

KARAKTERISTIK KANDUNGAN KIMIA DAN DAYA CERNA TEMPE SORGUM COKLAT (*Sorghum bicolor*)

[Characteristics of Chemical Content and Digestibility of Brown Sorghum Tempeh]

Erni Sofia Murtini*, Arfat Gati Radite dan Aji Sutrisno

Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Jl veteran – Malang 65145

Diterima 04 Maret 2010 / Disetujui 10 November 2011

ABSTRACT

Brown sorghum (*Sorghum bicolor*) is rarely used for food product because its protein has lower digestibility compared to other cereals. One factor affecting lower sorghum protein digestibility is anti nutritional effect from tannin and phytic acid. Some processing methods of sorghum have successfully increased protein digestibility, one of them is tempeh fermentation. The aims of this research were to degrade anti nutritional compounds and to increase in vitro protein digestibility of sorghum grain using tempeh fermentation. This research was performed in two steps; preparation of sorghum grain and production of sorghum tempeh. Proximate contents, anti nutritional compounds, and in vitro protein digestibility were tested. The test was applied to each of sorghum tempeh samples every 12 hour until 72 hours of total incubation time. The result of study showed that fermentation process decreased anti nutritional factors such as tannin and phytic acid, and increased in vitro protein digestibility of sorghum grain. The reduction of anti nutritions and increase of in vitro protein digestibility of sorghum grain were time-dependent in the fermentation process. The highest in vitro protein digestibility (79.13 %) was observed from 72 hour-fermented sorghum.

Key words: sorghum, tempeh, in vitro protein digestibility, antinutritional compound

PENDAHULUAN

Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) adalah salah satu jenis sereal yang memiliki potensi untuk meningkatkan kualitas nutrisi masyarakat di negara-negara berkembang seperti di Indonesia. Menurut Fombang (2005), sorghum berpotensi menjadi sumber protein bagi masyarakat di negara-negara berkembang di Asia dan Afrika. Tanaman ini memiliki keunggulan antara lain kualitas nutrisi yang setara dengan sereal yang lain seperti gandum dan jagung. Tanaman sorghum relatif lebih dapat beradaptasi pada kisaran kondisi ekologi yang luas, tahan terhadap gulma dan dapat berproduksi pada kondisi yang kurang sesuai bila dibandingkan dengan tanaman sereal yang lain.

Sorghum lokal varietas coklat adalah salah satu jenis sorghum yang tumbuh di Indonesia, namun sangat terbatas penggunaannya sebagai sumber pangan. Pemanfaatan sorghum jenis ini terbatas hanya sebagai pakan ternak dan bahan makanan jajan. Salah satu kendala utamanya adalah rendahnya daya cerna, terutama proteinnya. Biji sorghum memiliki kandungan protein yang cukup tinggi antara 9–14%, namun daya cernanya rendah. MacLean *et al.* (1983) dalam Hamaker *et al.* (1987) melaporkan bahwa daya cerna *gruel* dari sorghum jenis *free tannin* dan dari jenis *red sorghum* adalah berturut-turut 46,0 dan 59,1%, sementara daya cerna produk serupa dari beras, jagung dan gandum berturut-turut adalah 66,73 dan 81%. Menurut Doudu *et al.* (2002) faktor-faktor yang mempengaruhi rendahnya daya cerna protein sorghum antara lain adanya hidrofobitas kafirin, ikatan disulfid dan non-disulfid, perubahan distruktur

protein, dan adanya senyawa-senyawa anti gizi seperti tanin dan asam fitat

Tanin merupakan komponen fenolik utama yang terdapat di dalam sorghum. Tanin tersebut terkonsentrasi di dalam testa dan pericarp di dalam biji sorghum. Tanin dipandang sebagai sesuatu yang tidak menguntungkan karena sifat anti gizinya. Tanin membentuk kompleks ikatan dengan makromolekul yang menurunkan daya cernanya. Akan tetapi, tanin memiliki sisi menguntungkan karena adanya aktivitas antioksidan yang tinggi (Awika *et al.*, 2003). Tanin di dalam sorghum mengurangi daya cerna dan efisiensi pemanfaatan nutrisi dari 3 - 15% (Waniska, 2000). Interaksi tanin dengan protein di dalam sorghum meliputi ikatan hidrogen dan interaksi hidrofobik. Prolamin, fraksi protein sorghum yang banyak mengandung prolin, mampu mengikat tanin dengan kuat dan menghasilkan penurunan daya cerna protein (Wedad *et al.*, 2008).

Molekul fitat mengandung enam kelompok fosfat. Hal tersebut membuatnya menjadi zat pengkelat yang kuat dan dapat membentuk kompleks dengan protein yang menjadi tidak larut yang mengakibatkan pada rendahnya daya cerna. Pada sorghum, prosedur untuk menunjukkan pengaruh fitat terhadap daya cerna protein dilakukan dengan menggunakan *malt* dan fitase dari mikroba. Fitase mengakibatkan penurunan kandungan asam fitat dan meningkatkan daya cerna protein. Hasil observasi menunjukkan bahwa pengaruh penambahan fitase terhadap peningkatan daya cerna diyakini disebabkan lebih oleh karena sifat kimia dan struktur asam fitat dan protein daripada konsentrasi asam fitat itu sendiri. Struktur dan sifat kimia mempengaruhi sifat ikatan fitat dengan protein (Doudu *et al.*, 2002).

Tempe adalah produk fermentasi asli Indonesia. Mikroba yang terlibat di dalam fermentasi tersebut adalah dari strain

*Korespondensi Penulis :
Email : emisofia@yahoo.com

Rhizopus spp., yang didominasi oleh *Rhizopus oligosporus*. Peningkatan kualitas nutrisi dan banyak perubahan kimiawi terjadi selama proses fermentasi tempe selain terdapat kemungkinan menurunkan zat-zat anti gizi seperti asam fitat dan polifenol (Cueves-Rodriquez *et al.*, 2004). Proses fermentasi diharapkan dapat menurunkan senyawa anti gizi serta meningkatkan bioavailabilitas protein biji sorgum coklat. Pembuatan tempe sorgum dipilih karena terbukti tempe adalah produk yang aman, tidak melibatkan bahan-bahan kimia dan memberikan keuntungan lain. Tempe sorgum dalam penelitian ini diarahkan sebagai produk antara, sebagai dasar produksi tepung sorgum fungsional.

METODOLOGI

Bahan dan alat

Bahan utama yang digunakan adalah sorgum jenis coklat yang diperoleh dari kecamatan Grati, Kabupaten Pasuruan dan ragi tempe merk LaPrima. Bahan kimia yang digunakan antara lain; pepsin (Sigma), reagen Folin Ciocalteu, Na₂CO₃, ethanol 80%, amyl alkohol, HNO₃, FeCl₃, NH₄SCN semua bahan berspesifikasi pro analysis (pa) dari Merck dan bahan kimia lainnya untuk analisis proksimat.

Persiapan biji sorgum

Biji sorgum disosoh menggunakan mesin penyosoh beras dengan empat kali penyosohan untuk mengoptimalkan pemisahan lapisan luar (*testa* dan *pericarp*) dan lembaga dengan endosperm. Biji sorgum sosoh tersebut selanjutnya disortasi dari kotoran (sisa beras, kerikil dan kulit luar) dan dikemas di dalam plastik vakum udara dan disimpan.

Pembuatan tempe sorgum (Andayani, 2008)

Biji sorgum sosoh ditimbang kemudian ditempatkan dalam wadah dan direndam dalam air (1:3 b/v) selama 24 jam. Biji selanjutnya direbus didalam air mendidih selama 10 menit hingga biji lebih lunak, ditiriskan dan didinginkan. Laru sebanyak 0,1% (b/b) diinokulasi ke permukaan biji dan kemudian diaduk rata. Setelah itu biji dikemas dalam plastik berpori untuk aerasi dan diinkubasi pada suhu ruang (29±1°C) sampai 72 jam.

Sampel dibagi dalam tujuh kantong plastik yang masing-masing diberi label untuk pengamatan jam ke 0, 12, 24, 36, 48, 60 dan 72 jam. Ulangan dilakukan sebanyak tiga kali.

Pemanenan dilakukan sesuai jam pengamatan. Setelah pemanenan, tempe sorgum diblansing (dikukus, 90°C) selama lima menit untuk menghentikan aktivitas mikroba. Tempe sorgum dikeringkan pada suhu 50±3°C selama 12 jam dengan menggunakan pengering kabinet. Selanjutnya tempe ditepungkan dan diayak 80 mesh untuk siap dianalisis.

Analisis

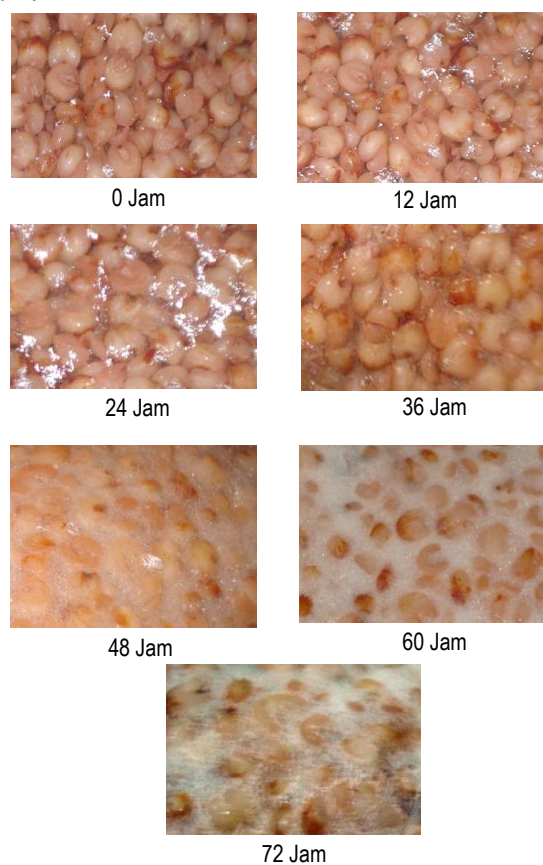
Analisis yang dilakukan meliputi pengamatan fisik dan kimia. Secara fisik, analisis dilakukan dengan mengamati pertumbuhan kapang selama 72 jam. Analisis kimia yang dilakukan pada tempe sorgum antara lain analisis proximat (AOAC, 1990), analisis pH (AACC, 1995) dalam Cueves-Rodriquez *et al.*, (2005), analisis kandungan tanin (MH, 2009), analisis kandungan asam fitat (Davies dan Reid, 1979) dalam Pangastuti dan

Triwibowo, 1996) dan daya cerna protein *in vitro* (Hamaker *et al.*, 1987).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembentukan miselia kapang

Seperti tampak pada Gambar 1, selama 12 jam fermentasi keadaan biji masih tidak jauh berbeda dari awal fermentasi. Hal ini berarti belum ada pertumbuhan kapang yang cukup berarti. Pada fermentasi 24 jam, tampak uap air menempel di bagian dalam plastik pengemas yang menandakan adanya aktivitas metabolisme oleh mikroba, namun miselia belum tampak jelas. Saat fermentasi mencapai 36 jam, pada sela-sela biji sudah mulai terlihat miselium kapang dalam jumlah yang sangat sedikit.



Gambar 1. Penambahan kenampakan tempe sorgum selama 72 jam fermentasi

Sedangkan pada fermentasi 48 jam, terlihat peningkatan jumlah miselium di sela-sela biji dimana ruang-ruang di antara biji sudah mulai terisi penuh dengan serabut miselium yang berwarna putih walaupun masih belum lebat atau masih tipis.

Pada fermentasi 60 jam terlihat serabut miselium yang berwarna putih yang lebih tebal dan banyak di antara biji yang berwarna merah kecoklatan. Berdasarkan Steinkraus, *et al.* (1987) parameter visual tempe yang baik adalah tumbuhnya kapang yang berwarna putih di antara biji atau kotiledon, menutup seluruh permukaan dan membentuk susunan tempe yang kompak, maka dapat dikatakan secara fisik pembentukan

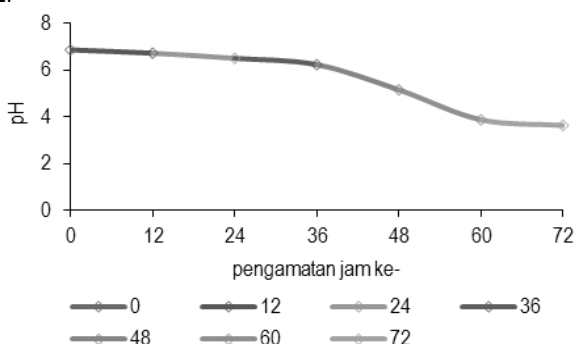
tempe sorgum yang baik adalah jam ke 60. Pada fermentasi 72 jam konsistensi tempe sorgum menjadi sangat kompak, namun warnanya mulai kehitaman.

Proses pembentukan miselium pada tempe sorgum memerlukan waktu sampai 60 jam. Kondisi ini lebih lambat dibanding dengan fermentasi tempe dari biji yang lain, seperti kedelai yang umumnya hanya butuh 48 jam. Hal ini diduga dipengaruhi oleh sifat fisik biji sorgum yang keras dan adanya senyawa fenol di dalam biji sorgum. Biji sorgum coklat memiliki endosperm yang relatif keras seperti yang disebutkan, Waniska (2000) dalam Siller (2006) bahwa faktor yang mempengaruhi sifat-sifat proses dan produksi pangan pada biji sorgum adalah tekstur endosperm. Kerasnya biji sorgum kemungkinan berpengaruh terhadap kemampuan miselium untuk menembus ke dalam endosperm biji yang berakibat lebih lamanya waktu pertumbuhan kapang selama fermentasi. Sorgum yang digunakan dalam penelitian ini adalah sorgum coklat, dan warna coklat ini disebabkan oleh kandungan tanin yang ada di lapisan testa. Menurut Waniska (2000) senyawa fenol dalam tingkat yang tinggi berhubungan dengan peningkatan resistensi biji terhadap kapang.

Karakteristik tempe sorgum

pH

Salah satu parameter yang dapat digunakan untuk menentukan akhir fermentasi adalah nilai pH. Perubahan nilai pH selama fermentasi tempe sorgum dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perubahan pH selama fermentasi tempe sorgum

Lihat pada Gambar 2, pH sorgum relatif stabil pada kisaran angka 6 sampai jam ke 36 fermentasi, namun pH mulai menurun pada fermentasi jam ke 48 dan mencapai pH 3,64 pada akhir fermentasi jam ke-72. Penurunan nilai pH yang sejalan dengan lamanya fermentasi berhubungan dengan adanya aktivitas mikroba yang berperan dalam fermentasi tersebut. Andayani (2008) melaporkan terdapatnya fungi dari genus *Rhizopus sp* dan juga bakteri jenis asam laktat berperan dalam fermentasi tempe sorgum coklat. Kedua jenis mikroba, fungi dari genus *Rhizopus* (Fardiaz, 1992) dan bakteri asam laktat (Farnworth, 2003) berkemampuan untuk mendegradasi pati. Oleh bakteri asam laktat, gula-gula sederhana akan diubah menjadi asam karboksilat terutama asam laktat.

Proksimat tempe sorgum

Rerata hasil analisis proksimat tempe sorgum coklat disajikan pada Tabel 1. Kandungan protein biji sorgum pada

jam ke- 0 fermentasi adalah 8,17%, angka ini lebih rendah dari biji sorgum sosoh sebelum diperlakukan untuk fermentasi (10,88%). Akan tetapi secara umum, selama 72 jam fermentasi terjadi peningkatan kandungan protein hingga 10,27% (mendekati kandungan protein awal biji sosoh mentah). Penurunan dan peningkatan kandungan protein selama preparasi dan fermentasi disebabkan oleh adanya perubahan komposisi kadar air. Hal lain yang mungkin berkontribusi dalam peningkatan kadar protein adalah penambahan biomassa dari sel-sel mikroba seperti fungi dari ragi. Wibowo (2009) menyebutkan kandungan protein dan N di dalam ragi adalah masing-masing 40 dan 57%. Cueves-Rodriquez *et al.* (2004) menyebutkan peningkatan kandungan total protein pada tempe mencerminkan adanya peningkatan biomassa dari mikroba yang tumbuh pada tempe termasuk miselium kapang. Penelitian-penelitian lain tentang fermentasi metode tempe dilakukan oleh Cueves-Rodriquez *et al.* (2004) dengan substrat jagung, dilaporkan terjadi peningkatan kandungan protein dari 9,1% pada jagung mentah menjadi 13,4% untuk tempe jagung. Yousif dan El Tinay (2000) melaporkan bahwa kandungan protein tepung sorgum selama 36 jam fermentasi dengan perendaman air menunjukkan peningkatan dari 10,0 menjadi 12,5%.

Tabel 1. Rerata proksimat tempe sorgum coklat selama fermentasi

Waktu fermentasi (jam)	Protein (%)	Pati (%)	Lemak (%)	Air (%)	Abu (%)
0	8,17±0,36	68,63±0,88	0,62±0,08	9,15±0,31	0,38±0,04
12	8,40±0,35	64,02±0,85	0,52±0,04	10,01±1,55	0,32±0,07
24	8,58±0,65	60,58±1,30	0,46±0,04	9,37±0,13	0,32±0,05
36	9,16±0,20	57,73±1,62	0,49±0,07	9,66±0,87	0,34±0,09
48	9,46±0,35	53,12±2,21	0,55±0,03	9,35±0,98	0,37±0,08
60	9,86±0,44	49,23±1,17	0,53±0,04	9,81±0,67	0,36±0,08
72	10,27±0,27	45,66±0,30	0,56±0,06	9,04±0,57	0,47±0,09

Keterangan : Nilai adalah rata-rata dari 3 ulangan, ± standar deviasi

Pati merupakan komponen terbesar dari sorgum. Kadar pati biji sorgum mentah (71,8%) lebih besar daripada biji sorgum fermentasi 0 jam (68,63%). Kemudian selama fermentasi hingga 72 jam, terjadi penurunan kandungan pati hingga 45,66%. Penurunan kandungan pati tersebut dipengaruhi oleh adanya pemanfaatan pati oleh mikroba selama fermentasi seperti kapang dan bakteri asam laktat (BAL) yang seperti dilaporkan Andayani (2008) bahwa kapang dan BAL yang berperan dalam fermentasi tempe sorgum memiliki aktivitas enzim amilase. Fenomena penurunan kadar pati selama fermentasi biji juga dilaporkan oleh El Khalifa *et al.* (2004) yang memfermentasi tepung sorgum dengan perendaman metode asli Sudan, kandungan pati turun dari 74 ke 62% selama 36 jam fermentasi. Cueves-Rodriquez *et al.* (2006) juga melaporkan penurunan kandungan pati dari 63 hingga 57% selama 54,6 jam fermentasi

tempe jagung yang disebabkan oleh berkurangnya kandungan senyawa non pati tertentu selama proses fermentasi.

Secara umum terjadi penurunan kadar lemak dari awal fermentasi (0,62%) hingga fermentasi 72 jam (0,56%). Penurunan kandungan lemak selama fermentasi diduga dipengaruhi oleh adanya pemanfaatan lemak oleh mikroba yang disebutkan oleh Cueves-Rodriquez *et al.* (2004) bahwa selama fermentasi tempe kedelai, penurunan lemak terjadi selama tahap awal fermentasi dan diasumsikan bahwa penurunan tersebut disebabkan oleh adanya oksidasi dan penggunaan asam lemak oleh kapang sebagai sumber energi. Cueves-Rodriquez *et al.* (2004) melaporkan kandungan lemak kasar dari jagung mentah dan jagung hasil fermentasi tempe 54,6 jam adalah berturut-turut 6,1 dan 4,1%. Bisping *et al.* (1983) dalam Steinkraus (1987) menyebutkan bahwa kapang selama fermentasi tempe menunjukkan aktivitas lipase yang tinggi dan mampu menghidrolisa hingga 1/3 lemak dalam kedelai.

Kandungan abu dan air biji sorgum mentah adalah berturut-turut 0,43% dan 10,38%. sedangkan pada biji sorgum setelah ditambah ragi adalah 0,37 dan 8,96%. Kandungan abu dan air relatif konstan selama 72 jam fermentasi berkisar antara 0,33% sampai 0,39% untuk abu dan 8,9% sampai 9,6% untuk air. Cuevas *et al.* (2004) melaporkan kandungan abu di dalam jagung mentah dan hasil fermentasi tempe 54,6 jam adalah berturut-turut 1,6 dan 1,0%.

Kandungan anti nutrisi tempe sorgum Tanin

Tanin adalah salah satu senyawa anti gizi yang ada di dalam biji sorgum. Kandungan tanin di dalam biji sorgum mentah adalah 8,83 mg/g dan di dalam sorgum sebelum fermentasi adalah 0,51 mg/g sedangkan pada tempe 72 jam fermentasi adalah 0,28 mg/g seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa selama proses fermentasi terjadi penurunan kandungan tanin. Akan tetapi, secara umum tingkat penurunan kandungan tanin selama fermentasi (menurun 0,23 mg/g dari 0,51 mg/g (0 jam) menjadi 0,28 mg/g (72 jam) lebih kecil dibandingkan pada saat proses preparasi pembuatan tempe (menurun 8,4 mg/g) karena selama preparasi melibatkan perendaman dan pemanasan.

Elkin (1996) dan Rodriguez-Burger *et al.* (1998) dalam Feng (2006) melaporkan bahwa perendaman biji dalam air suling pada suhu 30°C selama 24 jam akan menghilangkan tanin sekitar 31%. Selama fermentasi kapang dan BAL (Holzapfel, 2002) dalam Feng (2006) dapat lebih lanjut mendegradasi tanin.

Tabel 2. Rerata kadar tanin dan asam fitat tempe sorgum selama fermentasi

Waktu fermentasi (jam)	Kadar Tanin (mg/g)	Kadar Asam Fitat (mg/g)
0	0,51 ± 0,05	1,79 ± 0,15
12	0,44 ± 0,02	0,63 ± 0,16
24	0,32 ± 0,02	0,55 ± 0,11
36	0,29 ± 0,01	TD
48	0,23 ± 0,02	TD
60	0,25 ± 0,04	TD
72	0,28 ± 0,02	TD

Keterangan : TD (Tidak terdeteksi)

Asam fitat

Fitat adalah salah satu senyawa anti gizi yang ada di dalam biji sorgum. Kandungan asam fitat di dalam biji sorgum coklat mentah adalah 2,08 mg/g dan di dalam biji sorgum fermentasi 0 jam adalah 1,79 mg/g seperti yang tersaji di dalam Tabel 2. Asam fitat yang terdeteksi hanya sampai pada jam ke 24 yaitu 0,55 mg/g selanjutnya sampai jam ke 72 tidak terdeteksi. Hal ini berarti kandungan asam fitat setelah 24 jam terlalu kecil (dalam penelitian ini berarti dibawah 0,50 mg/g) sehingga tidak terdeteksi oleh alat pengukur.

Jumlah penurunan kandungan fitat lebih besar terjadi saat proses fermentasi dibandingkan saat proses pendahuluan sebelum fermentasi yaitu berturut-turut masing-masing turun 0,29 dan 1,23 mg/g. Proses pendahuluan sebelum fermentasi seperti penyosohan mempengaruhi penurunan kandungan fitat di dalam biji sorgum. Wang *et al.* (1959) dalam FAO (1991) menyebutkan bahwa asam fitat banyak ditemukan di dalam bagian lembaga dan *pericarp*. Sehingga proses penyosohan dapat menurunkan kandungan asam fitat cukup banyak.

Penurunan kandungan asam fitat lebih lanjut dihasilkan selama fermentasi biji, sebagai akibat dari aktivitas mikroba-mikroba yang tumbuh selama fermentasi tempe sorgum. Mikroba tertentu seperti kapang dan BAL dapat menghasilkan enzim fitase yang dapat menghidrolisis asam fitat. Rodriguez-Bürger *et al.* (1998) dalam Feng (2006) menyebutkan bahwa selama fermentasi tempe, *R. oligosporus* dapat mengurangi atau mengeliminasi asam fitat. Feng (2006) dan Sahlin (1999) menuliskan bahwa selama fermentasi tempe barley, asam fitat berkurang sebanyak 28-90%. Penelitian lain tentang fermentasi yang mempengaruhi kandungan asam fitat dilakukan oleh Eka (1980) dalam Sahlin (1999) yang memfermentasi biji *locust* dan mendapati asam fitat menurun dari 0,51 menjadi 0,31 mg/g. Widowati *et al.* (1999) dan Feng (2006) menyebutkan bahwa enzim fitase yang dihasilkan BAL dapat menghidrolisa asam fitat pada sereal dan legum menjadi orto-fosfat anorganik sehingga dapat menurunkan kandungan asam fitat dari bahan pangan.

Daya cerna protein in vitro tempe sorgum

Daya cerna protein biji sorgum mentah adalah 48,55%, setelah diproses hingga siap untuk difermentasi (fermentasi jam ke-0) daya cernanya menjadi 51,91%. Nilai daya cerna biji sorgum semakin meningkat seiring dengan peningkatan waktu fermentasi, dan saat fermentasi dilanjutkan sampai 72 jam daya cerna mencapai 79,13% (Tabel 3).

Tabel 3. Rerata nilai daya cerna protein in vitro tempe sorgum selama fermentasi

Waktu fermentasi (jam)	Daya cerna protein in vitro (%)
0	51,91 ± 1,01
12	55,51 ± 0,53
24	60,45 ± 4,70
36	62,05 ± 3,87
48	70,95 ± 0,82
60	73,67 ± 2,82
72	79,13 ± 2,01

Peningkatan daya cerna protein dapat dihubungkan dengan perubahan struktur biji sorgum, kontribusi mikroba selama fermentasi dan turunnya kandungan anti gizi. Proses preparasi yang melibatkan proses perendaman dan pemanasan akan mengubah struktur biji menjadi lebih lunak. Proses pemanasan dapat menyebabkan denaturasi protein yang menurut Belton (2002) dan Cuevas-Rodriguez *et al.* (2006) menjadikan protein lebih mudah dipecah secara enzimatik oleh mikroorganisme. Degradasi kompleks protein menghasilkan komponen protein yang lebih sederhana dan lebih larut. Naiknya jumlah komponen protein yang lebih larut meningkatkan kemungkinan protein untuk lebih mudah diakses dan dicerna oleh enzim protease. Fenomena peningkatan daya cerna protein biji karena proses fermentasi juga dilaporkan oleh beberapa peneliti. Yousif, El Tinay (2000) melaporkan daya cerna protein (*in vitro*) biji sorgum meningkat dari 51,8 menjadi 75,6% setelah difermentasi alami dengan perendaman 28 jam. Hugo *et al.* (2000) melaporkan peningkatan daya cerna protein tepung sorgum yang difermentasi dari 35,3% menjadi 52,7%. Cuevas-Rodriguez *et al.* (2006) menunjukkan peningkatan daya cerna protein *in vivo* jagung yang difermentasi 54,6 jam dari 78,50 menjadi 83,60%.

KESIMPULAN

Proses preparasi dan fermentasi menghasilkan penurunan kandungan anti gizi tanin dan asam fitat, serta meningkatkan daya cerna *invitro* sorgum. Fermentasi selama 72 jam berhasil menurunkan kandungan tanin sebesar 0,23 mg/g (dari 0,51 menjadi 0,28mg/g) dan sampai pada angka yang tidak terdeteksi (kurang dari 0,50 mg/g) untuk asam fitat. Fermentasi selama 72 jam juga meningkatkan daya cerna protein sorgum secara *in vitro* sebesar 18% (dari 51,91 menjadi 79,13%).

DAFTAR PUSTAKA

- Andayani P. 2008. Isolasi dan Identifikasi Mikroba dari Tempe Sorgum Coklat (*Sorghum bicolor*) serta Potensinya dalam Mendegradasi Pati dan Protein. Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 1990. Official Methods of Analysis, 12th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington
- Awika JM, Dykes L, Gu L, Rooney LW, Prior RL. 2003. Processing of sorghum (*Sorghum bicolor*) and sorghum products alters procyanidin oligomer and polymer distribution and content. J Agric Food Chem 51: 5516-5521.
- Belton P. 2002. The Improvement of The Protein Quality of Sorghum and Introduction Into Staple Food Product For Southern and Eastern Africa. School of Chemical Sciences and Pharmacy University of East Anglia Norwich NR4 7TJ. UK.
- Cuevas-Rodriguez EO, Milan-Carrillo J, Mora-Escobedo R, Cardenas-Valenzuela OG, Reyes-Moreno C. 2004. Quality protein maize (*Zea mays* L) tempeh flour through solid state fermentation process. Lebensm-Wiss, u.-Technol 37: 54-67.
- Cuevas-Rodriguez EO, Verdugo-Montoya NM, Angulo-Bejarano PI, Milan-Carrillo J, Mora-Escobedo R, Bello-Pérez LA, Garzon-Tiznado JA, Reyes-Moreno C. 2006. Nutritional properties of tempeh flour from quality protein maize (*Zea mays* L.). LWT 39: 1072-1079.
- Duodu KG, Nunes A, Delgadillo I, Belton PS. 2002. Low protein digestibility of cooked sorghum - causes and needs for further research. <http://www.afripro.org.uk/papers/Paper10Duodo.pdf>. [25 Desember 2008].
- Elkhalifa AO, Schiffler B, Bernhard R. 2004. Effect of fermentation on the starch digestibility, resistant starch and some physicochemical properties of sorghum flour. Nahrung/Food 48 (2): 91 – 94.
- Elkin RG, Freed MB, Hamaker BR, Zhang Y, Parsons CM. 1996. Condensed tannins are only partially responsible for variations in nutrient digestibilities of sorghum grain cultivars. J Agric Food Chem 44: 848-853.
- Fanworth, E.R. 2003. Handbook of Fermentation Functional Food. CRC. Press. Florida.
- FAO. 1991. Sorghum and millets in human nutrition. <http://www.fao.org/DOCREP/T0818e/T0818E01.htm>. [25 Desember 2008].
- Fardiaz S. 1992. Mikrobiologi Pangan. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Feng XM. 2006. Microbial Dynamics During Barley Tempeh Fermentation. Doctoral Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. ISSN 1652-6880, ISBN 91-576-7108-7.
- Fombang EN. 2005. Protein Digestibility of Sorghum and Maize Flour and Porridges as Affected by Gamma-Irradiation. Departement of Food Science Faculty of Natural and Agricultural Science University of Pretoria. Pretoria South Africa
- Hamaker BR, Kirleis AW, Butler LG, Axtell JD, Mertz ET. 1987. Improving *in vitro* digestibility of sorghum with reducing agents. Proc. Natl. Acad. Sci., USA. 84: 626-628.
- Hugo FL, Rooney LW, Taylor JRN. 2000. Bread-making with malted and fermented sorghum. <http://www.afripro.org.uk/papers/Paper19Hugo.pdf>. [29 November 2008].
- MH. 2009. Spectranomics Protocol: Total Phenol and Tannin Determination. Carnegie Institution. USA.
- Pangastuti HP, Triwibowo S. 1996. Proses pembuatan tempe kedelai: pengaruh lama perendaman, perebusan dan pengukusan terhadap kandungan asam fitat dalam tempe kedelai. Cermin Dunia Kedokteran 107: 53.
- Sahlin P. 1999. Fermentation as a Method of Food Processing Production of Organic Acids, pH-Development and Microbial Growth in Fermenting Cereals. Thesis. Center for Chemistry and Chemical Engineering Lund Institute of Technology Lund University.

- Siller ACP. 2006. *In vitro* Starch Digestibility and Estimated Glycemic Index of Sorghum Product. Thesis. Texas A&M University.
- Steinkraus KH, Cullen RE, Pederson CS, Nellis LF, Gavitt BK. 1987. Indonesian Tempeh and Related Fermentations. In *Handbook of Indigenous Fermented Foods*. Second Edition. New York, Marcel Dekker. 1-94. pp.
- Waniska RD. 2000. Structure, phenolic compounds, and antifungal proteins of sorghum caryopses. Pages 72-106 in *Technical and Institutional Options for Sorghum Grain Mold Management: Proceedings of an International Consultation*, 18-19 May 2000, ICRISAT.
- Wedad HA, El Tinay AH, Mustafa AI, Babiker EE. 2008. Effect of fermentation, malt-pretreatment and cooking on antinutritional factors and protein digestibility of sorghum cultivars. *Pak J Nutr* 7(2): 335-341.
- Wibowo M. 2009. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba. Farmasi, ITB. Bandung.
- Widowati S, Andriani D, Riyanti EI, Raharto P, Sukarno L. 1999. Karakterisasi fitase dari *Bacillus coagulans*. Seminar Hasil Penelitian Rintisan dan Bioteknologi Tanaman. BPTTP. Bogor.
- Yousif NE, El Tinay A. 2000. Effect of fermentation on sorghum protein fractions and *in vitro* protein digestibility. *Plant Foods Hum. Nutr.* 56: 175-182.