sorgum lebih tinggi dibandingkan biji-bijian lain. Lemak terdistribusi pada *kernel*, terutama di *germ* (76%), diikuti endosperm (13,2%), dan pericarp (10,6%). Pada sorgum yang disosoh dua kali bagian pericarpnya ikut terbuang, sehingga kadar lemak biji menjadi lebih rendah. Berkurangnya kadar lemak biji sorgum diinginkan karena akan memperpanjang umur simpan biji. Seperti diketahui bahwa lemak dapat menyebabkan ketengikan dan kerusakan membran sel selama proses penyimpanan (A'Yunin *et al.*, 2022).

Kadar lemak sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali lebih tinggi dibandingkan dengan sorgum varietas Bioguma sosoh dua kali, yaitu $1,48 \pm 0,12\%$ bk dan $1,33 \pm 0,10\%$ bk secara berturut-turut (Tabel 3). Hasil uji T dua sampel bebas menunjukkan bahwa rata-rata kadar lemak sorgum cokelat tua sosoh dua kali berbeda dengan sorgum Bioguma sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Kadar lemak sorgum Bioguma yang disosoh dua kali sebesar 1,0% (A'Yunin *et al.*, 2022). Menurut Salimi *et al.* (2011), perbedaan varietas pada sereal dapat menyebabkan perbedaan sifat-sifat fisik maupun komposisi kimianya. Perbedaan komposisi kimia pada berbagai varietas tanaman dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti lokasi tanam, iklim, tipe tanah, musim panen, lama tanam dan kondisi genetik.

Sorgum merah hasil penelitian Rumler *et al.* (2021) mempunyai kadar lemak sebesar 3,84% bk pada biji yang disosoh dengan *stone mill* dan sebesar 3,48% bk untuk biji yang disosoh dengan *roller mill*. Menurut Sukarminah (2015), biji sorgum putih varietas lokal Bandung yang tertahan pada saringan 6 dan 7 mesh memiliki kadar lemak masing-masing 3,13% bk atau 2,80% bb dan 3,34% bk atau 3,01% bb berturut-turut. Sementara itu Mukkun *et al.* (2021), mendapatkan sorgum coklat mempunyai kadar lemak paling tinggi (3,28%), diikuti sorgum merah (2,6%) dan coklat (1,98%). Menurut de Morais Cardoso *et al.* (2017), kandungan lemak sorgum berkisar antara 1,24–3,07 g/100g, dan 83–88% merupakan lemak tak jenuh. Asam lemak utama sorgum adalah linoleat (45,6–51,1%), oleat (32,2–42,0%), palmitat (12,4–16,0%), dan asam linolenat (1,4–2,8%) Afify *et al.* (2012). Data-data di atas menunjukkan kadar lemak sorgum lain lebih tinggi dari sorgum yang diteliti (1,33–2,12%) dan lebih rendah dari kadar lemak beras pecah kulit, yaitu 2,7% (Widowati *et al.*, 2009). Berdasarkan hal tersebut dapat dihasilkan nasi sorgum yang tidak cepat tengik.

Kadar Serat Pangan

Serat pangan merupakan bagian dari tanam-tanaman yang dapat dimakan yang tahan terhadap enzim pencernaan dan absorpsi dinding usus halus, yang kemudian difermentasi di dalam usus besar. Serat pangan terdiri dari polisakarida kompleks yang mempunyai fungsi dan aktivitas yang menguntungkan saluran cerna. Termasuk serat pangan adalah selulosa, polisakarida nonselulotik seperti hemiselulosa, substansi pektat, gum, *mucilage*, dan lignin sebagai komponen nonkarbohidrat. Berdasarkan kelarutannya, serat pangan total terdiri dari serat pangan larut air (pektin, gum, dan *mucilage*) dan serat pangan tidak larut air (selulosa, hemiselulosa, dan lignin) (Dhingra *et al.*, 2012). Secara umum, serat pada sorgum didominasi oleh serat tidak larut air (75–90%) dan sisanya serat larut air (10–25%) yang banyak ditemukan pada pericarp dan endosperm dinding sel dengan jumlah antara 6–15

g/ 100 g biji. Serat pada sorgum terutama terdiri dari arabinosilan dan b-glukan. Arabinosilan tersusun dari glucuronoarabinoxylan dan mengandung ikatan p-coumaric dan asam ferulat yang merupakan asam fenolat pada sorgum (Taylor & Emmambux, 2010 dalam Xiong *et al.*, 2019).

Kadar Serat Pangan Larut Air

Serat pangan larut air adalah serat pangan yang dapat larut dalam air hangat atau air panas dan dapat terendapkan oleh air yang telah dicampur dengan empat bagian etanol. Komponen yang tergolong dalam serat pangan larut adalah gum, pektin, dan *mucilage*. Serat larut ketika berada di usus halus akan membentuk larutan yang memiliki viskositas yang tinggi. Karena sifatnya ini, serat larut dapat memengaruhi metabolisme lipid dan karbohidrat dan sebagian memiliki potensi antikarsinogenik Dhingra *et al.* (2012), hipolipidemia, menurunkan serum kolesterol dan trigliserida (Rantika & Rusdiana, 2018).

Tabel 3 menyajikan kadar serat pangan larut pada sorgum ketan cokelat tua sosoh satu kali, yaitu sebesar $8,40 \pm 0,20\%$ bk dan sorgum ketan cokelat tua sosoh dua kali sebesar $2,65 \pm 0,32\%$ bk. Data di atas menunjukkan bahwa semakin besar frekuensi penyosohan, menyebabkan kadar serat pangan larut air semakin rendah. Hasil uji T dua sampel berpasangan menunjukkan bahwa rata-rata kadar serat pangan larut air sorgum cokelat tua sosoh satu kali berbeda dengan sorgum cokelat tua sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Menurut Rumler *et al.* (2021) dan Kurniawan *et al.* (2016), proses penyosohan mengakibatkan hilangnya komponen hemiselulosa yang berada di lapisan alueron yang akan semakin menipis seiring dengan semakin tingginya derajat penyosohan.

Kadar serat pangan larut air pada sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali lebih rendah dibandingkan dengan sorgum varietas Bioguma, yaitu $2,65 \pm 0,32\%$ bk dan $5,49 \pm 0,15\%$ bk berturut-turut.

Hasil uji T dua sampel bebas menunjukkan bahwa rata-rata kadar serat pangan larut air sorgum cokelat tua sosoh dua kali berbeda dengan sorgum Bioguma sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Menurut A'Yunin *et al.* (2022) serat pangan pada sereal banyak terdapat pada kulit ari, di mana proses penyosohan menghilangkan kulit ari, sehingga akan memengaruhi kandungan serat. Kadar serat pangan pada sorgum Bioguma yang disosoh 2 kali sebesar 11,4%. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Hatmi *et al.* (2021) di mana kandungan serat kasar pada *crackers* yang dibuat dari tepung sorgum cokelat yang disosoh sebesar 5,69 % dibandingkan yang tanpa disosoh sebesar 5,96%. Kadar serat pangan larut pada biji sorgum merah utuh yang disosoh dengan *roller mill* lebih besar dibandingkan *stone mill*, yaitu 0,89% bk dan 0,62% bk berturut-turut (Rumler *et al.*, 2021).

Kadar Serat Pangan Tidak Larut Air

Serat pangan tidak larut air adalah serat pangan yang tidak larut dalam air panas maupun air dingin, serta asam panas dan alkali panas. Komponen yang tergolong dalam serat pangan tidak larut adalah selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Dhingra *et al.*, 2012). Menurut Hernawan & Meylani (2016), fungsi utama serat pangan tidak larut adalah mencegah timbulnya berbagai penyakit, terutama yang berhubungan dengan saluran pencernaan, seperti wasir, divertikulosis dan kanker usus besar. Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 3, terlihat bahwa kadar serat pangan tidak larut pada sorgum ketan cokelat tua sosoh satu kali sebesar $46,37 \pm 0,33\%$ bk dan sorgum ketan cokelat tua sosoh dua kali sebesar $13,90 \pm 0,26\%$ bk. Data menunjukkan bahwa semakin besar frekuensi penyosohan menyebabkan kadar serat pangan tidak larut semakin rendah.

Hasil analisis uji T dua sampel berpasangan menunjukkan bahwa rata-rata kadar serat pangan tidak larut sorgum cokelat tua sosoh satu kali berbeda dengan sorgum cokelat tua sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Perlakuan penyosohan menyebabkan serat pangan tidak larut yang

terdiri dari kandungan selulosa dan hemiselulosa terbuang. Hal ini karena letak komponen tersebut berada di lapisan aleuron yang akan semakin menipis seiring dengan semakin tingginya tingkat derajat sosoh. Tingkat penyosohan tinggi merupakan proses terbaik untuk mendapatkan produk dengan kadar serat yang rendah (Kurniawan *et al.*, 2016).

Kadar serat pangan tidak larut sorgum cokelat tua sosoh dua kali lebih besar dibandingkan sorgum Bioguma sosoh dua kali, yaitu $13,90 \pm 0,26\%$ bk dan $10,18 \pm 0,24\%$ bk berturut-turut (Tabel 3). Hasil analisis uji T dua sampel bebas menunjukkan bahwa rata-rata kadar serat pangan tidak larut sorgum cokelat tua sosoh dua kali berbeda dengan sorgum Bioguma sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Kandungan serat selain dipengaruhi oleh tingkat penyosohan, juga dipengaruhi oleh penyerapan unsur nitrogen dari tanah, umur simpan tanaman, dan lama penyimpanan setelah panen (Hasnelly *et al.*, 2020). Kadar serat pangan tidak larut air pada biji sorgum merah utuh yang disosoh dengan *roller mill* lebih besar dibandingkan *stone mill*, yaitu $7,92\%$ bk dan $7,03\%$ bk berturut-turut (Rumler *et al.*, 2021). Kadar serat kasar pada tepung sorgum putih yang dibuat dari biji sorgum Bioguma dan biji sorgum merah lokal asal kabupaten Malaka, provinsi Nusa Tenggara Timur sebesar $2,72\%$ dan $2,48\%$ secara berturut-turut (Avif & Oktaviana, 2020). Sementara itu, kadar serat kasar sorgum cokelat, merah, dan putih lokal dari kabupaten Sumba Timur, provinsi Nusa Tenggara Timur sebesar $2,97\%$, $3,10\%$, dan $3,25\%$ secara berturut-turut (Mukkun *et al.*, 2021). Sorgum ketan lokal cokelat tua hasil penelitian, memiliki kadar serat pangan tidak larut yang lebih besar dibandingkan penelitian-penelitian sebelumnya.

Kadar Tanin

Tanin adalah senyawa aktif hasil metabolit sekunder yang dapat berperan sebagai astringen, antidiare, antibakteri, dan antioksidan. Secara umum tanin merupakan senyawa polifenol yang memiliki

berat molekul cukup tinggi (300–3000 Da). Tanin memiliki sifat yang unik, yaitu dapat mengikat protein, menghambat enzim pencernaan, dan mengurangi penyerapan ion Fe dan Zn (Malangni *et al.*, 2012). Walaupun tanin bersifat negatif yaitu memengaruhi pencernaan dan asupan kalori, namun tanin juga memiliki sifat menguntungkan yaitu memiliki sifat aktivitas antioksidan, yang dapat berperan sebagai antikanker dan anti-inflamasi. Sementara itu, ada beberapa varietas sorgum mengandung tanin dalam jumlah tinggi (hingga 50 mg/g atau lebih) yang terkonsentrasi di testa berpigmen (A'Yunin *et al.*, 2022).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan tanin dari biji sorgum ketan cokelat tua yang disosoh satu kali sebesar $0,455 \pm 18,72\%$, sedangkan biji sorgum yang disosoh dua kali sebesar $0,079 \pm 1,73\%$. Dari Tabel 3 terlihat bahwa kadar tanin menurun hingga hampir enam kali lipat akibat meningkatnya jumlah penyosohan. Hasil uji T dua sampel berpasangan menunjukkan bahwa rata-rata kadar tanin sorgum cokelat tua sosoh satu kali berbeda dengan sorgum cokelat tua sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Menurunnya kadar tanin berkaitan dengan meningkatnya frekuensi penyosohan, di mana saat penyosohan terjadi gesekan antar butir sorgum dengan alat penyosoh. Dengan meningkatnya frekuensi penyosohan menyebabkan semakin banyaknya jumlah lapisan testa yang terbuang. Hal ini sejalan dengan pernyataan Awika *et al.* (2003) dan Xiong *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa komponen fenolik seperti tanin yang dominan terdeteksi pada ekstrak sorgum berada pada bagian kulit luar dari serealialia yaitu pada lapisan testa yang terkikis pada proses penyosohan. Xiong *et al.* (2019) membagi kandungan tanin dalam 3 tipe, yaitu rendah (0–1,8 mg CAE/g), sedang (6,4–15,5 mg CAE/g, dan tinggi (11–50,2 mg CAE/g). Berdasarkan hal tersebut, kadar tanin sorgum cokelat tua sosoh satu dan dua kali hasil penelitian tergolong bertipe rendah.

Kadar tanin sorgum cokelat tua sosoh dua kali lebih kecil dibandingkan sorgum Bioguma sosoh dua kali, yaitu $0,079 \pm 1,73\%$ dan $0,0982 \pm 7,21\%$ secara berturut-turut (Tabel 3). Berdasarkan data ini,

kadar tanin sorgum Bioguma hasil penelitian lebih tinggi walaupun masih dalam kelompok yang sama. Hasil uji T dua sampel bebas menunjukkan bahwa rata-rata kadar tanin sorgum cokelat tua sosoh dua kali berbeda dengan sorgum Bioguma sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Menurut A'Yunin *et al.* (2022), kandungan tanin pada biji sorgum varietas Bioguma dipengaruhi oleh penyosohan. Kadar tanin sorgum Bioguma yang disosoh satu kali sebesar 0,063%, dua kali sebesar 0,061%, dan tiga kali sebesar 0,055%. Menurut Palacios *et al.* (2021) FAO/WHO merekomendasikan kadar tanin biji sorgum maksimal sebesar 0,5% dan tepung sorgum 0,3%.

Kandungan tanin dalam sorgum berkaitan dengan warna kulit biji sorgum, yaitu semakin gelap warna biji sorgum, maka semakin tinggi kandungan tanin. Biasanya biji sorgum yang berwarna cokelat tua mengandung tanin cukup tinggi. Hal ini sejalan dengan Xiong *et al.* (2019) di mana sistem metabolisme dalam tumbuhan penghasil tanin adalah adanya ikatan hidrogen yang terbentuk antara hidroksi fenol dan kelompok peptida yang terjadi pada selaput kolagen menjadi bentuk ikatan silang antara rantai protein yang saling berdekatan. Oksidasi fenol dalam tanin menjadi quinon memberikan kenaikan ikatan kovalen dengan epsilon asam-asam amino yaitu lisin dan arginin yang selanjutnya dapat meningkatkan daya tahan kulit, tahan terhadap aksi bakteri, panas dan abrasi. Hal tersebut menyebabkan pakan yang mengandung tanin memiliki daya cerna dan palatabilitas yang rendah karena tanin menyebabkan rasa sedikit pahit.

Menurut Asropi *et al.* (2022), kandungan tanin awal pada sorgum merah dari Lampung sebesar 642,03 mg/100 g di mana kadar tanin ini dapat diturunkan sebesar 46,98% hingga 73,54% pada perendaman pH netral suhu 30°C hingga 60°C. Kandungan tanin sorgum lokal merah dan cokelat yang dianalisis oleh Mukkun *et al.* (2021), adalah sebesar 2,59 dan 5,49 mg/g. Hasil penelitian yang sudah disebutkan sebelumnya tidak berbeda jauh jika dibandingkan dengan hasil penelitian pada Tabel 3 di mana sorgum lokal cokelat tua sosoh satu kali mengandung

tanin sebesar $0,455 \pm 18,72\%$ dan dapat diturunkan hingga sebesar $0,079\%$ dengan penyosohan dua kali. Kadar tanin sorgum cokelat hasil penelitian Punia *et al.* (2021) sebesar $1,13 \text{ mg}/100\text{g bk}$, sementara itu Murtini *et al.* (2018) menghasilkan kadar tanin $8,83 \text{ mg}/\text{g}$ pada sorgum cokelat lokal asal Pasuruan yang telah disosoh 4 kali dengan penyosoh beras.

Xiong *et al.* (2019) menyatakan bahwa keberadaan tanin memengaruhi aktivitas antioksidan biji sorgum khususnya pada sorgum hitam dan cokelat. Tanin terbukti dapat mencegah kanker payudara dengan menghambat aromatasase (enzim yang terlibat dalam kanker payudara) dan mencegah pertumbuhan kanker yang tidak diinginkan. Dedak sorgum cokelat yang mengandung tanin dapat menghambat aktivitas aromatasase pada konsentrasi rendah. Selain itu tanin biji sorgum juga lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan sel kanker usus besar dibandingkan tanin dari biji anggur. Menurut Palacios *et al.* (2021) adanya tanin pada sorgum dapat mengurangi asupan karbohidrat karena adanya interaksi antara tanin dan pati dapat menurunkan daya cerna sehingga mengurangi asupan kalori. Hal ini baik untuk penderita obesitas dan diabetes tipe 2. Selain itu kandungan tanin dapat menghambat enzim proteolitik dengan membatasi pencernaan protein pepsin sampai 58% . Hal ini karena terbentuknya ikatan silang antara tanin dan protein sorgum (kafirin).

Aktivitas Antioksidan (IC_{50})

Aktivitas antioksidan dalam biji sorgum tergolong tinggi, di mana hal ini karena biji sorgum mengandung asam fenolat, monomer flavonoid polifenolik, polimer tanin terkondensasi, dan antosianin (Stefoska-Needham *et al.*, 2015; A'Yunin *et al.*, 2022). Tabel 3 menunjukkan aktivitas antioksidan yang terdapat pada biji sorgum ketan cokelat tua sosoh satu kali sebesar $1,153 \pm 2,80 \text{ mg}/\text{g}$ dan sorgum ketan cokelat tua sosoh dua kali sebesar $2,355 \pm 0,92 \text{ mg}/\text{g}$. Data menunjukkan proses penyosohan dua kali menurunkan aktivitas antioksidan.

Hasil uji T dua sampel berpasangan menunjukkan bahwa rata-rata aktivitas antioksidan sorgum cokelat tua sosoh satu kali berbeda dengan sorgum cokelat tua sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Menurunnya aktivitas antioksidan terkait dengan keberadaan flavonoid, di mana pada biji sorgum, sebagian besar flavonoid terdapat di bagian luar biji (pericarp). Dengan semakin banyak lapisan kulit luar yang terkikis akibat penyosohan menyebabkan konsentrasi flavonoid menurun sehingga aktivitasnya juga menurun. Senyawa fenolik sereal berkorrelasi positif dengan aktivitas antioksidan. Semakin lama waktu penyosohan, semakin rendah kandungan fenolik total pada sereal (A'Yunin *et al.*, 2022).

Aktivitas antioksidan sorgum cokelat tua sosoh dua kali lebih rendah dibandingkan sorgum Bioguma sosoh dua kali, yaitu $2,355 \pm 0,92$ mg/g dan $10,553 \pm 18,19$ mg/g secara berturut-turut (Tabel 3). Hasil uji T dua sampel bebas menunjukkan bahwa rata-rata aktivitas antioksidan sorgum cokelat tua sosoh dua kali berbeda dengan sorgum Bioguma sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Secara umum, kandungan flavonoid pada biji dipengaruhi oleh ketebalan dan keberadaan testa yang juga dapat dipengaruhi oleh faktor genetik. Penyosohan biji sorgum Bioguma menyebabkan penurunan aktivitas antioksidan dibandingkan penyosohan satu kali, yaitu 65,7% dan 63,3% secara berturut-turut (A'Yunin *et al.*, 2022). Aktivitas antioksidan sorgum cokelat hasil penelitian Punia *et al.* (2021) sebesar 15,96 mg TE/100g.

Kadar Air

Hasil pengujian kadar air ditunjukkan oleh Tabel 3. Sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh satu kali mengandung kadar air sebesar $13,92 \pm 0,65\%$ bk dan sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali sebesar $10,79 \pm 0,29\%$ bk. Dari Tabel 3 terlihat bahwa kadar air menurun dengan meningkatnya jumlah penyosohan. Hasil uji T dua sampel berpasangan menunjukkan bahwa rata-rata kadar air biji sorgum cokelat tua sosoh satu kali berbeda dengan sorgum cokelat tua sosoh

dua kali ($\alpha=0,05$).

Menurunnya kadar air pada sorgum yang disosoh dua kali disebabkan adanya gesekan antara biji sereal dengan batu gerinda pada mesin penyosoh. Gesekan tersebut akan menimbulkan panas dan menguapkan sebagian air pada permukaan biji sereal. Dengan semakin banyaknya tingkat penyosohan tentunya menyebabkan kadar air yang teruapkan semakin banyak, sehingga kadar air biji menjadi lebih rendah. Hal ini sejalan dengan Salimi *et al.* (2011) bahwa proses penyosohan menyebabkan sebagian air yang terdapat pada lapisan kulit ari yang terkikis ikut terbuang sehingga memengaruhi jumlah air pada biji sereal.

Sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali memiliki kadar air yang lebih tinggi dibanding sorgum varietas Bioguma sosoh dua kali (kontrol) yaitu $10,79 \pm 0,29$ % bk dan $10,36 \pm 0,12$ % bk secara berturut-turut (Tabel 3). Hasil analisis uji T dua sampel bebas menunjukkan bahwa rata-rata kadar air biji sorgum cokelat tua sosoh dua kali berbeda dengan sorgum Bioguma sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Perbedaan kadar air selain disebabkan oleh proses penyosohan juga disebabkan oleh perbedaan genetik dan morfologi setiap sorgum.

Secara umum kadar air bahan pangan memengaruhi umur simpan, di mana semakin rendah kadar air bahan menyebabkan mikroba semakin terhambat untuk hidup dan berkembang biak. Sebaliknya, semakin tinggi kadar air bahan pangan, maka kerusakan oleh aktivitas mikroba semakin cepat, hal ini dikarenakan tersedianya air bebas untuk pertumbuhan mikroba (Sulistyaningrum *et al.*, 2017). Selain itu kadar air berpengaruh terhadap keliatan dan kekuatan dari beras sorgum yang dihasilkan, di mana semakin tinggi kadar air saat penyosohan maka akan menghasilkan sorgum sosoh yang liat dan tidak mudah patah. Kadar air yang tinggi juga menyebabkan endosperm menjadi lunak dan lengket. Sebagai pembanding, kadar air ideal untuk gandum saat penyosohan adalah antara 13–16%. Beta *et al.* (2000) melaporkan bahwa kadar air yang dibutuhkan biji sorgum sebelum

disosoh adalah 12% untuk biji berkadar tanin rendah dan sedang, sedangkan untuk biji sorgum yang berkadar tanin tinggi adalah 16%. Hasil penelitian Sabar *et al.* (2020) menunjukkan bahwa kadar air biji memengaruhi berat, panjang, lebar, dan tebal biji di mana semakin tinggi kadar air menyebabkan berat, panjang, lebar, dan tebal semakin besar.

Kadar Abu

Secara umum, kadar abu digunakan untuk mengetahui kandungan mineral anorganik pada produk pangan dalam bentuk abu setelah melalui proses pembakaran dalam tanur. Semakin tinggi nilai kadar abu maka semakin tinggi kandungan bahan anorganik dalam produk tersebut. Hasil pengujian kadar abu disajikan pada Tabel 3. Sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh satu kali mempunyai kadar abu sebesar $2,37 \pm 0,09\%$ bk dan sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali mempunyai kadar abu sebesar $0,73 \pm 0,04\%$ bk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar abu sorgum menurun dengan meningkatnya jumlah penyosohan.

Hasil uji T dua sampel berpasangan menunjukkan bahwa rata-rata kadar abu biji sorgum cokelat tua sosoh satu kali berbeda dengan sorgum cokelat tua sosoh dua kali ($\alpha=0,05$). Proses penyosohan akan menurunkan kadar abu dari serealialia karena proses penyosohan mengikis bagian kuit ari dari serealialia yang memiliki komponen gizi termasuk mineral seperti Ca, P, Fe, dan Zn. Seperti diketahui mineral dan besi yang terkandung dalam lapisan aleuron pada biji akan berkurang selama penyosohan (Hasnelly *et al.*, 2020).

Sorgum ketan lokal cokelat tua sosoh dua kali memiliki kadar abu yang lebih rendah dibanding sorgum varietas Bioguma sosoh dua kali (kontrol) yaitu $0,73 \pm 0,04\%$ bk dan $1,47 \pm 0,12\%$ bk secara berturut-turut (Tabel 3). Menurut Salimi *et al.* (2011) hal ini disebabkan karena perbedaan varietas pada serealialia dapat menyebabkan perbedaan sifat-sifat fisik maupun komposisi kimianya. Perbedaan komposisi kimia pada

berbagai varietas tanaman dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti lokasi tanam, iklim, tipe tanah, musim panen, lama tanam dan kondisi genetik. Menurut Mukkun *et al.* (2021), kadar abu sorgum lokal merah dan coklat yang berasal dari Nusa Tenggara Timur sebesar 1,76% dan 1,58%. Menurut Tasie & Gebreyes (2020) sorgum mengandung mineral berupa fosfor (P), magnesium (Mg), potasium (K), sodium (Na), kalsium (Ca), dengan sedikit besi (Fe) dan seng (Zn). Konsentrasi P berkisar 112,554 mg/100g–367,965 mg/100g. Sementara itu konsentrasi Na berkisar 2,229–6,151 mg/100g, konsentrasi Mg berkisar antara 207,53 mg/100g and 62,09 mg/100g. Rata-rata Calcium pada sorgum sebesar 9,594 mg/100g–67,158 mg/100g. Konsentrasi Fe dan Zn sebesar 14,08 mg/100g dan 6,484 mg/100g, berturut-turut. Mineral banyak terdapat di dalam pericarp, lembaga dan lapisan aleuron. Hal ini sejalan dengan Mohamed *et al.* (2022), di mana sorgum, seperti sereal lainnya, merupakan sumber vitamin B kompleks yang baik (termasuk thiamin, riboflavin, vitamin B6, biotin, dan niasin). Vitamin ini hilang saat proses penyosohan biji-biji. Sorgum memiliki kandungan mineral yang mirip dengan *millet*, lebih besar dari jagung tetapi lebih sedikit dari gandum, dan terutama mengandung K dan S. Diet berbasis sorgum tinggi Fe dan Zn, sedangkan fitokonstituen seperti fitat dapat mengurangi bioavailabilitas mineral. Hal ini tidak menjadi masalah yang spesifik untuk sorgum karena tanin tersebar luas pada semua biji-bijian dan makanan nabati

KESIMPULAN

1. Sorgum ketan coklat tua asal Lamongan dapat digunakan sebagai alternatif pengganti beras karena memiliki kandungan gizi yang relatif lebih tinggi. Selain itu sorgum memiliki kelebihan bagi kesehatan karena mengandung tanin sebagai antioksidan dan serat pangan yang dapat berpengaruh baik bagi penderita diabetes.
2. Proses penyosohan memengaruhi rendemen dan karakteristik fisik (dimensi, warna, berat, kekerasan, volume, bulk density, true density, dan porositas biji) sorgum ketan lokal coklat tua asal Lamongan.
3. Proses penyosohan memengaruhi karakteristik kimia (karbohidrat, pati, amilosa, amilopektin, protein, lemak, serat pangan, air, abu, kadar tanin, dan antioksidan) sorgum ketan lokal coklat tua asal Lamongan.
4. Proses penyosohan dapat menurunkan kadar tanin, yang bisa meningkatkan daya cerna dan palatabilitas sorgum ketan lokal coklat tua asal Lamongan. Hal tersebut dapat mendukung pemanfaatan sorgum tersebut menjadi beberapa produk pangan yang lebih sehat dan dapat lebih diterima oleh konsumen.
5. Proses penyosohan dapat menyebabkan penurunan kadar serat pangan dan antioksidan sorgum ketan lokal coklat tua asal Lamongan
6. Semakin banyak penyosohan menyebabkan penurunan kandungan zat gizi dan fungsional yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abah, C. R., Ishiwu, C. N., Obiegbuna, J. E., & Oladejo, A. A. (2020). Sorghum Grains: Nutritional Composition, Functional Properties and Its Food Applications. *European Journal of Nutrition & Food Safety*, 101–111. <https://doi.org/10.9734/ejnfs/2020/v12i530232>
- Acquisgrana, M. del R., Gomez Pamies, L. C., Martinez Amezaga, N. M. J., Quiroga, F. M., Ribotta, P. D., & Benítez, E. I. (2020). Impact of moisture and grinding on yield, physical, chemical and thermal properties of wholegrain flour obtained from hydrothermally treated sorghum grains. *International Journal of Food Science and Technology*, 55(7), 2901–2909. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14548>
- Afify, A. E. M. R., El-Beltagi, H. S., Abd El-Salam, S. M., & Omran, A. A. (2012). Oil and Fatty Acid Contents of White Sorghum Varieties under Soaking, Cooking, Germination and Fermentation Processing for Improving Cereal Quality. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 40(1), 86–92. www.notulaeobotanicae.ro
- Ahmed, A. M., Zhang, C., & Liu, Q. (2016). Comparison of Physicochemical Characteristics of Starch Isolated from Sweet and Grain Sorghum. *Journal of Chemistry*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/7648639>
- Andasuryani, A., Putra, N., & Sutan, S. M. (2015). *KAJIAN SIFAT-SIFAT FISIK BUAH DAN BIJI KAKAO (Theobroma cocoa L.)*. <http://tpa.fateta.unand.ac.id/index.php/JTPA/article/view/4/9>
- Andriani, A., & Isnaini, M. (2013). *Morfologi dan Fase Pertumbuhan Sorgum*.
- Asoegwu, S. N., Ohanyere, S. O., Kanu, O. P., & Iwueke, C. N. (2006). Physical Properties of African Oil Bean Seed (*Pentaclethra macrophylla*) Article · August 2006. *Agricultural Engineering International: The CIGR Ejournal. Manuscript FP 05 006. Vol. VIII. August, 2006., 8, 1–17.*

- Asoegwu, S. N., Ohanyere, S. O., Kanu, O. P., Kanu, O. P., & Iwueke, C. N. (2006). *Physical Properties of African Oil Bean Seed (Pentaclethra macrophylla)*. <https://www.researchgate.net/publication/234003096>
- Asropi, Novitasari, E., & Novita, D. D. (2022). Physical Quality and Tannin Content of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) at Different Temperature and Soaking Immersion. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1024(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1024/1/012068>
- Avif, A. N., & Oktaviana, A. T. (2020). ANALISIS SIFAT KIMIA TEPUNG DAN PATI SORGUM DARI VARIETAS BIOGUMA DAN LOKAL DI PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR, INDONESIA. *Lantanida Journal*, 8(2), 96–188.
- Awika, J. M., & Rooney, L. W. (2004). Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. In *Phytochemistry* (Vol. 65, Issue 9, pp. 1199–1221). <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2004.04.001>
- Awika, J. M., Rooney, L. W., Wu, X., Prior, R. L., & Cisneros-Zevallos, L. (2003). Screening Methods to Measure Antioxidant Activity of Sorghum (*Sorghum bicolor*) and Sorghum Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(23), 6657–6662. <https://doi.org/10.1021/jf034790i>
- A'Yunin, N. A. Q., Atmadja, T. F. A. G., Aini, N., & Haryanti, P. (2022). Characterisation of Polishing Frequency for Three Varieties of Sorghum Grain in Java, Indonesia. *International Journal of Food Science*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/2949665>
- Balitbangtan. (2019, May 29). *Balitbangtan Hasilkan Varietas Unggul Baru Sorghum Bioguma*. Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian.
- Beta, T., Corke, H., Rooney, L. W., & Taylor, J. R. N. (2000). Starch properties as affected by sorghum grain chemistry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(2), 245–251.

- Boudries, N., Belhaneche, N., Nadjemi, B., Deroanne, C., Mathlouthi, M., Roger, B., & Sindic, M. (2009). Physicochemical and functional properties of starches from sorghum cultivated in the Sahara of Algeria. *Carbohydrate Polymers*, 78(3), 475–480. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2009.05.010>
- BPS. (2022). Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2022. <https://www.bps.go.id/pressrelease/2022/10/17/1910/pada-2022--luas-panen-padi-diperkirakan-sebesar-10-61-juta-hektare-dengan-produksi-sekitar-55-67-juta-ton-gkg.html>
- Budijanto, S., Andri, Y. I., Faridah, D. N., & Noviasari, S. (2018). Karakterisasi Kimia dan Efek Hipoglikemik Beras Analog Berbahan Dasar Jagung, Sorgum, dan Sagu Aren. *Agritech*, 37(4), 402. <https://doi.org/10.22146/agritech.10383>
- Budiyanto, A., Rahmawati, R., bin Arif, A., & Wijaya, E. (2021). PENGARUH TEKNIK PELUNAKAN TERHADAP RENDEMEN, DERAJAT PUTIH, DAN BENTUK SERTA UKURAN GRANULA PATI SORGUM MANIS (*Sorghum bicolor* (L). Moench). *J.Teknol. Pangan Kes*, 3(1), 55–59.
- de Morais Cardoso, L., Pinheiro, S. S., Martino, H. S. D., & Pinheiro-Sant'Ana, H. M. (2017). Sorghum (*Sorghum bicolor* L.): Nutrients, bioactive compounds, and potential impact on human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(2), 372–390. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.887057>
- de Oliveira, L. de L., de Oliveira, G. T., de Alencar, E. R., Queiroz, V. A. V., & de Alencar Figueiredo, L. F. (2022). Physical, chemical, and antioxidant analysis of sorghum grain and flour from five hybrids to determine the drivers of liking of gluten-free sorghum breads. *LWT*, 153. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112407>
- Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., & Patil, R. T. (2012). Dietary fibre in foods: A review. In *Journal of Food Science and Technology* (Vol. 49, Issue 3, pp. 255–266). <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0365-5>

- Dyahrini, W., & Gusni, G. (2016). POTENSI SORGUM SEBAGAI ALTERNATIF PANGAN PENGGANTI BERAS DI BANDUNG RAYA UNTUK MENINGKATKAN KESEJAHTERAAN MASYARAKAT DALAM RANGKA Mendukung KETAHANAN PANGAN NASIONAL. *Proceeding Conference on Management and Behavioral Studies. Universitas Tarumanegara*, 371–382.
- Earp, C. F., McDonough, C. M., & Rooney, L. W. (2004). Microscopy of pericarp development in the caryopsis of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Journal of Cereal Science*, 39(1), 21–27. [https://doi.org/10.1016/S0733-5210\(03\)00060-2](https://doi.org/10.1016/S0733-5210(03)00060-2)
- Elhassan, M. S. M., Naushad Emmambux, M., Hays, D. B., Peterson, G. C., & Taylor, J. R. N. (2015). Novel biofortified sorghum lines with combined waxy (high amylopectin) starch and high protein digestibility traits: Effects on endosperm and flour properties. *Journal of Cereal Science*, 65, 132–139. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.06.017>
- Espinosa-Ramírez, J., Garza-Guajardo, I., Pérez-Carrillo, E., & Serna-Saldívar, S. O. (2017). Differences in the functionality and characterization of kafirins extracted from decorticated sorghum flour or gluten meal treated with protease. *Journal of Cereal Science*, 73, 174–182. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.12.009>
- Farasara, R., Hariyadi, P., Fardiaz, D., & Dewanti-Hariyadi, R. (2014). Pasting Properties of White Corn Flours of <i>Anoman</i> and <i>Pulut Harapan</i> Varieties as Affected by Fermentation Process. *Food and Nutrition Sciences*, 05(21), 2038–2047. <https://doi.org/10.4236/fns.2014.521215>
- Gursoy, S., & Güzel, E. (2010). Determination of Physical Properties of Some Agricultural Grains Seralarda Sıcak Havanın Toprak Altına Transferi ve Akıllı Sera Otomasyonu ile Optimum Ortam koşul View project Development of sorting machinery View project. In *Article in Research Journal of*

- Applied Sciences, Engineering and Technology*. <https://www.researchgate.net/publication/45492318>
- Harijono, H., Susanto, W. H., & Ismet, F. (2001). Studi Penggunaan Proporsi Tepung (Sorgum Ketan dengan Beras Ketan) dan Tingkat Kepekatan Santan yang Berbeda Terhadap Kualitas Kue Semprong. *Jurnal Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya*, 2(2), 1-11.
- Hasnelly, H., Fitriani, E., Ayu, S. P., & Hervelly, H. (2020). Pengaruh Derajat Penyosohan terhadap Mutu Fisik dan Nilai Gizi Beberapa Jenis Beras. *AgriTECH*, 40(3), 182. <https://doi.org/10.22146/agritech.47487>
- Hatmi, R. U., Wirabhuaana, A., Wanita, Y. P., Tando, E., & Musyadik. (2021). The Effect of the Polishing Process and Sorghum Type (Brown and White) on the Content of Crackers Nutrition. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 759(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/759/1/012037>
- Hernawan, E., & Meylani, V. (2016). ANALISIS KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA BERAS PUTIH, BERAS MERAH, DAN BERAS HITAM (*Oryza sativa* L., *Oryza nivara* dan *Oryza sativa* L. indica). In *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada* (Vol. 15).
- Iriany, R. N. M., & Makkulawu, A. T. (2013). Asal Usul dan Taksonomi Tanaman Sorgum. In S. Sumarno, D. S. Damardjati, M. Syam, & Hermanto (Eds.), *Sorgum: Inovasi Teknologi dan Pengembangan: Vol.* (2013th ed., pp. 1-12). IAARD Press.
- Kementerian Pertanian RI. (2019, September 21). *Kementan: 2020 Kita Dorong Sorgum Jadi Pangan Alternatif*. <https://www.pertanian.go.id/Home/?Show=news&act=view&id=3978>.
- Kumalasari, R., Setyoningrum, F., & Ekafitri, R. (2015). Karakteristik Fisik dan Sifat Fungsional Beras Jagung Instan Akibat Penambahan Jenis Serat dan Lama Pembekuan. *Pangan*, 24(1), 37-48.
- Kurniawan, S., Nurahman, N., & Nurhidajah, N. (2016). Pengaruh Derajat Sosoh terhadap Daya Cerna Pati, Kadar Serat Kasar dan

- Derajat Cerah serta Sifat Organoleptik Beras Merah. *Jurnal-Publikasi-Ilmiah-DS*, 1–10.
- Litbang Pertanian. (2019). *Varietas » Bioguma 1 Agritan-Badan Litbang Pertanian*. [Http://Www.Litbang.Pertanian.Go.Id](http://Www.Litbang.Pertanian.Go.Id).
- Luna, P., Herawati, H., Widowati, S., & Prianto, A. B. (2015). PENGARUH KANDUNGAN AMILOSA TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN ORGANOLEPTIK NASI INSTAN. *Indonesian Journal of Agricultural Postharvest Research*, 12(1), 1–10.
- Mahmud, M. K., Hermana, H., Nazarina, N., Marudut, M., Zulfianto, N. A., Muhayatun, M., Jahari, A. B., Permaesih, D., Ernawati, F., Rugayah, R., Haryono, H., Prihatini, S., Raswanti, I., Rahmawati, R., Santi, dyah, Permanasari, Y., Fahmida, U., Sulaeman, A., Andarwulan, N., ... Marlina, L. (2018). *Tabel Komposisi Pangan Indonesia 2017* (D. Izwardy, Ed.; 2017th ed.). Direktorat Jenderal KEsehatan Masyarakat Direktorat Gizi Kementerian Kesehatan RI.
- Malangni, L. P., Sangi, M. S., Paendong, J. J. E., Kimia, J., & A T A K U N C I A B S T R, M. K. (n.d.). Penentuan Kandungan Tanin dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Buah Alpukat (*Persea americana* Mill.). In *JURNAL MIPA UNSRAT ONLINE* (Vol. 1, Issue 1). <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo>
- Maligan, J. M., Pratiwi, D. D., & Widyaningsih, T. D. (2019). Studi Preferensi Konsumen terhadap Nasi Putih dan Nasi Jagung Putih pada Pekerja Wanita di Kantor Pemerintah Kota Malang. *Indonesian Journal of Human Nutrition*, 6(1), 41–52.
- Mardiah, Z., Rakhmi, A. T., Dewi Indrasari, S., Bram, D., Balai, K., Penelitian, B., Padi, T., & Raya, J. (n.d.). *Evaluasi Mutu Beras untuk Menentukan Pola Preferensi Konsumen di Pulau Jawa Grain Quality Evaluation to Determine Consumer Preferences Pattern of Rice in Java Islands*.
- Masniawati, A., Johannes, E., Latunra, A. I., & Paelongan, N. (2013). Karakterisasi Sifat Fisikokimia Beras Merah pada beberapa Sentra Produksi Beras di Sulawesi Selatan. *Jurnal Universitas Hasanuddin*, 2(2), 13–24.

- Mezgebe, A. G., Taylor, J. R. N., & de Kock, H. L. (2020). Influence of waxy (High amylopectin) and high protein digestibility traits in sorghum on injera sourdough-type flatbread sensory characteristics. *Foods*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/foods9121749>
- Mishra, A., Mishra, H. N., & Srinivasa Rao, P. (2012). Preparation of rice analogues using extrusion technology. In *International Journal of Food Science and Technology* (Vol. 47, Issue 9, pp. 1789–1797). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03035.x>
- Mohamed, H. I., Fawzi, E. M., Basit, A., Kaleemullah, K., Lone, R., & Sofy, M. R. (2022). Sorghum: Nutritional Factors, Bioactive Compounds, Pharmaceutical and Application in Food Systems: A Review. *Phyton*, 91(7), 1303–1325. <https://doi.org/10.32604/phyton.2022.020642>
- Mokariya, L. K., & Malam, K. v. (2020, September 1). Sweet Sorghum: A Smart, Multipurpose Crop. *Agriculture and Environment*, 61–68.
- Moraes, É. A., Marineli, R. D. S., Lenquiste, S. A., Steel, C. J., Menezes, C. B. de, Queiroz, V. A. V., & Maróstica Júnior, M. R. (2015). Sorghum flour fractions: Correlations among polysaccharides, phenolic compounds, antioxidant activity and glycemic index. *Food Chemistry*, 180, 116–123. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.023>
- Mukkun, L., Lalel, H. J. D., & Kleden, Y. L. (2021). The physical and chemical characteristics of several accessions of sorghum cultivated on drylands in east Nusa Tenggara, Indonesia. *Biodiversitas*, 22(5), 2520–2531. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220509>
- Murtini, E. S., Radite, A. G., & Sutrisno, A. (2011). KARAKTERISTIK KANDUNGAN KIMIA DAN DAYA CERNA TEMPE SORGUM COKLAT (Sorghum bicolor) [Characteristics of Chemical Content and Digestibility of Brown Sorghum Tempeh].

In Hasil Penelitian *J. Teknol. dan Industri Pangan: Vol. XXII* (Issue 2).

- Murtini, E. S., Subagio, A., Yuwono, S. S., Wardhana, I. S., & Fathoni, S. (2018). Karakterisasi Potensi dan Komponen Pembatas pada Biji Sorghum Lokal Varietas Coklat sebagai Tanaman Pangan (Characterisation of Potential and Limiting Factors of Locally-Grown Brown Sorghum as Staple Food). *Agritech*, 38(1), 112. <https://doi.org/10.22146/agritech.10736>
- Nurhasanah, A., Sulistyosari, N., & dan Abi Prabowo Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, M. (2012). *PENGEMBANGAN MESIN PENYOSOH SORGUM*.
- Nyoni, N., Dube, M., Bhebhe, S., Sibanda, B., Maphosa, M., & Bombom, A. (2020). Understanding biodiversity in sorghums to support the development of high value bio-based products in sub-Saharan Africa. *Journal of Cereals and Oilseeds*, 11(2), 37–43. <https://doi.org/10.5897/jco2020.0217>
- Pahlevi, R. (2021, November 22). *Jumlah Penderita Diabetes Indonesia Terbesar Kelima di Dunia*. <https://Databoks.Katadata.Co.Id/Datapublish/2021/11/22/Jumlah-Penderita-Diabetes-Indonesia-Terbesar-Kelima-Di-Dunia>.
- Palacios, C. E., Nagai, A., Torres, P., Rodrigues, J. A., & Salatino, A. (2021). Contents of tannins of cultivars of sorghum cultivated in Brazil, as determined by four quantification methods. *Food Chemistry*, 337. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127970>
- Pangaribuan, S., Nurhayawati, T., & Suprpto, anjar. (2016). Sifat Fisik dan Mekanik Serta Pengaruh Penyosohan terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Biji Sorghum Varietas KD 4. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*, 81–86.
- Pontieri, P., Troisi, J., Romano, R., Pizzolante, G., Bean, S. R., Tilley, M., Motto, M., Aletta, M., del Giudice, F., Sicardi, M., Alifano, P., & del Giudice, L. (2020). Nutritional composition of a selected white food-grade waxy sorghum variety grown

- in Mediterranean environment. *Australian Journal of Crop Science*, 14(9), 1525–1532. <https://doi.org/10.21475/ajcs.20.14.09.p2783>
- Pramesti, H. A., Siadi, K., & Cahyono, E. (2015). ANALISIS RASIO KADAR AMILOSA/AMILOPEKTIN DALAM AMILUM DARIBEBERAPA JENIS UMBI. *J. Chem. Sci*, 4(1). <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- Pramono, E., Kamal, M., Susilo, F. X., & Timotiwu, P. B. (2018). CONTRIBUTIONS OF SEED PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERS OF VARIOUS SORGHUM GENOTYPES (SORGHUM BICOLOR [L.] MOENCH.) TO DAMAGED SEED INDUCED BY WEEVIL (SITOPHILUS SP.) DURING STORAGE. *JURNAL HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN TROPIKA*, 18(1), 39. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.11839-50>
- Prasad, M. P. R., Rao, B. D., Kalpana, K., Rao, M. V., & Patil, J. V. (2015). Glycaemic index and glycaemic load of sorghum products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(8), 1626–1630. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6861>
- Punia, H., Tokas, J., Malik, A., Satpal, & Sangwan, S. (2021). Characterization of phenolic compounds and antioxidant activity in sorghum [Sorghum bicolor (L.) Moench] grains. *Cereal Research Communications*, 49(3), 343–353. <https://doi.org/10.1007/s42976-020-00118-w>
- Rahman, A., Anugrahwati, D. R., & Zubaidi, A. (2022). Uji Daya Hasil Beberapa Genotip Tanaman Sorgum (Sorghum bicolor: L Moench) Di Lahan Kering Lombok Utara. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 1(2), 164–171. <https://doi.org/10.29303/jima.v1i2.1448>
- Ramatoulaye, F., Mady, C., Fallou, S., Amadou, K., Cyril, D., & Massamba, D. (2016). Production and Use Sorghum: A Literature Review. *J Nutr Health Food Sci*, 4(1), 1–4.
- Rantika, N., & Rusdiana, T. (2018). ARTIKEL TINJAUAN: PENGGUNAAN DAN PENGEMBANGAN DIETARY FIBER. *Farmaka*, 16(2), 152–165.

- Rasyid, M. I., Yuliana, N. D., & Budijanto, S. (2017). Karakteristik Sensori dan Fisiko-Kimia Beras Analog Sorghum dengan Penambahan Rempah Campuran (Sensory and Physicochemical Characteristics of Sorghum Rice Analogue by Mixed Spices Addition). *Agritech*, 36(4), 394. <https://doi.org/10.22146/agritech.16762>
- Reddy, D. K., & Bhotmange, M. G. (2013). Isolation of Starch from Rice (*Oryza Sativa* L.) and its Morphological Study using Scanning Electron Microscopy. In *International Journal of Agriculture and Food Science Technology* (Vol. 4, Issue 9). <http://www.ripublication.com/ijafst.htm>
- Rumler, R., Bender, D., Speranza, S., Frauenlob, J., Gamper, L., Hoek, J., Jäger, H., & Schönlechner, R. (2021). Chemical and physical characterization of sorghum milling fractions and sorghum whole meal flours obtained via stone or roller milling. *Foods*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/foods10040870>
- Sabar, S. S., Swain, S. K., Behera, D., Rayaguru, K., Mohapatra, A. K., & Dash, A. K. (2020). Moisture Dependent Physical and Engineering Properties of Sorghum Grains. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(8), 2365–2375. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.908.271>
- Sadeghi, M., Araghi, H. A., & Hemmat, A. (2010). Physico-mechanical properties of rough rice (*Oryza sativa* L.) grain as affected by variety and moisture content. In *Agric Eng Int: CIGR Journal* (Vol. 12, Issue 3). <http://www.cigrjournal.org>
- Salimi, Y. K., Zakaria, F., Bambang, P. P., & Widowati, S. (2011). PENGARUH PENYOSOHAN SEREALIA SORGUM DAN JEWAWUT TERHADAP KANDUNGAN GIZI, EKSTRAK SERAT B-GLUKAN DAN AKTIVITAS PROLIFERASI SEL LIMFOSIT. *Jurnal Sainstek*, 6(3), 19–30.
- Sarastuti, S., Ahmad, U., & Sutrisno, S. (2018). ANALISIS MUTU BERAS DAN PENERAPAN SISTEM JAMINAN MUTU DALAM KEGIATANPENGEMBANGAN USAHA PANGAN

- MASYARAKAT. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 15(2), 63–72.
- Simonyan, K. J., El-Okene, A. M., & Yiljep, Y. D. (2007). *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal Manuscript FP 07 008* (Issue 1). <https://www.researchgate.net/publication/242180793>
- Sirappa, M. P. (2003). PROSPEK PENGEMBANGAN SORGUM DI INDONESIA SEBAGAI KOMODITAS ALTERNATIF UNTUK PANGAN, PAKAN, DAN INDUSTRI. *JURNAL Litbang Pertanian*, 22(4), 133–140.
- Sitanggang, A. B., Budijanto, S., & Marisa. (2018). Physicochemical characteristics of starch from Indonesian Numbu and Genjah sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Cogent Food and Agriculture*, 4(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2018.1429093>
- Stefoska-Needham, A., Beck, E. J., Johnson, S. K., & Tapsell, L. C. (2015). Sorghum: An Underutilized Cereal Whole Grain with the Potential to Assist in the Prevention of Chronic Disease. *Food Reviews International*, 31(4), 401–437. <https://doi.org/10.1080/87559129.2015.1022832>
- Suarni. (2004). Pemanfaatan Tepung Sorgum untuk Produk Olahan. *Jurnal Litbang Pertanian*, 23(4), 145–151.
- Suarni, S. (2017). Peranan Sifat Fisikokimia Sorgum dalam Diversifikasi Pangan dan Industri serta Prospek Pengembangannya. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 35(3), 99. <https://doi.org/10.21082/jp3.v35n3.2016.p99-110>
- Sukarminah, E. (2015). Karakteristik Biji Sorgum Putih Varietas Lokal Bandung yang Berhubungan dengan Penyosohan. *Indonesian Journal of Applied Sciences*, 5(1), 1–6.
- Sulistyaningrum, A. S., Rahmawati, N., & Aqil, M. (2017). KARAKTERISTIK TEPUNG JEWAWUT (FOXTAIL MILLET) VARIETAS LOKAL MAJENE DENGAN PERLAKUAN PERENDAMAN. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 14(1), 11–21.

- Sullivan, A. C., Pangloli, P., & Dia, V. P. (2018). Impact of ultrasonication on the physicochemical properties of sorghum kafirin and in vitro pepsin-pancreatin digestibility of sorghum gluten-like flour. *Food Chemistry*, *240*, 1121–1130. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.08.046>
- Surpam, T., Pardeshi, I., & Rokade, H. (2019). Engineering properties of sorghum. *International Journal of Chemical Studies*, *7*(5), 108–110.
- Tasie, M. M., & Gebreyes, B. G. (2020). Characterization of Nutritional, Antinutritional, and Mineral Contents of Thirty-Five Sorghum Varieties Grown in Ethiopia. *International Journal of Food Science*, *2020*. <https://doi.org/10.1155/2020/8243617>
- Teferra, T. F., & Awika, J. M. (2019). Sorghum as a Healthy Global Food Security Crop: Opportunities and Challenges. *Cereals & Grains*, *64*(5).
- Trubus. (2020, October 18). Sorgum Panen Ganda, Biji dan Gula-Trubus. *Trubus.Id*, 1–5. <https://trubus.id/sorgum-panen-ganda-biji-dan-gula/>
- Widowati, S., Nurjanah, R., & Amrinola, W. (2010). Proses Pembuatan dan Karakterisasi Nasi Sorgum Instan. In Kementerian Pertanian (Ed.), *Prosiding Pekan Serealia Nasionao* (pp. 35–48). Kementerian pertanian.
- Widowati, S., Santosa, B. A. S., Astawan, M., & Akhyar, A. (2009). Penurunan indeks glikemik berbagai varietas beras melalui proses pratanak. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, *6*(1), 1–9.
- Wulandari, E., Muthia, H., Lembong, E., & Filianty, F. (2018). KADAR PROTEIN DAN TANIN NASI SORGUM (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) DENGAN PENAMBAHAN KACANG TUNGGAK (*Vigna unguiculata*) [PROTEIN AND TANNIN CONTENTS OF SORGHUM (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) RICE WITH ADDITION OF COWPEA (*Vigna unguiculata*)] (Vol. 2, Issue 2).

-
- Xiong, Y., Zhang, P., Warner, R. D., & Fang, Z. (2019). Sorghum Grain: From Genotype, Nutrition, and Phenolic Profile to Its Health Benefits and Food Applications. In *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* (Vol. 18, Issue 6, pp. 2025–2046). Blackwell Publishing Inc. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12506>
- Xu, J., Wang, W., & Zhao, Y. (2021). Phenolic compounds in whole grain sorghum and their health benefits. In *Foods* (Vol. 10, Issue 8). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/foods10081921>
- Yan, S., Wu, X., Bean, S. R., Pedersen, J. F., Tesso, T., Chen, Y. R., & Wang, D. (2011). Evaluation of waxy grain sorghum for ethanol production. *Cereal Chemistry*, *88*(6), 589–595. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-04-11-0056>

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi atas kontrak Pelaksanaan Program Penelitian Tahun Anggaran 2022 Tahap Kedua antara Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah III dengan Universitas Sahid dengan No. Kontrak 696/LL3/AK.04/2022 yang telah memberikan anggaran dana penelitian sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada saudara Fanny Ayu Fadhillah, S.T.P. yang telah membantu kegiatan penelitian ini.

PROFIL PENULIS

Rahmawati



Rahmawati menempuh pendidikan Diploma 3 Gizi di Akademi Gizi Jakarta, melanjutkan jenjang S-1 di Jurusan Teknologi Pangan Universitas Sahid. Pendidikan S-2 dan S-3 ditempuh penulis di Program Studi Ilmu Pangan IPB University. Rahmawati saat ini aktif mengajar di Universitas Sahid. Beliau menempuh pendidikan Diploma 3 Gizi di Akademi Gizi Jakarta, melanjutkan jenjang S1 di jurusan Teknologi Pangan Universitas Sahid. Pendidikan S2 dan S3 ditempuh penulis di Program Studi Ilmu Pangan IPB University. Selain mengajar beliau juga aktif melakukan penelitian di bidang pangan. Penelitian terakhir jagung putih lokal asal Maros dan sorgum ketan coklat tua dan muda lokal asal Lamongan.

Julfi Restu Amelia



Julfi Restu Amelia saat ini aktif mengajar di Universitas Sahid. Beliau menempuh pendidikan jenjang sarjana di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Universitas Lampung. Kemudian pendidikan S-2 di Program Studi Teknologi Industri Pertanian Universitas Lampung. Pendidikan doktoralnya di Program Studi Industri Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Shanti Pujilestari



Shanti Pujilestari saat ini aktif mengajar di Universitas Sahid. Beliau menempuh pendidikan Diploma 3 di Akademi Gizi Depkes Jakarta (1995). Jenjang sarjana di Teknologi Pangan Universitas Sahid (2001). Kemudian pendidikan S-2 di Program Studi Manajemen, Universitas Sahid (2008) dan Hospitality Management, University Utara Malaysia (2008).

Di Indonesia, sorgum ditemui di berbagai daerah, seperti Jawa Tengah (Purwodadi, Pati, Demak, Wonogiri), Daerah Istimewa Yogyakarta (Gunung Kidul, Kulon Progo), Jawa Timur (Lamongan, Bojonegoro, Tuban, Probolinggo), dan sebagian Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur. Saat ini daerah yang banyak ditumbuhi sorgum dan mulai dikomersialkan baik sebagai pangan maupun pakan adalah Lamongan. Di Lamongan tumbuh sorgum lokal cokelat tua yang belum banyak dikembangkan pemanfaatannya.

Saat ini pemanfaatan sorgum biasa sebagai bahan baku nasi telah dilakukan, namun terdapat beberapa kendala dalam pengolahannya, salah satunya adalah bijinya yang keras. Dalam proses menyosoh, endosperma yang diperoleh sudah tidak memiliki *pericarp* dan atau lembaga. Kekerasan endosperma sorgum diukur sebagai persentase endosperma *corneous/vitreous* terhadap keseluruhan endosperma. Kekerasan endosperma memengaruhi rendemen beras sorgum. Rendemen yang rendah dihasilkan karena biji sorgum disosoh sebanyak dua kali sebelum diolah. Penyosohan bertujuan menghilangkan *pericarp* dan lembaga. *Pericarp* merupakan lapisan terluar biji sorgum yang terikat kuat pada endosperma dan bersifat sulit dicerna, di mana lembaga mengandung lemak tinggi sehingga mudah teroksidasi dan menyebabkan ketengikan. Demikian selanjutnya, seluruh proses pengolahan sorgum yang tepat dapat Anda temukan dalam buku ini.



Rahmawati saat ini aktif mengajar di Universitas Sahid. Beliau menempuh pendidikan Diploma 3 Gizi di Akademi Gizi Jakarta, melanjutkan jenjang S-1 di Jurusan Teknologi Pangan Universitas Sahid. Pendidikan S-2 dan S-3 ditempuh penulis di Program Studi Ilmu Pangan IPB University. Selain mengajar beliau juga aktif melakukan penelitian di bidang pangan. Penelitian terakhir jagung putih lokal asal Maros dan sorgum ketan cokelat tua dan muda lokal asal Lamongan.



Julfi Restu Amelia saat ini aktif mengajar di Universitas Sahid. Beliau menempuh pendidikan jenjang sarjana di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Universitas Lampung. Kemudian pendidikan S-2 di Program Studi Teknologi Industri Pertanian Universitas Lampung. Pendidikan doktoralnya di Program Studi Industri Pertanian Institut Pertanian Bogor.



Shanti Pujilestari saat ini aktif mengajar di Universitas Sahid. Beliau menempuh pendidikan Diploma-3 di Akademi Gizi Depkes Jakarta (1995). Jenjang sarjana di Teknologi Pangan Universitas Sahid (2001). Kemudian pendidikan S-2 di Program Studi Manajemen, Universitas Sahid (2008) dan Hospitality Management, University Utara Malaysia (2008).

Penerbit Deepublish (CV BUDI UTAMA)

Jl. Kaliurang Km 9,3 Yogyakarta 55581

Telp/Fax : (0274) 4533427

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

✉ cs@deepublish.co.id

📘 Penerbit Deepublish

📱 @penerbitbuku_deepublish

🌐 www.penerbitdeepublish.com



Kategori : Pertanian dan Teknologi

ISBN 978-623-02-6338-5



9 786230 263385