

Karakterisasi Potensi dan Komponen Pembatas pada Biji Sorghum Lokal Varietas Coklat sebagai Tanaman Pangan

Characterisation of Potency and Limiting Factors of Locally-Grown Brown Sorghum as Staple Food

Erni Sofia Murtini*, Ahmad Subagio, Sudarminto Setyo Yuwono, Irawan Setya Wardhana, Sulthon Fathoni

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

*E-mail: erni.murtini@ub.ac.id

Tanggal submisi: 29 April 2016; Tanggal penerimaan: 13 Februari 2018

ABSTRAK

Sorghum coklat merupakan biji-bijian yang potensial dikembangkan menjadi tanaman pangan di Indonesia. Kelebihan tanaman ini adalah kemudahannya untuk dibudidayakan dan produktivitas yang tinggi. Namun keterbatasan informasi tentang potensinya, membuat biji sorghum kurang diperhatikan. Tujuan Penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi dasar tentang potensi dan pembatas biji sorghum lokal varietas coklat sebagai tanaman pangan. Penelitian dilakukan dengan menganalisa biji sorghum yang telah disosoh dengan penyosoh beras 4 kali. Hasil penelitian menunjukkan biji sorghum lokal varietas coklat yang didapatkan dari Grati Pasuruan ini cukup berpotensi sebagai tanaman pangan. Biji sosoh mempunyai kadar pati $79,40 \pm 4,63\%$ dan protein yang tinggi yaitu $10,62 \pm 0,01\%$, selain itu rendemen sosoh juga tinggi mencapai $77,99 \pm 1,39\%$. Namun demikian, sorghum mengandung senyawa antigizi seperti tanin yang mencapai $8,83 \pm 0,05$ mg/g, senyawa fitat $1,80 \pm 0,47$ mg/g dan antitripsin $17,18 \pm 2,38$ unit/g. Protein sorghum didominasi ($71,40 \pm 1,29\%$) oleh kafirin yang memiliki ikatan disulfid tinggi ($550,43 \pm 4,92$ $\mu\text{mol/g}$). Daya cerna protein sorghum tergolong rendah terlihat dari uji secara in vivo 0,51 atau 51% dan in vitro dengan enzim tripsin sebesar 48,45%. Dimensi biji sorghum dengan rata-rata $3,9 \pm 0,7$ mm panjang, $3,2 \pm 0,2$ mm lebar dan $1,8 \pm 0,01$ mm tebal berbeda dengan biji beras sehingga kurang cocok bila dilakukan penyosohan dengan penyosoh beras. Kandungan senyawa antigizi yang cukup tinggi dan keberadaan ikatan disulfid yang cukup besar serta ditunjang oleh daya cerna protein yang rendah, menunjukkan biji sorghum perlu penanganan lanjutan misalnya dengan proses fermentasi untuk meningkatkan potensinya sebagai bahan pangan.

Kata kunci: Sorghum coklat; potensi; faktor pembatas

ABSTRACT

Brown sorghum is one of cereals with high prospective to be developed as a new source of staple food in Indonesia because it is easily cultivated and has high productivity. However, this grain has been overlooked because of limited available information of its potential used. Aims of this research are to evaluate the sorghum grain to comprehensibly obtain the basic information of its potential and limited factors as staple food. Research results that locally grown brown sorghum grain obtained from Grati, Pasuruan had a high milling yield ($77.99 \pm 1.39\%$). The polished grain was composed by $79.40 \pm 4.63\%$ starch and $10.62 \pm 0.01\%$ protein. It indicated that this sorghum grain was highly prospective to be developed as a staple food. However, the grain also had some restrictive factors such as tannin (8.83 ± 0.05 mg/g), phytic acid (1.80 ± 0.47 mg/g) and anti-trypsin (17.18 ± 2.38 unit/g). The main fraction of protein sorghum grain was Kafirin where this fraction contains a high disulphide bond (550.43 ± 4.92 $\mu\text{mol/g}$). Bioavailability of protein sorghum evaluated by in vivo and in vitro methods were 51% and 48.45%, respectively. These values could be considered as low digestibility. The sorghum grain had dimension of 3.9 ± 0.7 mm length, 3.2 ± 0.2 mm width and 1.8 ± 0.01 mm thick. Polishing of sorghum grain using rice polished machine could not effectively removed the testa layer due to different dimension of both sorghum and rice grain. This result suggests that appropriate assembly of equipment to effectively polish sorghum grain is needed. Presence of the anti-nutritional compounds and the low digestibility of protein sorghum prove that the brown sorghum grains require further processing technology such as fermentation to be more suitable as a staple food.

Keywords: brown sorghum; potential and limiting factors

PENDAHULUAN

Sorghum merupakan sereal bahan pangan penting di Afrika, Asia dan negara-negara berlahan kering di seluruh dunia. Sebagai bahan pangan dunia, sorghum berada pada urutan ke-5 setelah gandum, padi, jagung dan barley. Keunggulan dari tanaman ini adalah mudah dibudidayakan, kemampuan adaptasi agroekologi yang luas, tahan kekeringan, produktivitas yang tinggi (sorghum varietas hibrida bisa mencapai 12 ton/ ha) dan tahan terhadap serangan hama (FAO, 1999). Data dari FAOSTAT (2017) menunjukkan bahwa rata-rata produktivitas sorghum dunia tahun 2014 adalah 29109 hg/ha atau 3,2 ton/ha dengan total produksi di dunia mencapai 72 juta ton. Keunggulan tersebut menjadikan sorghum sebagai tanaman yang perlu dipertimbangkan sebagai salah satu sumber pangan di Indonesia untuk mengurangi dominasi beras sebagai makanan pokok.

Sorghum lokal varietas coklat adalah salah satu jenis sorghum yang banyak tumbuh di Indonesia, namun sangat terbatas penggunaannya sebagai sumber pangan. Pemanfaatan sorghum coklat hanya sebagai pelengkap makanan jajanan tradisional Indonesia, atau substitusi sebagian produk berbasis terigu, seperti yang dilakukan oleh Mudjisihono dkk (1988) mencampurkan tepung sorghum dalam pembuatan biskuit. Keterbatasan ini disebabkan karena selain belum diketahuinya pemanfaatan sebagai tanaman pangan, belum jelasnya teknologi penepungan sebagai bahan dasar industri pangan, juga karena sorghum coklat memiliki biji yang rapuh dan mudah diserang serangga selama penyimpanan selain kendala utama seperti rendahnya daya cerna, terutama proteinnya.

Ditinjau dari komposisi kimia penyusun biji sorghum, sebenarnya komponen sorghum tidak kalah dengan sereal lain. Jumlah protein sorghum secara umum cukup tinggi mencapai 12%, bahkan ini lebih tinggi dari beras (7,32%) (Amagliani, dkk., 2017) dan jagung (8,2-8,9%) (Odjo, dkk., 2018). Namun pembatas penggunaan sorghum sebagai bahan pangan adalah rendahnya nilai cerna protein sorghum (Duodu, 2003). MacLean dkk (1983) dalam Hamaker dkk (1986) melaporkan bahwa daya cerna *gruel* dari sorghum free tannin setara dengan 46%, sementara daya cerna produk serupa dari beras, jagung dan gandum adalah berturut-turut 66%, 73%, dan 81%.

Rendahnya nilai cerna ini disebabkan oleh beberapa hal, salah satunya adalah keberadaan senyawa fenolik, terutama tanin. Jumlah tanin dalam sorghum high tanin, seperti varietas coklat, sebesar (2-4%) (Butler dkk. 1984 dalam Duodu, 2003). Dikatakan bahwa, tanin mampu mengikat dan mengendapkan protein sejumlah 12 kali dari beratnya. Selain tanin, Choi dkk. (2003) menyatakan bahwa rendahnya nilai cerna protein sorghum juga

disebabkan oleh resistensi kafirin untuk dicerna, dan ini ada hubungannya dengan komposisi dan struktur protein body dimana protein tersebut berada. Yang lebih unik lagi adalah, seperti dilaporkan oleh Choi dkk. (2003) bahwa daya cerna protein pada tepung sorghum yang telah dimasak lebih rendah dari tepung yang tidak dimasak.

Karakterisasi biji sorghum mungkin telah banyak dilakukan, namun varietas sorghum beragam dan karakter dari sorghum lokal varietas coklat terutama yang ditanam di Grati Pasuruan Jawa Timur belum dilaporkan. Tujuan penelitian ini secara umum adalah untuk mendapatkan informasi dasar yang komprehensif tentang potensi dan pembatas biji sorghum lokal varietas coklat sebagai tanaman pangan. Istilah pembatas dalam artikel ini diartikan sebagai keberadaan senyawa-senyawa antigizi dan komposisi protein yang keduanya dapat menurunkan daya cerna protein dan berakibat pada terbatasnya penggunaan biji sorghum sebagai bahan pangan. Informasi ini akan mendasari pengembangan teknologi lebih lanjut guna memperluas kegunaan sorghum selain sebagai tanaman pangan juga sebagai bahan dasar industri pangan yang tersedia dan tidak impor.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sorghum lokal varietas coklat yang didapatkan dari Grati Kabupaten Pasuruan Jawa Timur. Biji sorghum selanjutnya disosoh 4 kali menggunakan penyosoh beras.

Metode

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif, dirancang untuk identifikasi potensi dan pembatas biji sorghum lokal varietas coklat. Sebagai tahap persiapan biji sorghum disosoh menggunakan penyosoh beras.

Analisa

Analisa yang dilakukan meliputi uji proksimat (AOAC, 1990), fisik (rendemen, warna, dimensi biji, densitas kamba) (Vegrain, 2001), uji anti nutrisi; tanin (Awika and Rooney, 2003), Fitat dan antitripsin (AOAC, 1990). Daya cerna in vitro dilakukan mengikuti metode Elkin dkk, (1996). Analisis juga dilakukan terhadap protein meliputi fraksinasi Osborne, BM fraksi kafirin dan ikatan disulfid yang ada pada protein kafirin.

Daya cerna in vivo dianalisa menggunakan metode modifikasi Gilani and Sepher (2003). Delapan tikus muda (usia 5 minggu) diberi pakan dan air selama 10 hari termasuk masa keseimbangan 4 hari. Total kotoran dikumpulkan setiap hari dan disimpan pada suhu -5 °C, dan catatan konsumsi makanan sehari-hari disimpan.

Pada akhir periode pengumpulan, sampel total kotoran dari masing-masing tikus diliofilisasi, ditimbang dan ditumbuk dan dianalisis total nitrogen. Nilai pencernaan protein individu per diet kemudian dihitung dengan menggunakan data protein *intake* dan *fecal output* untuk setiap tikus. Nilai pencernaan protein (*corrected for metabolic fecal protein loss*) dihitung dengan menggunakan persamaan 1:

$$\frac{PI-(FP-MFP)}{PI} \times 100 \quad (1)$$

PI= asupan protein

FP= protein feses

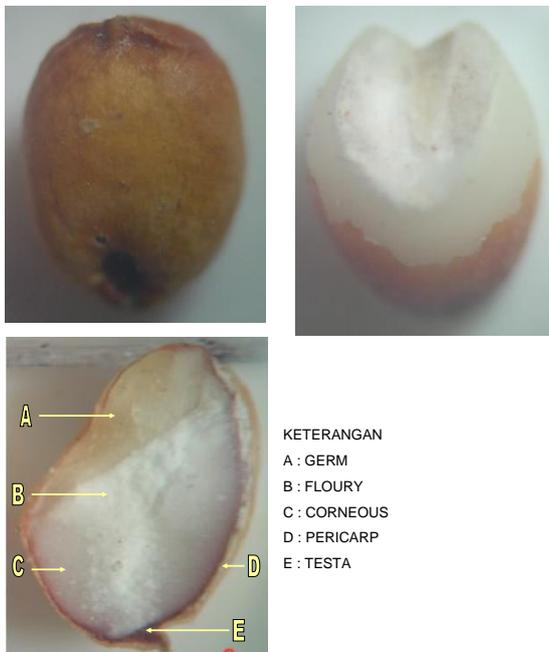
MFP= protein feses metabolik.

Jumlah protein dalam kotoran tikus yang diberi diet bebas protein digunakan sebagai perkiraan MFP. Protein Efficiency Ratio (PER) diukur dengan membagi peningkatan berat badan tikus dengan berat konsumsi protein dalam 10 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persiapan Bahan

Sorghum lokal varietas coklat didapatkan dari daerah Grati Pasuruan dalam kondisi masih bersekam, selanjutnya dilakukan penyosohan 4 kali menggunakan penyosoh beras. Dimensi biji sorghum berbeda dengan biji padi sehingga walaupun belum seluruh lapisan testa bisa dihilangkan, ini adalah penyosohan maksimal yang bisa dilakukan, karena jika dilanjutkan biji sorghum menjadi remuk, selain alat penyosoh yang sudah panas.



Gambar 1. Biji sorghum sebelum dan setelah sosoh 4x, dan bagian biji sorghum

Biji sorghum disosoh menggunakan penyosoh beras. Penggunaan penyosoh beras dilakukan karena penyosoh beraslah yang diaplikasikan oleh masyarakat sekitar untuk

mempersiapkan biji sorghum sebelum dapat ditanak. Penyosohan secara manual/tradisional seperti ditumbuk bersifat tidak efisien karena selain biji ini berukuran kecil, sorghum memiliki kulit yang berlapis, kulit bagian terluar licin dan kuat, sedangkan lapisan testa menempel erat pada endosperm biji (Gambar 1). Penyosohan menggunakan penyosoh beras menyebabkan bagian germ terkelupas dan terikut dalam dedak, sedangkan lapisan testa pada sorghum hanya terkelupas bagian pangkal dan tersisa hampir 1/2-nya di biji sosoh sementara menurut Waniska (2005) lapisan testa tebal pada bagian dekat *crown area* dan tipis saat mendekati lembaga/germ. Kondisi inilah yang menyebabkan kandungan tanin pada biji sorghum sosoh pada penelitian ini masih cukup tinggi 8,83 mg/g. Beta dkk. (2000) menyatakan penggilingan sorghum bertanin merupakan tantangan, karena selama proses tersebut, tanin yang ada harus dapat dihilangkan sebanyak mungkin.

Analisis Proksimat

Analisis proksimat dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia dasar biji sorghum baik yang masih utuh dan yang telah disosoh kulitnya. Hasil analisis proksimat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil rata-rata analisis proksimat biji sorghum lokal varietas coklat

| Parameter | Jumlah (% berat basah)* | |
|--------------------|-------------------------|----------------------|
| | Biji belum disosoh | Biji setelah disosoh |
| Kadar air | 10,39±0,96 | - |
| Kadar abu | 0,43±0,15 | - |
| Kadar serat | 4,12±0,17 | - |
| Kadar lemak | 0,74±0,16 | - |
| Kadar pati | 70,75±1,17 | 79,40±4,63 |
| Kadar gula reduksi | 0,05±0,02 | - |
| Kadar protein | 11,78±0,82 | 10,62±0,01 |

Keterangan: *Angka adalah rata-rata dari 3 ulangan
- tidak dilakukan analisa

Pati merupakan kandungan utama (menyusun lebih dari 70%) pada biji sorghum, Kandungan pati tersebut sebanding dengan kadar pati beras pecah kulit (*medium size*) yang menurut *database* USDA (2016) sebesar 76,17% juga sebanding dengan biji jagung (*yellow grain*) dengan porsi sebesar 74,26%. Kandungan pati yang tinggi menunjukkan biji ini berpotensi dikembangkan sebagai tanaman pangan. Urutan kedua komponen terbanyak dalam biji sorghum coklat adalah protein (10,62% dan 11,78% untuk biji sosoh dan utuh). Kadar protein ini lebih besar dibanding kadar protein tepung beras yang menurut Amagliani dkk (2017) sebesar 7,32 %. Kandungan pati yang meningkat dan kandungan protein yang menurun setelah sorghum disosoh adalah normal akibat dari hilangnya unsur kulit dan lembaga dalam proses penyosohan. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Espinosa-Ramírez dkk (2017).

Analisis Fisik

Dimensi biji sorghum utuh yang meliputi panjang 3,81 mm, lebar 2,77 mm dan tebal 2,13 mm menunjukkan ukuran biji ini relatif kecil. Ukuran ini nampak berbeda dengan dimensi beras, bahkan beras yang bertipe pendek seperti beras *short pearl* mempunyai panjang 5,3 mm dan lebar 3,0 mm atau beras panjang IR 64 yang menurut Deepa dkk. (2007) mempunyai panjang 6,93 mm dan lebar 2,13 mm. Oleh karena itu, untuk bisa menyosoh sorghum lebih sempurna masih diperlukan rancangan mesin penyosoh yang khusus dan sesuai dengan dimensi biji sorghum. Densitas biji sorghum 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.

Tabel 2. Hasil rata-rata analisis fisik biji sorghum lokal varietas coklat

| Uji | Satuan | Hasil |
|--------------------------------|--------|---------------------------|
| Dimensi biji | | |
| - panjang | mm | 3,9±0,7 |
| - lebar | mm | 3,2±0,2 |
| - tebal | mm | 1,8±0,01 |
| Densitas kamba | | |
| - biji sebelum sosoh | g/mL | 0,709±0,01 |
| - biji setelah disosoh | g/mL | 0,866±0,02 |
| Berat 1000 biji | | |
| - sebelum sosoh | g | 20,1±1,1 |
| - Sesudah sosoh | g | 15,7±0,9 |
| Hasil 4 kali penyosohan | | |
| - dedak | % | 22,01±2,10 |
| - endosperm | % | 77,99±1,39 |
| Analisis warna tepung | | |
| - dari biji sebelum sosoh | | L 57,66, a 13,24, b 18,06 |
| - dari biji yang sudah disosoh | | L 63,16, a 13,04, b 16,5 |

Keterangan: *Angka adalah rata-rata dari 3 ulangan

Berat dari 1000 biji sorghum sebelum sosoh adalah 20,1 g (Tabel 2). Angka ini menunjukkan biji sorghum varietas coklat tergolong ringan. Hal ini mungkin karena kurang/tidak adanya perawatan yang baik selama penanaman. Sorghum jenis ini umumnya ditanam pada musim kering saat tanaman lain tidak bisa ditumbuhkan dengan baik. Perawatan dan irigasi yang lebih baik, menurut Wu dkk. (2017) dapat meningkatkan berat biji. Namun demikian, berat biji sorghum lokal varietas coklat ini hampir sama dengan berat sorghum varietas merah dari Mexico yaitu 2,26 g/100 biji, tetapi lebih rendah dari biji sorghum varietas kuning dari Cameroon (5,24 g/100 biji) dan sorghum putih dari Nigeria (3,22 g/100 biji) (Holmes dkk., 2017). Hal ini menunjukkan bahwa berat biji sorghum juga ditentukan varietas.

Penyosohan 4× terhadap biji sorghum yang dilakukan menggunakan penyosoh beras menghasilkan dedak rata-rata 22,01%. Jumlah dedak ini sebenarnya terlalu tinggi, karena Awika dkk. (2003) melaporkan bahwa hasil dedak dari proses penyosohan sorghum berkisar antara 12–15%. Ini dikarenakan jenis penyosoh yang digunakan berbeda. Namun demikian, hasil endosperm 77,99% dapat dikatakan cukup besar, ini menunjukkan bahwa biji

sorghum ini berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan pangan.

Warna tepung dari biji sorghum tanpa disosoh lebih gelap dari warna tepung dari biji sorghum yang telah disosoh. Hal ini disebabkan karena warna coklat/gelap yang didominasi oleh komponen fenolik banyak dijumpai di bagian kulit dan testa, dan saat penyosohan semua kulit dan sebagian testa terpisahkan dari endosperm biji. Warna tepung penting untuk menentukan karakter warna produk yang dihasilkan. Contohnya, seperti dilaporkan oleh Espinosa dan Serna (2016) yang mengekstrak kafirin dari tepung sorghum berbagai warna, menunjukkan bahwa pigmen warna yang didominasi oleh komponen fenolik akan tetap terbawa pada ekstrak kafirin yang dihasilkan.

Analisis Senyawa Anti Gizi

Kandungan fenolik, fitat dan antitripsin dapat berperan sebagai antigizi pembatas penggunaan biji sorghum sebagai bahan pangan pokok untuk manusia karena komponen tersebut meskipun memiliki aktivitas antioksidan, namun dapat menyebabkan rendahnya daya cerna protein. Tabel 3 menyajikan kandungan total fenolik, fitat dan antitripsin biji sorghum yang telah disosoh.

Tabel 3. Hasil analisis senyawa antigizi biji sorghum sosoh

| Uji | Satuan | Hasil |
|---------------|--------|------------|
| Total fenolik | mg/g | 11,40±0,19 |
| - non tanin | mg/g | 2,57±0,13 |
| - tanin | mg/g | 8,83±0,05 |
| Fitat | mg/g | 1,80±0,47 |
| Antitripsin | unit/g | 17,19±2,38 |

Keterangan: *Angka adalah rata-rata dari 3 ulangan

Total fenolik biji sorghum coklat sosoh masih cukup tinggi 11,40 mg/g. Kandungan fenolik tersebut didominasi oleh senyawa tanin sebesar 8,83 mg/g atau 0,883%. Tanin dapat membentuk kompleks terlarut dan tidak terlarut dengan protein dan ini berpengaruh terhadap rendahnya daya cerna protein. Menurut Duodu dkk. (2002) pada kondisi yang optimal, tanin sorghum dapat mengikat dan mengendapkan protein, 12 kali dari beratnya. Dengan demikian, jumlah tanin sorghum coklat sebesar 0,883% akan dapat mengikat sebesar 10,596% protein, sementara sorghum yang diteliti ini memiliki protein sebesar 10,62% sehingga hampir semua protein kemungkinan diikat oleh tanin.

Keberadaan fitat pada biji sorghum coklat sebesar 1,80 mg/g atau 0,18%, angka ini cukup rendah. Menurut Duodu dkk. (2002) jumlah fitat yang telah dilaporkan terdapat pada sorghum berkisar antara 0,27 hingga 1%. Molekul fitat mengikat 6 grup fosfat dan memiliki muatan yang tinggi, sehingga merupakan *chelator* yang membentuk kompleks tidak terlarut bersama dengan kation mineral dan protein. Hal ini menyebabkan penurunan ketersediaan mineral dan pencernaan protein.

Kandungan antitripsin pada sorghum coklat cukup rendah yaitu 17,19 unit/g, ini bila dibandingkan antitripsin pada biji kacang hijau (*Vigna radiata*) yang diteliti oleh Klomkloao dkk (2011) sebesar 822,63 U/g. Antitripsin bukan suatu masalah penggunaan sorghum sebagai bahan pangan.

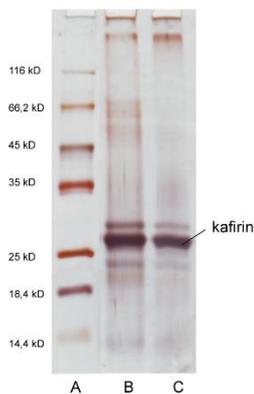
Analisis Kafirin

Kebudayaan protein pada biji sorghum cukup besar berkisar antara 10–11% (Tabel 1). Protein tersebut terbagi menjadi fraksi-fraksi yang dibedakan berdasarkan kelarutannya. Hasil fraksinasi protein sorghum dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil rata-rata fraksinasi protein (%) sorghum coklat

| Fraksi | Nilai (%) |
|------------------------------|------------|
| Albumin | 11,45±0,15 |
| Globulin | 1,47±0,01 |
| Kafirin | 71,40±1,29 |
| Acetic acid-soluble proteins | 2,57±0,52 |
| NaOH-soluble proteins | 13,11±0,94 |

Kafirin merupakan fraksi protein sorghum yang larut dalam alkohol (prolamin). Tabel 7 menunjukkan bahwa dari seluruh fraksi, kafirin merupakan fraksi terbanyak penyusun protein sorghum dengan jumlah mencapai 71,40%. Lending dkk. (1988) dalam Duodu dkk. (2003) juga menyatakan bahwa kafirin yang berada di bagian *starchy* endosperm biji sorghum menyusun sekitar 70% dari total protein sorghum. Untuk menentukan berat molekul kafirin, dilakukan uji elektroforesis, dengan hasil seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil elektroforegram kafirin

Gambar 3 menunjukkan bahwa terdapat 3 band yang terlihat pada elektroforegram kafirin sorghum coklat, dari perhitungan didapatkan berat molekul (BM) band-band tersebut adalah 21,96, 26,56, dan 29,21 kda. Menurut Shull dkk. (1991) kafirin dapat diklasifikasikan menjadi α -kafirin dengan BM 24000 dan 26000 da, β -kafirin dengan BM 20000, 18000, dan 16000 serta γ -kafirin dengan BM 28000. Dengan demikian band yang ditunjukkan pada Gambar 3 masing-masing adalah β -kafirin, α -kafirin dan γ -kafirin, dan terlihat bahwa band yang menunjukkan α -kafirin paling tebal. Hal ini berarti kafirin sorghum coklat

pada penelitian ini didominasi oleh α -kafirin. Hal yang sama dilaporkan oleh Espinosa-Ramírez dkk. (2017) yang mendapatkan bahwa α -kafirin mendominasi (57,1%) protein tepung sorghum disusul dengan β -kafirin (14,8%). Struktur kafirin memiliki hidrofobisitas tinggi, sehingga susah dicerna oleh protease, namun begitu α -kafirin lebih mudah dicerna (Duodu dkk., 2003) daripada kafirin yang memiliki BM \geq 35 kda (Espinosa-Ramírez dkk., 2017).

Analisis Ikatan Disulfida Kafirin

Kecernaan protein salah satu ditentukan oleh ikatan yang dimilikinya. Salah satu ikatan kovalen yang ada di protein sorghum adalah ikatan disulfida, yang jumlahnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisis gugus sulfidril dan disulfida pada kafirin

| Komponen ikatan | Jumlah | Satuan |
|-----------------|-------------|-------------------|
| Free SH | 19,29±1,29 | |
| Total SH | 569,72±6,62 | |
| S-S | 550,43±4,92 | $\mu\text{mol/g}$ |

Ikatan disulfida pada kafirin sorghum cukup besar mencapai 550,43 $\mu\text{mol/g}$, sehingga protein sorghum sulit tercerna. Menurut Sullivan, Pangloli and Dia (2018) kafirin adalah protein yang sarat dengan ikatan sistein-sistein disulfida. Menurut Duodu dkk. (2003) pembentukan ikatan kovalen pada protein terutama melalui ikatan disulfida merupakan faktor terpenting yang berpengaruh pada penurunan daya cerna protein sorghum yang dimasak. Menurut Resurreccion dkk. (1993) dalam Duodu (2003) yang melakukan penelitian protein beras yang berdaya cerna rendah, ternyata fraksi polipeptida dominannya mengandung sejumlah besar asam amino yang mengandung unsur sulfur dalam jumlah besar.

Analisa Bioavailabilitas

Bioavailabilitas protein sorghum dapat dianalisa salah satunya menggunakan angka PER. Perhitungan angka PER protein sorghum dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. hasil uji bioavailabilitas protein biji sorghum lokal varietas coklat secara in vivo dan in vitro

| Parameter | Nilai |
|--|--------|
| Rata-rata berat awal tikus (g) | 198,27 |
| Rata-rata berat akhir tikus (g) | 208,13 |
| Rata-rata peningkatan/penurunan berat badan setelah 10 hari(g) | 9,87 |
| Berat rata-rata makanan yang dikonsumsi selama 10 hari (g) | 189,27 |
| Berat rata-rata konsumsi protein selama 10 hari (g) | 18,927 |
| Protein <i>efficiency ratio</i> (PER) | 0,51 |
| Daya cerna in vitro menggunakan enzim tripsin (%) | 48,45 |

Rasio efisiensi pencernaan protein biji sorghum oleh tikus relatif rendah yakni 0,51 atau 51%, sedangkan daya cerna secara in vitro sebesar 48,45%. Nilai cerna

protein sorghum yang mengandung tanin varitas Sudan sebelum dimasak menurut Awadelkareem dkk. (2009) adalah sebesar 49,25 %. Bila dibandingkan dengan beras atau jagung, nilai cerna biji sorghum masih jauh lebih rendah. Menurut Maclean dkk. (1983) dalam Hamaker dkk. (1986) daya cerna *gruel* sorghum free tanin sebesar 46%, sedangkan daya cerna produk serupa dari bahan beras, jagung dan gandum adalah 66%, 73%, dan 81% berturut-turut.

Secara teori daya cerna protein sorghum dapat ditingkatkan dengan berbagai teknologi pengolahan seperti proses fermentasi biji sorghum tradisional metode terendam (ampok) dan metode substrat padat (tempe) (Murtini dkk., 2011). Penelitian terbaru dengan teknik ultrasonifikasi (Sullivan dkk., 2018) dan ekstraksi kafirin secara basah (Espinosa-Ramírez dkk., 2017) juga dapat meningkatkan daya cerna protein sorghum.

KESIMPULAN

Biji sorghum lokal varietas coklat yang didapatkan dari Grati pasuruan ini cukup berpotensi sebagai tanaman pangan karena setelah disosoh mengandung pati (79,40%) dan protein (10,62%) cukup tinggi. Namun, keberadaan senyawa antigizi seperti tanin (8,83 mg/g), fitat (1,80 mg/g) dan antitripsin (17,18 unit/g), serta konformasi protein yang didominasi (71,40%) kafirin yang memiliki ikatan disulfida tinggi (550,43 μ mol/g) mengakibatkan rendahnya daya cerna protein in vivo (51%) dan in vitro (48,45%). Kondisi tersebut memerlukan penanganan lanjutan untuk dapat menurunkan antigizi dan meningkatkan daya cerna protein yang secara teori dapat dilakukan misalnya dengan proses fermentasi agar biji sorghum lokal varietas coklat ini lebih berpotensi sebagai bahan pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amagliani, L., O'Regan, J., Kelly, A., L., & O'Mahony, J., A. (2017) Composition and protein profile analysis of rice protein ingredients. *Journal of Food Composition and Analysis*. 59, 18-26. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.12.026>
- Awadelkareem, A., M., Muralikrishna, G., El Tinay, A., H., & Mustafa, A., I. (2009) Characterization of tannin and study of in vitro protein digestibility and mineral profile of Sudanese and Indian Sorghum Cultivars. *Pakistan Journal of Nutrition* 8 (4): 469-476. DOI: 10.3923/pjn.2009.469.476
- Awika, J. M., Rooney, L. W., & Wu, X. (2003). Screening method to measure antioxidant of sorghum (*Sorghum bicolor*) and sorghum products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 6657–6662. Doi: 10.1021/jf034790i.
- Beta, T., Rooney, L. W., & Taylor, J. R. N. (2000). Effect of chemical conditioning on the milling high-tannin sorghum. *Journal of Science and Food Agriculture*, 80, 2216–2222. Doi: 10.1002/1097-0010(200012)80:15<2216:AID-JSFA766>3.0.CO;2-O.
- Choi, S. J., Kim, H. J., Jung, S. H., Hamaker, B. R., & Moon, T. W. (2003). The relationship between sorghum digestibility and their protein-starch Interaction. 2003 IFT Annual Meeting-Chicago.
- Duodu, K. G., Taylor, J. R. N., Belton, P. S., & Hamaker, B. R. (2003). Factors affecting sorghum protein digestibility (mini review). *Journal of Cereal Science*, 38, 117–131.
- Elkin, R. G., Freed, M. B., Hamaker, B. R., Ye Zhang, & Parsons, C. M. (1996). Condensed tannins are only partially responsible for variations in nutrient digestibilities of sorghum grain cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 848–853. Doi: 10.1021/jf950489t.
- Espinosa-Ramirez, J. & Serna-Saldivar, O. (2016). Functionality and characterization of kafirin-rich protein extracts from different whole and decorticated sorghum genotypes. *Journal of Cereal Science*, 70: 57–65. Doi: 10.1016/j.jcs.2016.05.023.
- Espinosa-Ramirez, J., Garza-Guajardo I., Perez-Carrillo, & Serna-Saldivar 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. Doi: 10.1016/j.jcs.2016.12.009.
- FAO (1999). Sorghum Post-Harvest Operations. INPhO Post-Harvest Compendium. <http://www.fao.org/3/a-ax443e.pdf> (11 November 2017).
- FAOSTAT (2017). 2014 Sorghum production quantity. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (16 November 2017).
- Gilani, G. S. & Sepehr, E. (2003). Protein digestibility and quality in products containing antinutritional factors are adversely affected by old age in rats. *Journal Nutrition*, 133, 220–225. <https://doi.org/10.1093/jn/133.1.220>.
- Hamaker, B. R., Kirleis, A. W., Butler, L. G., Axtell, J. D., & Mertz, E. T. (1987). Improving the in vitro protein digestibility of sorghum with reducing agents. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Februari 1987, 84(3), 626–628.
- Holmes, C. P., Casey, J., & Cook, D. J. (2017) Mashing with unmalted sorghum using a novel low temperature enzyme system: Impacts of sorghum grain composition and microstructure. *Food Chemistry*. 221, 324–334. Doi: 10.1016/j.foodchem.2016.10.083.
- Odjo, S., Bera, F., Beckers, Y., Foucart, G., & Malumba, P. (2018). Influence of variety, harvesting date and drying temperature on the composition and the in vitro digestibility of corn grain. *Journal of Cereal Science*. 79, 218-225. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.10.008>
- Klomklao, S., Benjakul, S., Kishimura, H., & Chaijan, M. (2011) Extraction, purification and properties of trypsin inhibitor from Thai mung bean (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek. *Food Chemistry*. 129, 1348-1354. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.029>
- Mudjishono, R., Koswara, K., & Afianti, Y. (1988). Pembuatan biscuit dari bahan dasar tepung sorghum. *Agritech*. 8 (1), 18-29. <https://doi.org/10.22146/agritech.19021>
- Murtini, E. S., Sutrisno, A., & Radite, A. G. (2011) Karakteristik kandungan kimia dan daya cerna tempe sorgum coklat (*Sorghum bicolor*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 22(2), 150.
- Shull, J. M., Watterson, J. J., & Kirleis, A. W. (1991). Proposed nomenclature for the alcohol soluble proteins (kafirins) of *Sorghum bicolor* (L Moench) based on molecular weight, solubility and structure. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 39, 83–87. Doi: 10.1021/jf00001a015.

- 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. Doi: 10.1016/j.foodchem.2017.08.046.
- USDA Nutrition database for standard reference release 28 (2016). Basic report 20014 Corn grain, yellow and 20040 rice, brown, medium grain. <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show>. [13 Mei 2016].
- Vegrain (2001). 2000-2001 value-enhanced grains quality report http://www.vegrains.org/documents/2001veg_report/index.htm. [10 Mei 2007].
- Waniska, R. D. (2005). Structure, Phenolic Compounds, and Antifungal Proteins of Sorghum Caryopses. Texas A&M University, College Station, Texas 77843-2474, USA. <http://www.icrisat.org/text/research/grep/homepage/sgmm/chap4.htm>. [13 Mei 2007].
- Wu, G., Johnson, S. K., Bornman, J. F., Bennett, S. J., & Fang, Z. (2017). Changes in whole grain polyphenols and antioxidant activity of six sorghum genotypes under different irrigation treatments. *Food Chemistry*. 214, 199–207. Doi: 10.1016/j.foodchem.2016.07.089.