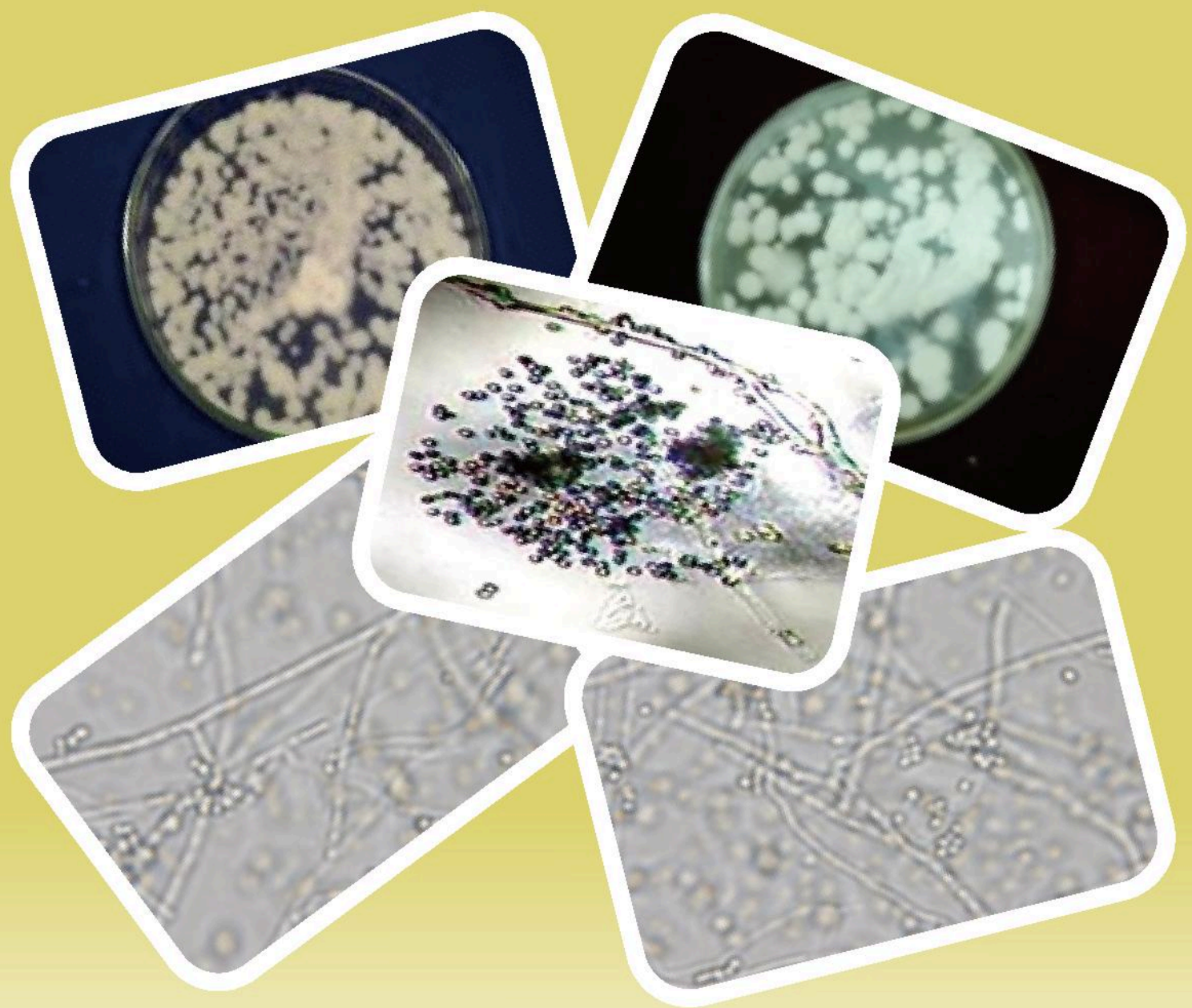
ISSN 0126-1754
636/AU3/P2MI-LIPI/07/2015
Volume 15 Nomor 2, Agustus 2016

LIPI

Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati



Berita Biologi	Vol. 15	No. 2	Hlm. 107-206	Bogor, Agustus 2016	ISSN 0126-1754

Pusat Penelitian Biologi - LIPI

BERITA BIOLOGI

Vol. 15 No. 2 Agustus 2016
Terakreditasi Berdasarkan Keputusan Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
No. 636/AU3/P2MI-LIPI/07/2015

Tim Redaksi (*Editorial Team*)
Andria Agusta (Pemimpin Redaksi, *Editor in Chief*)
Kusumadewi Sri Yulita (Redaksi Pelaksana, *Managing Editor*)
Gono Semiadi
Atit Kanti
Ary P. Keim
Siti Sundari
Evi Triana
Kartika Dewi

Desain dan Layout (*Design and Layout*)
Muhamad Ruslan, Fahmi

Kesekretariatan (*Secretary*)
Nira Ariasari, Enok, Budiarjo

Alamat (*Address*)
Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Kompleks Cibinong Science Center (CSC-LIPI)
Jalan Raya Jakarta-Bogor KM 46,
Cibinong 16911, Bogor-Indonesia
Telepon (021) 8765066 - 8765067
Faksimili (021) 8765059
Email: berita.biologi@mail.lipi.go.id
jurnalberitabiologi@yahoo.co.id
jurnalberitabiologi@gmail.com

Keterangan foto cover depan: Morfologi jamur *Beauveria* spp. A dan B= koloni Beuveria pada agar media, Sesuai dengan makalah pada halaman 175.

ISSN 0126-1754
636/AU3/P2MI-LIPI/07/2015
Volume 15 Nomor 2, Agustus 2016

LIPI

Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati

Berita Biologi	Vol. 15	No. 2	Hlm. 107 - 206	Bogor, Agustus 2016	ISSN 0126-1754

Pusat Penelitian Biologi - LIPI

Ucapan terima kasih kepada
Mitra Bebestari nomor ini
15(2) – Agustus 2016

Dr. Nuril Hidayati
Dr. Atit Kanti, S.Si., M. Sc.
Prof. Dr. Tukirin Partomihardjo
Dr. Kusuma Dewi Sri Yulita
Dr. Tjandra Chrismadha
Dr. Joko Sulistyo
Dr. Dwi Setyo Rini
Dr. Dono Wahyuno
Dr. Ir. Fauzan Ali M. Sc.
Dr. Heddy Julistiono
Waras Nurcholis, SSi, MSi.
Evi Triana S.Si., M.Kes

PENURUNAN KADAR TANIN DAN ASAM FITAT PADA TEPUNG SORGUM MELALUI FERMENTASI *Rhizopus oligosporus*, *Lactobacillus plantarum* dan *Saccharomyces cerevisiae* [Reduction of Tannin and Phytic Acid on Sorghum Flour by using Fermentation of *Rhizopus oligosporus*, *Lactobacillus plantarum* and *Saccharomyces cerevisiae*]

R. Haryo Bimo Setiarto✉ dan Nunuk Widhyastuti
Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi LIPI
Jalan Raya Jakarta-Bogor Km 46, Kawasan CSC Cibinong 16911, Jawa Barat
email: haryobimo88@gmail.com
Revisi: 29 Juli 2016

ABSTRACT

Problems in using sorghum flour as food material was the presence of tannin and phytic acid that can reduce nutritition quality of sorghum flour. This study aimed to analyze the influence of *Rhizopus oligosporus, Lactobacillus plantarum* and *Saccharomyces cerevisiae* fermentation on the reduction levels of tannin and phytic acid in sorghum flour. Production of sorghum flour was done by four treatments in triplo *i.e* control (without fermentation), liquid fermentation (with *L. plantarum* and *S. cerevisiae*), solid fermentation (with *R. oligosporus*), mixture of solid and liquid fermentation (with *R. oligosporus, L . plantarum* and *S. cerevisiae*). Analysis levels of tannin and phytic acid in sorghum flour fermentation was performed by using spectrophotometry technique. The results showed that the fermentation process was able to reduce levels of tannin from 29.13 to 33.69% and phytic acid levels from 13.36% to 44.65% on sorghum flour. The highest reduction levels of tannin and phytic acid was produced in mixture of solid and liquid fermentation 33.69% and 44.65% respectively. Reduction levels of tannin and phytic acid can be caused of tannase and phytase enzyme which produced by the microbes during the fermentation processes.

Keywords: phytic acid, tannin, sorghum flour, *Rhizopus oligosporus, Lactobacillus plantarum*, *Saccharomyces cerevisiae*

ABSTRAK

Kendala dalam pemanfaatan tepung sorgum sebagai bahan pangan adalah keberadaan senyawa tanin dan asam fitat yang dapat menurunkan kualitas nutrisi tepung sorgum. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh fermentasi *Rhizopus oligosporus, Lactobacillus plantarum* dan *Saccharomyces cerevisiae* dalam menurunkan kadar tanin dan asam fitat pada tepung sorgum. Pembuatan tepung sorgum dilakukan dengan empat perlakuan secara triplo yaitu kontrol (tanpa fermentasi), fermentasi cair (dengan *L. plantarum* dan *S. cerevisiae*), fermentasi padat (dengan *R. oligosporus*), fermentasi campuran padat dan cair (dengan *R. oligosporus, L. plantarum* dan *S. cerevisiae*). Analisis kadar tanin dan asam fitat pada tepung sorgum fermentasi dilakukan dengan teknik spektrofotometri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi mampu menurunkan kadar tanin tepung sorgum sebesar 29,13-33,69% dan asam fitat sebesar 13,36% - 44,65%. Penurunan kadar tanin dan asam fitat tertinggi dihasilkan pada perlakuan fermentasi campuran padat dan cair yaitu berturut-turut 33,69% dan 44,65%. Penurunan kadar tanin dan asam fitat pada tepung sorgum disebabkan oleh enzim tannase dan fitase yang dihasilkan oleh mikroba selama proses fermentasi.

Kata kunci: Asam fitat, tanin, tepung sorgum, *Rhizopus oligosporus*, *Lactobacillus plantarum*, *Saccharomyces cerevisiae*

PENDAHULUAN

Sorgum adalah salah satu serealia sumber karbohidrat kelima terpenting di dunia setelah gandum, padi, jagung dan *barley* baik dalam hal produksi dan luas area tanam (Suarni dan Patong, 2002). Suarni (2009) melaporkan bahwa sorgum dapat tumbuh di lahan kurang subur seperti lahan bercurah hujan rendah dan kering yang tidak cocok ditanami serealia lain tanpa tersedianya irigasi yang cukup. Pemanfaatan biji sorgum putih sebagai bahan dalam pembuatan makanan banyak dilakukan karena dapat menghasilkan tepung sorgum berwarna putih dengan *flavor* yang tidak tajam dan warna tepung normal (Awika dan Rooney, 2004). Sementara itu varietas sorgum dengan perikarp berwarna merah, coklat atau hitam banyak dimanfaatkan dalam produk kesehatan dan minuman (Rooney dan Awika, 2005).

Kendala yang dihadapi dalam pemanfaatan sorgum sebagai bahan pangan adalah adanya senyawa antinutrisi, yaitu tanin dan asam fitat (Suarni dan Singgih, 2002). Tanin merupakan senyawa polifenol yang unik karena dapat memberikan efek positif dan negatif bagi kesehatan. Tanin dapat mempengaruhi warna, *flavor*, dan kualitas nutrisi dari biji dan produk yang dihasilkan. Di samping itu tanin juga dapat berfungsi sebagai antioksidan yang dapat mengikat radikal bebas sehingga tubuh dapat terhindar dari kerusakan sel dan mencegah timbulnya berbagai penyakit (Suarni dan Subagio, 2013). Radikal bebas diketahui berkontribusi dalam kerusakan protein, DNA dan lemak pada sel dan jaringan (Afifi *et al*., 2012).

Namun tanin juga merupakan antinutrisi kare-

*Diterima: 31 Mei 2016 - Disetujui: 30 Juni 2016

na dapat berikatan dengan protein membentuk senyawa kompleks yang tidak larut. Hal ini dapat mengurangi daya cerna protein dan apabila berikatan dengan enzim yang dihasilkan oleh sistem pencernaan, maka aktivitas enzim juga akan menurun (Suarni, 2009). Tanin diketahui pula dapat mengikat besi organik dan vitamin B sehingga mengurangi besi dan vitamin B yang dapat diserap oleh tubuh dari bahan pangan (Anglani, 1998). Selain itu, adanya tanin menyebabkan rasa sepat pada sorgum sehingga mengurangi cita rasa sorgum (Ibrahim *et al*., 2005). Kandungan tanin dalam biji sorgum cukup tinggi dan beragam, berkisar antara 3,67-10,66% (Suarni dan Singgih, 2002).

Asam fitat merupakan senyawa organik yang mengandung fosfat. Seperti halnya tanin, asam fitat merupakan senyawa antioksidan dan antinutrisi. Asam fitat dapat berikatan dengan protein maupun mineral membentuk ikatan yang menyebabkan turunnya kelarutan senyawa yang diikatnya. Hal ini menyebabkan turunnya bioavailabilitas (penyerapan) mineral dan protein di dalam tubuh, sehingga menurunkan kualitas nutrisi bahan pangan.

Asam fitat relatif tahan terhadap pemanasan sehingga perlakuan pemanasan terhadap bahan pa ngan tidak efektif bila digunakan untuk menurunkan kadar asam fitat. Afify *et al*. (2012) melaporkan bahwa perendaman, fermentasi dan perkecambahan adalah cara yang efektif dalam mereduksi kadar senyawa fenol dan asam fitat pada bahan pangan. Fermentasi tempe menggunakan *Rhizopus oligosporus* telah terbukti dapat menurunkan kadar asam fitat dalam kedelai (Kovac dan Raspor, 1997).

Purnama (2004) melaporkan bahwa spesies fungi yang berasal dari genus *Aspergillus sp., Rhizopus sp.* dan *Penicillium sp.*dapat memproduksi enzim tanase dengan aktivitas tertinggi jika dibandingkan dengan mikroba lainnya. Purnama (2004) juga membuktikan bahwa *Rhizopus oligosporus* yang diisolasi dari kulit buah kakao mampu menurunkan kadar tanin sebesar 79,28%. Anwar *et al.* (2007) melaporkan bahwa *Aspergillus niger* mampu menghasilkan enzim tanase pada media padat, namun aktivitas yang dihasilkan masih rendah. Faktor yang menyebabkan rendahnya aktivitas enzim tanase adalah komposisi media yang kurang tepat. Anwar dan Burhanuddin (2012) melaporkan bahwa *Rhizopus oligosporus* mampu memproduksi enzim tanase dengan aktivitas yang lebih tinggi jika dibandingkandengan *Aspergillus niger*.

L. plantarum dan *S. cerevisiae* dapat menghidrolisis tanin dengan menghasilkan enzim tanase ekstraseluler yang mampu menghidrolisis ikatan ester pada senyawa tanin menjadi glukosa dan asam galat (Aguillar *et al.,* 2007; Aguillar-Zarate *et al.,* 2014; Belmares *et al*., 2004; Rodriguez *et al.,* 2008; Vaquero *et al.,* 2004). *R. oligosporus* mampu menghasilkan enzim tanase dengan aktivitas yang lebih tinggi daripada *L. plantarum* dan *S. cerevisiae* (Anwar dan Burhanudin, 2012).

Garcia-Mantrana *et al*. (2016) dan Noubariene *et al.* (2015) melaporkan bahwa *L. plantarum* dan *S. cerevisiae* mampu menghasilkan enzim fitase yang dapat menghidrolisis asam fitat menjadi inositol dan fosfat organik pada fermentasi tepung gandum untuk pembuatan adonan roti. Aplikasi fermentasi *R. oligosporus*, *L. plantarum* dan *S. cerevisiae* untuk menurunkan kandungan tanin dan asam fitat pada tepung sorgu belum pernah dilakukan. Pemilihan ketiga mikroba tersebut dalam penelitian ini dikarenakan ketiga mikroba tersebut relatif aman (bukan mikroba patogen penyebab infeksi dan intoksikasi) serta telah banyak diaplikasikan dalam fermentasi produk pangan. Selain itu ketiganya dapat menghasilkan enzim tanase dan fitase dengan aktivitas tinggi.

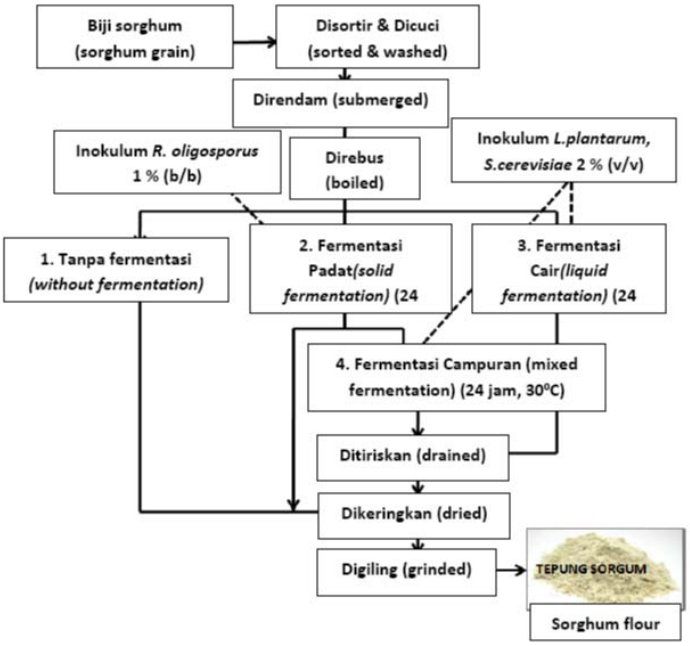
Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh fermentasi *R. oligosporus, L. plantarum* dan *S. cerevisiae* dalam menurunkan kadar senyawa antinutrisi tanin dan asam fitat pada tepung sorgum.

BAHAN DAN CARA KERJA

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitan ini adalah biji sorgum berwarna putih dan biji sorgum berwarna merah yang disediakan oleh PT Silva Tropika Utama. Kultur mikroba yang digunakan adalah fungi (*Rhizopus oligosporus*), bakteri asam laktat (*Lactobacillus plantarum)* dan khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) koleksi INACC, Pusat Penelitian Biologi LIPI.

Pembuatan Tepung Sorgum Fermentasi



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan tepung sorgum dengan proses fermentasi *(Flowchart of production of sorghum flour using fermentation process)*

Pembuatan tepung sorgum dilakukan dengan 4 variasi perlakuan secara triplo, yaitu kontrol (tanpa penambahan inokulum mikroba), fermentasi padat (inokulum *R. oligosporus*), fermentasi cair (inokulum *L. plantarum* dan *S. cerevisiae*), kombinasi fermentasi padat dan cair (inokulum *R. oligosporus*, *L. plantarum* dan *S. cerevisiae*) (Suarni dan Patong, 2002).

Proses fermentasi padat dan fermentasi cair (terendam) dilakukan pada suhu ruang (± 30 ^{0}C) selama 24 jam. Pada proses fermentasi padat, biji sorgum yang telah dipreparasi sebelumnya diinokulasikan dengan 1% (b/b) inokulum *R. oligosporus* selama 24 jam pada suhu 30 ^{0}C (Kovac dan Raspor, 1997; Anwar dan Burhanudin, 2012). Sementara itu untuk proses fermentasi cair dilakukan penambahan inokulum *L. plantarum* dan *S. cerevisiae* masing-masing sebanyak 2% (v/v) ke dalam akuades steril yang digunakan untuk merendam biji sorgum yang telah dipreparasi (Vaquero *et al.* 2004). Pada fermentasi cair perendaman dilakukan sampai seluruh biji sorgum terendam sekitar 5 cm dari batas permukaan air, lalu dilakukan inkubasi pada suhu ruang (± 30 ^{0}C) selama 24 jam (Osawa *et al.,* 2000). Setelah proses fermentasi padat dan cair, selanjutnya biji sorgum ditiriskan, dikeringkan dengan oven pada suhu 60 ^{0}C selama 16 jam. Setelah itu biji sorgum digiling dengan *pin disk mill* sehingga diperoleh tepung sorgum ukuran 80 mesh. Diagram alir proses pembuatan tepung sorgum secara fermentasi diperlihatkan dalam Gambar 1.

Analisis Kadar Tanin

Analisis kadar tanin pada empat perlakuan tepung sorgum mengacu pada metode (Nishitani dan Osawa, 2003) dengan modifikasi pada pembuatan kurva standar asam tanat dan preparasi sampel tepung sorgum. Tahap awal dalam analisis kadar tanin adalah pembuatan kurva standar larutan asam tanat. Larutan baku asam tanat konsentrasi 25 µg/mL dipipet dengan volume masing-masing 1 mL, 2 mL, 4 mL, 5 mL, 6 mL ke dalam labu ukur 25 mL. Selanjutnya masing-masing ditambahkan dengan 3 mL besi (III) ammonium disulfat dan diaduk selama 20 menit. Setelah itu ditambahkan dengan 3 ml kalium besi (III) sianida dan diaduk selama 20 menit, kemudian ditambahkan akuades hingga diperoleh seri larutan standar dengan konsentrasi 1 µg/mL, 2 µg/mL, 4 µg/mL, 5 µg/mL, 6 µg/mL. Larutan standar asam tanat diukur absorbansinya pada spektro-

fotometer UV-Vis pada panjang gelombang (λ = 720 nm), sehingga diperoleh kurva standar untuk menentukan kadar tanin.

Tahap selanjutnya adalah preparasi sampel biji sorgum terfermentasi untuk dianalisis kadar taninnya. Pertama-tama, biji sorgum hasil fermentasi digiling dengan *pin disc mill* terlebih dahulu hingga menjadi tepung sorgum, lalu sebanyak 5 gram tepung sorgum dilarutkan dalam 100 mL akuades, dicampurkan hingga homogen. Selanjutnya sebanyak 5 mL larutan tepung sorgum tersebut diambil dan diencerkan dalam labu ukur 10 mL. Untuk menghindari konsentrasi yang terlalu tinggi, dilakukan pengenceran kedua dengan mengambil sebanyak 1 mL larutan hasil pengenceran pertama dan mengencerkannya dalam labu ukur 25 mL. Selanjutnya larutan tersebut ditambahkan dengan sebanyak 3 mL besi (III) ammonium disulfat dan diaduk selama 20 menit. Setelah itu ditambahkan lagi dengan 3 mL kalium besi (III) sianida, serta diaduk kembali selama 20 menit. Kemudian, larutan tersebut ditera dengan akuades hingga mencapai volume 25 ml. Larutan sampel diukur absorbansinya pada spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang (λ = 720 nm).

Analisis Kadar Asam Fitat

Analisis kadar asam fitat pada empat perlakuan tepung sorgum mengacu pada metode (Narsih *et al.* 2008) dengan modifikasi pada preparasi sampel tepung sorgum dan pembuatan kurva standar asam fitat. Sebanyak 1 gram sampel tepung sorgum disuspensikan dalam 50 ml larutan HNO_3 0,5 M. Suspensi diaduk menggunakan *magnetic stirrer/ shaker* selama 2 jam pada suhu ruang. Sebanyak 0,5 ml filtrat kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 0,9 ml HNO_3 0,5 M dan 1 ml $FeCl_3$. Tabung reaksi ditutup kemudian direndam dalam air mendidih selama 20 menit. Setelah didinginkan di-tambah 5 ml amil alkohol dan 1 ml larutan ammonium tiosianat. Selanjutnya disentrifus selama 5 menit pada kecepatan 3000 rpm. Absorbansi larutan amil alkohol diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 465 nm dengan blanko amil alkohol, 15 menit setelah penambahan ammonium tiosianat. Hasil yang diperoleh dibandingkan pada kurva standar Na-fitat 0,04 mM.

Pada pembuatan kurva standar asam fitat, standar asam fitat (P5681 K2-fitat-Sigma) ditimbang sebanyak 0,8 gram dan dilarutkan dalam 50 ml HNO_3 0,5 M. Sebanyak 0,5 ml standar asam fitat kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 0,9 ml HNO_3 0,5 M serta 1 ml $FeCl_3$. Tabung reaksi ditutup kemudian direndam dalam air mendidih selama 20 menit. Setelah didinginkan ditambahkan 5 ml amil alkohol dan 1 ml larutan ammonium tiosianat. Selanjutnya disentrifus selama 5 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Absorbansi larutan amil alkohol diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 465 nm dengan blanko amil alkohol, 15 menit setelah penambahan ammonium tiosianat.

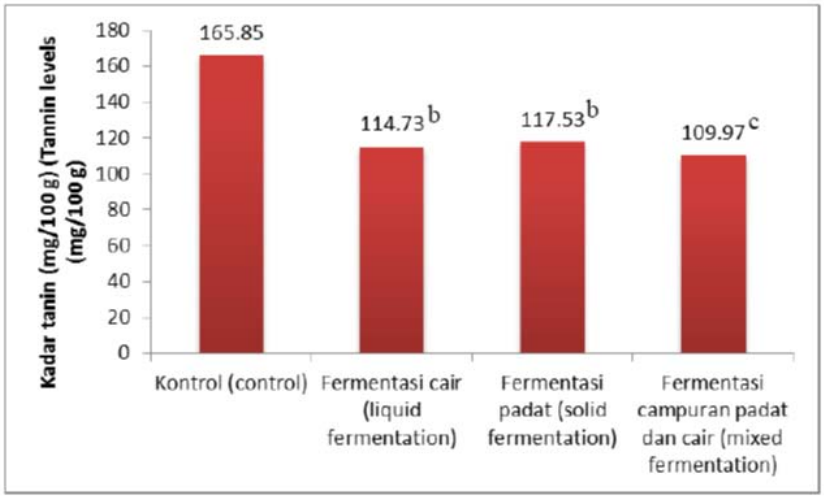
Analisis data

Analisa kadar tanin dan asam fitat untuk setiap perlakuan dilakukan secara triplo lalu dilakukan analisis data statistik dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan software program SPSS 17.0. Untuk mengetahui adanya perbedaan di antara perlakuan maka dilakukan uji lanjut beda nyata terkecil (BNT) pada taraf uji 5% ($p \leq 0.05$).

HASIL

Kadar Tanin Tepung Sorgum Fermentasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi biji sorgum dapat menurunkan kadar tanin (Gambar 2). Penurunan kadar tanin tertinggi dihasilkan pada perlakuan fermentasi campuran padat dan cair yang melibatkan *R. oligosporus, L. plantarum* dan *S. cerevisiae* yaitu sebesar 33,69% (Tabel 1). Ketiga isolat *R. oligosporus, L. plantarum* dan *S. cerevisiae* tersebut selama proses fermentasi bersama-sama menghasilkan enzim tanase yang berperan menghidrolisis tanin yang terkandung dalam biji sorgum. Tanase atau tanin asil hidrolase (EC, 3.1.1.20) adalah enzim yang mengkatalisis reaksi hidrolisis ikatan ester yang terdapat dalam tanin terhidrolisis dan ester asam galat (Aguilar *et al.,* 2007). Dari hasil penelitian diketahui bahwa perlakuan fermentasi padat dengan *R. oligosporus* tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P<0.05$) dalam menghidrolisis kadar tanin jika dibandingkan dengan fermentasi cair dengan *L. plantarum* dan *S. cerevisiae*. Hal ini juga mengindikasikan bahwa aktivitas enzim tanase yang dihasilkan oleh ketiga isolat tersebut relatif tidak berbeda nyata satu sama lain.



Gambar 2. Kadar tanin tepung sorgum*(Levels of tannin sorghum flour)*

Keterangan (notes): Huruf yang berbeda pada diagram batang menunjukkan nilai yang berbeda nyata dengan taraf nyata 95 %, (α= 5 %), setelah dilakukan uji statistik dengan uji BNT pada SPSS 17.0*(Different letters in bar chart indicate values which sig nificantly different (α = 5%), after statistical tests with LSD in SPSS 17.0)*

Tabel 1. Pengaruh perlakuan fermentasi padat, fermentasi cair dan fermentasi campuran terhadap penurunan kadar tanin dan asam fitat pada tepung sorgum (*Effect of solid fermentation, liquid fermentation and mixed fermentation for reduced tannin and phytic acid levels on sorghum flour*)

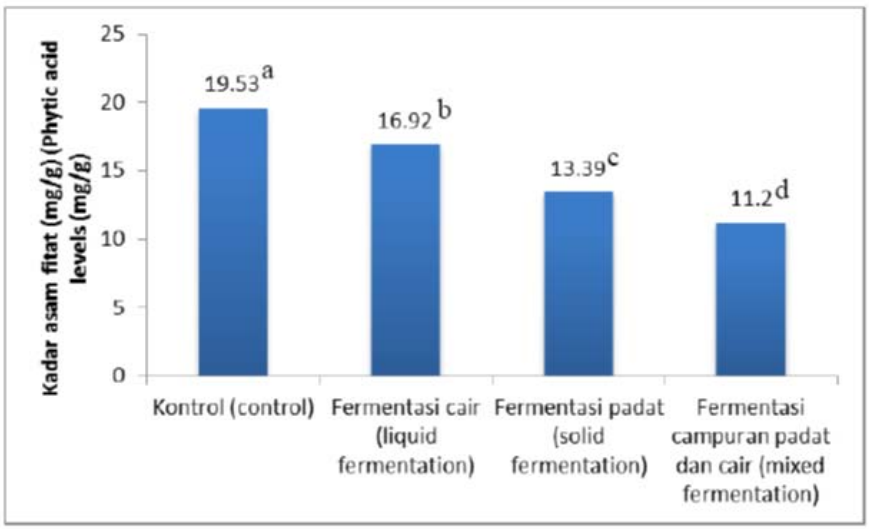
Perlakuan*(Treatment)*	Penurunan Kadar Tanin *(Reduced Tannin Levels)*	Penurunan Kadar Asam Fitat *(Reduced Phytic Acid Levels)*
Fermentasi padat (*solid state fermentation)*(*R. oligosporus*)	29,13%[a]	31,44%[a]
Fermentasi cair *(liquid fermentation)* (*L. plantarum* dan *S. cerevisiae*)	30,82%[a]	13,36%[b]
Fermentasi campuran padat dan cair *(mixed fermentation solid-liquid)*(*R. oligosporus, L. plantarum* dan *S. cerevisiae*)	33,69%[b]	42,65%[c]

Keterangan (notes): Huruf yang berbeda pada kolom tabel menunjukkan nilai yang berbeda nyata dengan taraf nyata 95 %, (α= 5 %), setelah di lakukan uji statistik dengan uji BNT pada SPSS 17.0 *(Different letters in row column indicate values which signifycantly different (α = 5%), after statistical tests with LSD in SPSS 17.0)*

Penurunan kadar tanin yang dihasilkan selama fermentasi padat (*R. oligosporus*) justru lebih rendah daripada fermentasi cair (*L. plantarum* dan *S. cerevisiae*). Hasil ini berbeda dengan laporan Purnama (2004), Anwar dan Burhanudin (2012) yang menyebutkan bahwa fungi *R. oligosporus* mampu menghidrolisis tanin dengan kadar yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan mikroba yang lain. Namun sebaliknya penelitian ini berhasil membuktikan laporan Rodriguez *et al.* (2008), Belmares *et al.* (2004), Vaquero *et al.* (2004) yang menyebutkan bahwa *L. plantarum* dan *S. cerevisiae* memiliki aktivitas enzim tanase yang tinggi sehingga lebih efektif digunakan untuk menghidrolisis tanin.

Kadar Asam Fitat Tepung Sorgum Fermentasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses fermentasi dapat menurunkan kadar asam fitat biji sorgum (Gambar 3). Dari hasil penelitian diketahui bahwa perlakuan fermentasi campuran padat dan cair menghasilkan penurunan kadar asam fitat tertinggi jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu sebesar 44,65% (dari 19,53 mg/g menjadi 11,20 mg/g) (Tabel 1). Sementara itu perlakuan fermentasi padat dengan fungi *R. oligosporus* berpengaruh signifikan (P<0.05) dalam menurunkan kadar asam fitat



Gambar 3. Kadar asam fitat tepung sorgum *(Levels of phytic acid sorghum flour)*

Keterangan: Huruf yang berbeda pada diagram batang menunjukkan nilai yang berbeda nyata dengan taraf nyata 95 %, (α= 5 %), setelah dilakukan uji statistik dengan uji BNT pada SPSS 17.0 *(Different letters in bar chart indicate values which significantly different (α = 5%), after statistical tests with LSD in SPSS 17.0)*

Gambar 4. Tepung sorgum merah dan sorgum putih hasil fermentasi*(Red sorghum and white sorghum fermented flour)*

pada sorgum lebih tinggi jika dibandingkan dengan fermentasi cair dengan *L. plantarum* dan *S.cerevisiae*.

Penelitian ini mengindikasikan bahwa fungi *R. oligosporus* mampu menghasilkan enzim fitase dengan aktivitas yang lebih tinggi daripada *L. plantarum* dan *S. cerevisiae*. Hasil penelitian ini berbeda dengan laporan Rodriguez *et al.* (2008), Garcia-Mantrana *et al*. (2016) dan Noubariene *et al.* (2015) yang menyebutkan bahwa *L. plantarum* dan *S. cerevisiae* mampu menghidrolisis asam fitat dalam jumlah besar karena aktivitas enzim fitase yang relatif tinggi.

Penurunan kadar asam fitat pada tepung sorgum terjadi dikarenakan selama proses fermentasi (baik fermentasi cair maupun fermentasi padat) bakteri asam laktat, khamir dan fungi menghasilkan enzim fitase. Enzim fitase berperan penting dalam proses defosforilasi asam fitat menghasilkan produk inositol dan fosfat organik dengan kapasitas pengkelat rendah dan kelarutan yang lebih tinggi, sehingga dapat menghilangkan efek penghambatan pada penyerapan mineral usus (Anastasio *et al.,* 2010).

PEMBAHASAN

Tanin pada sorgum menyebabkan rasa pahit dan menurunkan daya cerna protein dan efisiensi pakan pada manusia dan ternak (Awika dan Rooney,

2004). Namun disisi lain, tanin telah diteliti mengandung antioksidan tinggi, antiinflamasi dan UV-protection serta bermanfaat bagi kesehatan manusia (Rooney dan Awika, 2005). Bahkan, studi terbaru menunjukkan bahwa tanin dapat mengurangi resiko obesitas karena dapat mengurangi daya cerna (Elkhalifa *et al*., 2005).

Tanin memiliki peranan biologis yang kompleks dengan sifat yang sangat beragam, mulai dari kemampuan pengendap protein hingga pengkelat logam serta berfungsi juga sebagai antioksidan biologis (Elefatio *et al.,*2005). Efek yang disebabkan oleh tanin tidak dapat diprediksi dan masih menjadi suatu kontroversi. Beragamnya sifat yang dimiliki senyawa tanin dan turunannya sehingga menjadikannya sebagai materi yang diminati oleh peneliti. Tanin pada sorgum secara umum berikatan dengan karbohidrat dan membentuk jembatan oksigen sehingga dapat dihidrolisis dengan asam sulfat atau asam klorida. Salah satu contoh tanin adalah gallotanin yang merupakan senyawa gabungan dari karbohidrat dengan asam galat. Selain membentuk gallotanin, dua asam galat akan membentuk tanin terhidrolisis yang disebut ellagitanins (Afify *et al*., 2012).

Selain dari aktivitas mikroba, penurunan kandungan tanin disebabkan karena tanin mudah larut dalam air. Semakin lama fermentasi, semakin lama biji sorgum mengalami kontak dengan air mengakibatkan kandungan tanin menurun. Larutnya komponen tanin dalam air terlihat pada warna air rendaman yang kecoklatan. Hal tersebut didukung oleh Elefatio *et al.* (2005) yang melaporkan bahwa pada lapisan kulit ari sorgum mengandung komponen tanin yang bersifat larut dalam air.

Beberapa genus bakteri, khamir dan fungi dilaporkan mampu memproduksi enzim tanase dan fitase untuk menghidrolisis tanin maupun asam fitat serta telah diaplikasikan dalam industri pangan diantaranya adalah *Bacillus pumilus, Bacillus polymyxa, Corynebacterium sp., Klebsiella pneumonia, Streptococcus bovis, Selenomonas ruminantium, Candida sp., Saccharomyces cerevisiae, Mycotorula japonica, Aspergillus niger, Aspergillus oryzae, Aspergillus japonicas, Aspergillus gallonyces, Aspergillus awamori, Penicillium chrysogenum, Rhizopus oryzae, Trichoderma viride, Fusarium solani, Mucor sp* (Belmaresa *et al*., 2004; Aguilar *et al.,* 2007). Nilai aktivitas enzim tanase dan fitase yang dihasilkan oleh beberapa mikroba tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Sementara itu Vaquero *et al*. (2004) dan Rodriguez *et al*. (2008) melaporkan bahwa bakteri asam laktat *L. plantarum* CEC^T 748 yang diisolasi dari anggur maupun wine juga mampu menghasilkan enzim tanase dengan aktivitas tinggi sehingga dapat digunakan dalam proses biodegradasi senyawa tanin sehingga kualitas sensorik produk pangan dapat ditingkatkan.

Selain dengan fermentasi mikroba, penghilangan tanin pada biji sorgum dapat dilakukan dengan perendaman dalam air suling pada suhu 30^{0}C selama 24 jam. Kadar tanin yang hilang dengan cara

Gambar 5.(a) Fermentasi padat biji sorgum dengan fungi *R. oligosporus,* (b) Fermentasi cair biji sorgum dengan *L. plantarum* dan *S. cerevisiae (a) Solid state fermentation sorghum grain with fungi R. oligosporus, (b) Liquid fermentation sorghum grain with L. plantarum and S. cerevisiae)*

Tabel 2. Aktivitas enzim tanase dan fitase dari beberapa mikroba*(Tannase and phytase enzyme activity from several microbes)*

Jenis Mikroba*(Microbes)*	Aktivitas enzim tanase*(Tannase activity)*	Aktivitas enzim fitase *(Phytase activity)*	Referensi*(Refference)*
Aspergillus niger	67,5 U/ gram protein	277,778 U/gram protein	Anwar *et al.* 2007
Aspergillus ficuum	26,3 U/ gram protein	709,091 U/gram protein	Anwar dan Burhanudin, 2012
Lactobacillus plantarum CECT 748	11,4 U/gram protein	-	Rodriguez *et al.* 2008; Belmares *et al.* 2004
Lactobacillusfermentum	-	362,49 U/mg protein	Nuobariene*et al.* 2015
Lactobacilluscasei	-	12,06 U/gram protein	García-Mantrana*et al.* 2016
Pediococcus pentosaceus	-	41,1 U/mg protein	Nuobariene*et al.* 2015
Lactobacillus panis	-	151,18 U/mg protein	Nuobariene*et al.* 2015
Lactobacillus reuteri	-	231,33 U/mg protein	Nuobariene*et al.* 2015

ini yaitu sekitar 31%. Perendaman biji sorgum dalam larutan NaOH dan KOH 0.05 M pada suhu 30^0C selama 24 jam dapat menghilangkan kandungan tanin lebih besar yaitu 75-85%. Perendaman dalam larutan Na_2CO_3 pada kondisi yang sama dapat menghilangkan tanin sebanyak 77% (Narsih *et al*., 2008). Kehilangan tanin pada perlakuan tersebut diduga akibat terkelupasnya kulit biji dan hilangnya lapisan testa selama perlakuan (Narsih *et al*., 2008).

Kandungan asam fitat yang tinggi pada sorgum secara signifikan dapat mengurangi penyerapan mikronutrien esensial seperti Ca, Fe, Zn, dan Mg (Hurrell dan Reddy, 2003). Namun asam fitat juga berfungsi sebagai antioksidan, penghambat selektif antiinflamasi yang menyimpan energi, dan pengatur vesikular melalui pengikatan berbagai protein. Asam fitat merupakan bentuk penyimpanan fosfor yang terbesar pada tanaman serealia termasuk sorgum. Senyawa tersebut dapat mengikat mineral dalam bentuk ion sehingga ketersediaan mineral menjadi terganggu dan berpengaruh negatif terhadap defisiensi mineral, terutama zat besi. Pada biji sorgum, asam fitat terdapat dalam sel aleuron dengan kisaran 0,3-1,0% (Hurell dan Reddy, 2003).

Noer (1992) melaporkan bahwa konsentrasi asam fitat akan menurun pada biji yang berkecambah. Narsih *et al*. (2008) menginformasikan bahwa perlakuan perendaman selama 72 jam dan perkecambahan selama 36 jam menghasilkan sorgum dengan kadar tanin dan fitat terendah, sehingga dapat diaplikasikan untuk berbagai produk pangan. Sayangnya, perkecambahan biji sorgum berpengaruh negatif terhadap rasa dan aroma pangan yang diperoleh dari pengolahan primer tepung secara sederhana. Oleh karena itu diperlukan proses fermentasi mikroba untuk menurunkan kadar asam fitat pada sorgum tanpa memberikan cita rasa negatif terhadap kualitas sensoriknya.

Garcia-Mantrana *et al*. (2016) melaporkan bahwa bakteri *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium pseudocatenulatum* dan *Bifidobacterium longum* spp. yang digunakan dalam fermentasi biji gandum mampu memproduksi enzim fitase yang dapat mendegradasi sebanyak 2 mM asam fitat. Sementara itu Noubariene *et al.* (2015) melaporkan bahwa *Lactobacillus panis* mampu menghasilkan enzim fitase dengan aktivitas total tertinggi yaitu 140 U/ mL selama digunakan dalam fermentasi tepung gandum dalam pembuatan adonan roti.

Penurunan kadar asam fitat dapat meningkatkan penyerapan dan bioavailabilitas mineral di dalam tubuh. Sementara itu Kovak dan Raspor (1997) melaporkan bahwa fungi *R. oligosporus* juga mampu menghasilkan enzim fitase dalam mendegradasi komponen asam fitat dalam biji kedelai yang selanjutnya dimanfaatkan untuk pertumbuhannya.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses fermentasi mampu menurunkan kadar tanin tepung sorgum sebesar 29,13-33,69% dan asam fitat sebesar 13,36% - 44,65%. Penurunan kadar tanin dan asam fitat tertinggi dihasilkan pada perlakuan fermentasi campuran (padat dan cair) yang melibatkan *R. oligosporus, L. plantarum* dan *S. cerevisiae* yaitu berturut-turut sebesar 33,69% dan 44,65%. Penurunan

kadar tanin dan asam fitat pada tepung sorgum fermentasi terjadi akibat aktivitas enzim tanase dan fitase yang diproduksi ketiga mikroba tersebut. *R. oligosporus* berperan penting dalam menurunkan kadar asam fitat, sedangkan *L. plantarum* dan *S. cerevisiae* lebih berperan dalam menurunkan kadar tanin pada tepung sorgum. Untuk penelitian lanjutan perlu dilakukan pengukuran aktivitas enzim tanase dan fitase dari ketiga mikroba tersebut. Selanjutnya perlu diaplikasikan fermentasi campuran (padat dan cair) sebanyak dua kali terhadap biji sorgum sehingga kadar tanin dan asam fitat pada tepung sorgum dapat turun lebih signifikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh kegiatan KKP3N (Kerjasama Kemitraan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Nasional) Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada bapak Dr. Iwan Saskiawan, ibu Kasirah dan bapak Misbahul Munir yang telah membantu baik secara teknis maupun non teknis sehingga penelitian ini berjalan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

Afify AEMR, HS El-Betagi, SMA El Salam and AA Omran. 2012. Biochemical changes in phenols, flavonoids, taninns, vitamin E, β-caroten and antioxidant activity during soaking of three white sorghum varieties. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* **20**, 203-209.

Aguilar CN, R Rodríguez, G Gutiérrez-Sánchez, C Augur, E Favela-Torres, LA Pardo-Barragan, A Ramirez-Coronel and JC Contreras-Esquivel. 2007. Microbial tannases: advances and perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology* **76**, 47–59.

Aguilar-Zárate P, MA Cruz-Hernández, JC Montanez, RE Belmares-Cerda and CN Aguilar. 2014. Bacterial Tannases: Production, Properties and Applications. *Revista Mexicana de Ingenier´ıa Qu´ımica* **13 (1)**, 63-74.

Anastasio M, O Pepe, T Cirillo, S Palomba, G Blaiotta and F Villani. 2010. Selection and use of phytate-degrading LAB to improve cereal based products by mineral solubilization during dough fermentation. *Journal Food Science* **75**, 28–35.

Anglani C. 1998. Sorghum for human food – a review. *Plant Foods for Human Nutrition* **52**, 85-95.

Anwar YAS, Hasim and IM Artika. 2007. The Production of Tannin Acyl Hydrolase from *Aspergillus niger. Mikrobiologi Indonesia* **1 (2)**, 91-94.

Anwar YAS dan Burhanuddin. 2012. Pengaruh Komposisi Media Terhadap Aktivitas dan Karakter Enzim Tanin Asil Hidrolase dari *Aspergillus niger* dan *Rhizopus oligosporus*. *JIFI* **10 (2)**, 87-92.

Awika JM dan LW Rooney. 2004. Review: sorghum phytochemical and their potential impact on human health. *Journal Phytochemistry* **65**, 1199-1221.

Belmares R, JC Contreras-Esquivela, R Rodriguez-Herreraa, AR Coronel and CN Aguilar. 2004. Microbial production of tannase: an enzyme with potential use in food industry. *Lebensmittel - Wissenschaft & Technologie* **37,** 857–864

Elefatio T, E Matuschek, ULV Svanberg. 2005. Fermentation and enzyme treatment of tannin sorghum gruels: effects on phenolic compounds, phytate and in vitro accessible iron. *Food Chemistry* **94 (3),**369-376.

Elkhalifa AEO, B Schiffler, R Bernhardt. 2005. Effect offermentation on the functionalproperties of sorghum flour. *Food Chemistry* **92**, 1-5.

García-Mantrana I, MJ Yebra, M Haros, V Monedero. 2016. Expression of bifidobacterial phytases in *Lactobacillus casei* and their application in a food model of whole-grain sourdough bread. *International Journal of Food Microbiology* **216,**18–24.

Hurrell FR dan MB Reddy. 2003. Degradation of phytic acid in cereal porridges improves iron absorption by human subjects. *The American Journal of Clinical Nutrition***77 (5),** 1213-1219.

Ibrahim FS, EE Babiker, NE Yousif, AH el Tiney. 2005. Effect of fermentation on biochemical and sensory characteristic of sorghum flour supplemented with whey protein. *Food Chemistry* **92,** 285-292.

Kovac Bdan P Raspor.1997. The use of the mold *Rhizopus oligosporus*in food production. *Food Technologyand Biotechnology* **35(1),** 69-73.

Narsih, Yunianta, dan Harijono. 2008. Studi lama perendaman dan lama perkecambahan sorgum (Sorghum bicolour L. Moench) untuk menghasilkan tepung rendah tanin dan fitat. *Jurnal Teknologi Pertanian* **9(3),**173-180.

Nishitani Y, R Osawa. 2003. A novel colorimetric method to quantify tannase activity of viable bacteria. *Journal of Microbiological Methods* **54**, 281–284.

Noer Z. 1992. *Senyawa Antigizi*. Pusat Pangan Antar-Universitas. Pangan dan Gizi. UGM, Yogyakarta.

Nuobariene L, D Cizeikiene, E Gradzeviciute, AS Hansen, SKRasmussen, G Juodeikiene, FK Vogensen. 2015. Phytase-active lactic acid bacteria from sourdoughs: Isolation andIdentification. *LWT - Food Science and Technology* **63**, 766-772.

Osawa R, Kuroiso K, Goto S, Shimizu A. 2000. Isolation of Tannin-Degrading *Lactobacilli* from Humans and Fermented Foods.*Applied and Enviromental Microbiology* **66(7),** 3093 – 3097.

Purnama IN. 2004. Kajian potensi isolat kapang pemecah ikatan tanin pada kulit buah kakao (*Thebroma cacao L*).Institut Pertanian Bogor, Bogor.[Skripsi].

Rodríguez H, B de las Rivas, C Gómez-Cordovés, R Muñoz. 2008. Characterization of tannase activity in cell-free extracts of *Lactobacillus plantarum* CECT 748^{T}.*International Journal of Food Microbiology* **121,** 92 –98.

Rooney LW dan JM Awika. 2005. Overview of products and health benefits of specialty sorghums. *Cereal Foods World* **50**, 109–115.

Suarni dan R Patong. 2002. Tepung sorgum sebagai bahan substitusi terigu. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* **21 (1)**, 43-47.

Suarni dan S Singgih. 2002. Karakteristik sifat fisik dan komposisi kimia beberapa varietas/galur biji sorgum. *Stigma* **10 (2)**, 127-130.

Suarni. 2009. Potensi tepung jagung dan sorgum sebagai substitusi terigu dalam produk olahan. *Iptek Tanaman Pangan* **4 (2)**, 181-193.

Suarni dan H Subagio. 2013. Prospek pengembangan jagung dan sorgum sebagai sumber pangan fungsional. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*.**32 (3)**, 47-55.

VaqueroI, A Marcobal, R Munoz. 2004. Short communication: Tannase activity by lactic acid bacteria isolated from grape must and wine.*International Journal of Food Microbiology* **96,**199– 204.

Pedoman Penulisan Naskah Berita Biologi

Berita Biologi adalah jurnal yang menerbitkan artikel kemajuan penelitian di bidang biologi dan ilmu-ilmu terkait di Indonesia. Berita Biologi memuat karya tulis ilmiah asli berupa makalah hasil penelitian, komunikasi pendek dan tinjauan kembali yang belum pernah diterbitkan atau tidak sedang dikirim ke media lain. Masalah yang diliput, diharuskan menampilkan aspek atau informasi baru.

Tipe naskah

1. **Makalah lengkap hasil penelitian (*original paper*)**
   Naskah merupakan hasil penelitian sendiri yang mengangkat topik yang *up-todate*. Tidak lebih dari 15 halaman termasuk tabel dan gambar. Pencantuman lampiran seperlunya, namun redaksi berhak mengurangi atau meniadakan lampiran.
2. **Komunikasi pendek (*short communication*)**
   Komuniasi pendek merupakan makalah hasil penelitian yang ingin dipublikasikan secara cepat karena hasil termuan yang menarik, spesifik dan baru, agar dapat segera diketahui oleh umum. Artikel yang ditulis tidak lebih dari 10 halaman. Hasil dan pembahasan boleh digabung.
3. **Tinjauan kembali (*review*)**
   Tinjauan kembali merupakan rangkuman tinjauan ilmiah yang sistematis-kritis secara ringkas namun mendalam terhadap topik penelitian tertentu. Hal yang ditinjau meliputi segala sesuatu yang relevan terhadap topik tinjauan yang memberikan gambaran '*state of the art*', meliputi temuan awal, kemajuan hingga issue terkini, termasuk perdebatan dan kesenjangan yang ada dalam topik yang dibahas. Tinjauan ulang ini harus merangkum minimal 30 artikel.

Struktur naskah

1. **Bahasa**
   Bahasa yang digunakan adalah bahasa Indonesia atau Inggris yang baik dan benar.
2. **Judul**
   Judul harus singkat, jelas dan mencerminkan isi naskah diikuti oleh nama dan alamat surat menyurat penulis. Nama penulis untuk korespondensi diberi tanda amplop cetak atas (*superscript*).
3. **Abstrak**
   Abstrak dibuat dalam dua bahasa, bahasa Indonesia dan Inggris. Abstrak memuat secara singkat tentang latar belakang, tujuan, metode, hasil yang signifikan, kesimpulan dan implikasi hasil penelitian. Abstrak berisi maksimum 200 kata, spasi tunggal. Di bawah abstrak dicantumkan kata kunci yang terdiri atas maksimum enam kata, dimana kata pertama adalah yang terpenting. Abstrak dalam bahasa Inggris merupakan terjemahan dari bahasa Indonesia. Editor berhak untuk mengedit abstrak demi alasan kejelasan isi abstrak.
4. **Pendahuluan**
   Pendahuluan berisi latar belakang, permasalahan dan tujuan penelitian. Sebutkan juga studi terdahulu yang pernah dilakukan.
5. **Bahan dan cara kerja**
   Pada bagian ini boleh dibuat sub-judul yang sesuai dengan tahapan penelitian. Metoda harus dipaparkan dengan jelas sesuai dengan standar topik penelitian dan dapat diulang oleh peneliti lain. Apabila metoda yang digunakan adalah metoda yang sudah baku cukup ditulis sitasi dan apabila ada modifikasi harus dituliskan dengan jelas bagian mana dan apa yang dimodifikasi.
6. **Hasil**
   Sebutkan hasil-hasil utama yang diperoleh berdasarkan metoda yang digunakan. Apabila ingin mengacu pada tabel/grafik/diagram atau gambar uraikan hasil yang terpenting dan jangan menggunakan kalimat 'Lihat Tabel 1'. Apabila menggunakan nilai rata-rata harus menyebutkan standar deviasi.
7. **Pembahasan**
   Jangan mengulang isi hasil. Pembahasan mengungkap alasan didapatkannya hasil dan apa arti atau makna dari hasil yang didapat tersebut. Bila memungkinkan, bandingkan hasil penelitian ini dengan membuat perbandingan dengan studi terdahulu (bila ada).
8. **Kesimpulan**
   Menyimpulkan hasil penelitian, sesuai dengan tujuan penelitian, dan penelitian berikut yang bisa dilakukan.
9. **Ucapan terima kasih**
10. **Daftar pustaka**
    Tidak diperkenankan untuk mensitasi artikel yang tidak melalui proses peer review. Apabila harus menyitir dari "Laporan" atau "komunikasi personal" dituliskan *'unpublished'* dan tidak perlu ditampilkan di daftar pustaka. Daftar pustaka harus berisi informasi yang *up to date* yang sebagian besar berasal dari *original papers*. Penulisan terbitan berkala ilmiah (nama jurnal) tidak disingkat.

Format naskah

1. Naskah diketik dengan menggunakan program Word Processor, huruf New Times Roman ukuran 12, spasi ganda kecuali Abstrak. Batas kiri -kanan atas-bawah masing-masing 2,5 cm. Maksimum isi naskah 15 halaman termasuk ilustrasi dan tabel.
2. Penulisan bilangan pecahan dengan koma mengikuti bahasa yang ditulis menggunakan dua angka desimal di belakang koma. Apabila menggunakan bahasa Indonesia, angka desimal menggunakan koma (,) dan titik (.) bila menggunakan bahasa Inggris. Contoh: Panjang buku adalah 2,5cm. Lenght of the book is 2.5 cm. Penulisan angka 1-9 ditulis dalam kata kecuali bila bilangan satuan ukur, sedangkan angka 10 dan seterusnya ditulis dengan angka. Contoh lima orang siswa, panjang buku 5 cm.
3. Penulisan satuan mengikuti aturan *international system of units*.
4. Nama takson dan kategori taksonomi merujuk kepada aturan standar termasuk yang diakui. Untuk tumbuhan *International Code of Botanical Nomenclature* (ICBN), untuk hewan *International Code of Zoological Nomenclature* (ICZN), untuk jamur *International Code of Nomenclature for Algae, Fungi and Plant* (ICFAFP), *International Code of Nomenclature of Bacteria* (ICNB), dan untuk organisme yang lain merujuk pada kesepakatan Internasional. Penulisan nama takson lengkap dengan nama author hanya dilakukan pada bagian deskripsi takson, misalnya pada naskah taksonomi. Sedangkan penulisan nama takson untuk bidang lainnya tidak perlu menggunakan nama author.
5. Tata nama di bidang genetika dan kimia merujuk kepada aturan baku terbaru yang berlaku.
6. Ilustrasi dapat berupa foto (hitam putih atau berwarna) atau gambar tangan (*line drawing*).
7. Tabel
   Tabel diberi judul yang singkat dan jelas, spasi tunggal dalam bahasa Indonesia dan Inggris, sehingga Tabel dapat berdiri sendiri. Tabel diberi nomor urut sesuai dengan keterangan dalam teks. Keterangan Tabel diletakkan di bawah Tabel. Tabel tidak dibuat tertutup dengan garis vertikal, hanya menggunakan garis horisontal yang memisahkan judul dan batas bawah. Paragraf pada isi tabel dibuat satu spasi.
8. Gambar
   Gambar bisa berupa foto, grafik, diagram dan peta. Judul ditulis secara singkat dan jelas, spasi tunggal. Keterangan yang menyertai gambar harus dapat berdiri sendiri, ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Gambar dikirim dalam bentuk .jpeg dengan resolusi minimal 300 dpi.
9. Daftar Pustaka
   Sitasi dalam naskah adalah nama penulis dan tahun. Bila penulis lebih dari satu menggunakan kata 'dan' atau *et al.* Contoh: (Kramer, 1983), (Hamzah dan Yusuf, 1995), (Premachandra *et al.,* 1992). Bila naskah ditulis dalam bahasa Inggris yang menggunakan sitasi 2 orang penulis

maka digunakan kata 'and'. Contoh: (Hamzah and Yusuf, 1995).

a. Jurnal
   Nama jurnal ditulis lengkap.
   Premachandra GS, H Saneko, K Fujita and S Ogata. 1992. Leaf Water Relations, Osmotic Adjustment, Cell Membrane Stability, Epi-cutilar Wax Load and Growth as Affected by Increasing Water Deficits in Sorghum. *Journal of Experimental Botany* **43,** 1559-1576.
b. Buku
   Kramer PJ. 1983. *Plant Water Relationship*, 76. Edisi ke-(bila ada). Academic, New York.
c. Prosiding atau hasil Simposium/Seminar/Lokakarya.
   Hamzah MS dan SA Yusuf. 1995. Pengamatan Beberapa Aspek Biologi Sotong Buluh *(Sepioteuthis lessoniana)* di Sekitar Perairan Pantai Wokam Bagian Barat, Kepulauan Aru, Maluku Tenggara. *Prosiding Seminar Nasional Biologi XI,* Ujung Pandang 20-21 Juli 1993. M Hasan, A Mattimu, JG Nelwan dan M Litaay (Penyunting), 769-777. Perhimpunan Biologi Indonesia.
d. Makalah sebagai bagian dari buku
   Leegood RC and DA Walker. 1993. Chloroplast and Protoplast. In: *Photosynthesis and Production in a Changing Environment.* DO Hall, JMO Scurlock, HR Bohlar Nordenkampf, RC Leegood and SP Long (Eds), 268-282. Champman and Hall. London.
e. Thesis dan skripsi.
   Keim AP. 2011. Monograph of the genus *Orania* Zipp. (Arecaceae; Oraniinae). University of Reading, Reading. [PhD. Thesis].
f. Artikel online.
   Artikel yang diunduh secara online mengikuti format yang berlaku misalnya untuk jurnal, buku atau thesis, serta dituliskan alamat situs sumber dan waktu mengunduh. Tidak diperkenankan untuk mensitasi artikel yang tidak melalui proses *peer review* atau artikel dari laman web yang tidak bisa dipertangung jawabkan kebenarannya seperti wikipedia.
   Forest Watch Indonesia[FWI]. 2009. Potret keadaan hutan Indonesia periode 2000-2009. *http://www.fwi.or.id*. (Diunduh 7 Desember 2012).

Formulir persetujuan hak alih terbit dan keaslian naskah

Setiap penulis yang mengajukan naskahnya ke redaksi Berita Biologi akan diminta untuk menandatangani lembar persetujuan yang berisi hak alih terbit naskah termasuk hak untuk memperbanyak artikel dalam berbagai bentuk kepada penerbit Berita Biologi. Sedangkan penulis tetap berhak untuk menyebarkan edisi cetak dan elektronik untuk kepentingan penelitian dan pendidikan. Formulir itu juga berisi pernyataan keaslian naskah, yang menyebutkan bahwa naskah adalah hasil penelitian asli, belum pernah dan sedang diterbitkan di tempat lain.

Penelitian yang melibatkan hewan

Untuk setiap penelitian yang melibatkan hewan sebagai obyek penelitian, maka setiap naskah yang diajukan wajib disertai dengan '*ethical clearance approval*' terkait *animal welfare* yang dikeluarkan oleh badan atau pihak berwenang.

Lembar ilustrasi sampul

Gambar ilustrasi yang terdapat di sampul jurnal Berita Biologi berasal dari salah satu naskah. Oleh karena itu setiap naskah yang ada ilustrasi harap mengirimkan ilustrasi dengan kualitas gambar yang baik disertai keterangan singkat ilustrasi dan nama pembuat ilustrasi.

Proofs

Naskah *proofs* akan dikirim ke author dan diwajibkan membaca dan memeriksa kembali isi naskah dengan teliti. Naskah proofs harus dikirim kembali ke redaksi dalam waktu tiga hari kerja.

Naskah cetak

Setiap penulis yang naskahnya diterbitkan akan diberikan 1 eksemplar majalah Berita Biologi dan reprint. Majalah tersebut akan dikirimkan kepada *corresponding author*.

Pengiriman naskah

Naskah dikirim dalam bentuk .doc atau .docx.

Alamat kontak: Redaksi Jurnal Berita Biologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Cibinong Science Centre, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong 16911
Telp: +61-21-8765067
Fax: +62-21-87907612, 8765063, 8765066
Email: jurnalberitabiologi@yahoo.co.id
berita.biologi@mail.lipi.go.id

BERITA BIOLOGI

Vol. 15(2) Agustus 2016

Isi (Content)

MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

NILAI HETEROSIS DAN PERANAN INDUK PADA KARAKTER PERTUMBUHAN HASIL PERSILANGAN INTERSPESIFIK Tor soro DAN *Tor douronensis* [Growth Heterosis Values and The Role of Parent *Tor soro* and *Tor douronensis* in Interspesific Crossed]
Deni Radona, Jojo Subagja, Irin Iriana Kusmini dan Rudhy Gustiano 107-112

IDENTIFIKASI GEN / QTL (Quantitative Trait Loci) SIFAT TOLERAN CEKAMAN ALUMINIUM PADA GALUR-GALUR PADI GOGO [Identification of Gene / QTL (Quantitative Trait Loci) for AluminiumStress Tolerant in Upland Rice Lines]
Dwinita W Utami, I Rosdianti, S Yuriyah, AD Ambarwati, I Hanarida, Suwarno dan Miftahudin..... 113–124

RESPON GALUR/VARIETAS KAPAS (*Gossypium hirsutum* L.) TERHADAP PUPUK DOSIS N dan ZAT PENGATUR TUMBUH PADA SISTEM TUMPANGSARI DENGAN JAGUNG [Responses of Cotton Lines/ Variety (*Gossypium hirsutum* L.) to Dosage of Nitrogen Fertiliser and Plant Growth Regulator Under Intercropping with Maize]
Fitriningdyah Tri Kadarwati dan Prima Diarini Riajaya 125-132

OPTIMASI PRODUKSI SERTA ANALISIS AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIMIKROBA SENYAWA EKSOPOLISAKARIDA DARI JAMUR TIRAM PUTIH (*Pleurotus ostreatus*) PADA MEDIA CAIR [Optimization of Exopolysaccharide Production from *Pleurotus ostreatus* Growth on Liquid Medium and Analysis of Its Antioxidant and Antimicrobial Activity]
Iwan Saskiawan, Misbahul Munir dan Suminar S Achmadi 133-140

COOKING CHARACTERIZATION OF ARROWROOT (*Maranta arundinaceae*) NOODLE IN VARIOUS ARENGA STARCH SUBSTITUTION [Karakteristik Pemasakan Mie Garut (*Maranta arundinaceae*) Pada Variasi Subtitusi Pati Aren]
Miftakhussolikhah, Dini Ariani, Ervika RNH,Mukhamad Angwar,Wardah, L Lola Karlina, Yudi Pranoto..... 141-148

PENURUNAN KADAR TANIN DAN ASAM FITAT PADA TEPUNG SORGUM MELALUI FERMENTASI *Rhizopus oligosporus, Lactobacillus plantarum* dan *Saccharomyces cerevisiae* [Reduction of Tannin and Phytic Acid on Sorghum Flour by using Fermentation of *Rhizopus oligosporus, Lactobacillus plantarum* and *Saccharomyces cerevisiae*]
R. Haryo Bimo Setiarto dan Nunuk Widhyastuti 149– 157

EVALUASI AKTIVITAS ANTI-INFLAMASI DAN ANTIOKSIDAN SECARA IN-VITRO, KANDUNGAN FENOLAT DAN FLAVONOID TOTAL PADA *Terminalia* spp. [Evaluation of In-vitro Anti-inflammatory and Antioxidant Activity, Total Phenolic and Flavonoic Contain on *Terminalia* spp.]
Tri Murningsih dan Ahmad Fathoni 159-166

OXYGEN CONSUMPTION OF ROCK BREAM *Oplegnathus fasciatus* IN DIFFERENT SALINITY LEVELS AND TEMPERATURE DEGREES [Konsumsi oksigen Ikan Rock Bream *Oplegnathus fasciatus* pada tingkat salinitas dan suhu yang berbeda]
Vitas Atmadi Prakoso,Jun Hyung Ryu, Byung Hwa Min, Rudhy Gustiano and Young Jin Chang 167-173

SELEKSI JAMUR PATOGEN SERANGGA *Beauveria* spp. SERTA UJI PATOGENISITASNYA PADA SERANGGA INANG-WALANG (*Leptocorisa acuta*) [Selection of Enthomopathogenic Fungi *Beauveria* spp. and their Pathogenicity Test Against Insect Host-Rice Stink Bug (*Leptocorisa acuta*)]
Wartono, Cyntia Nirmalasari, dan Yadi Suryadi 175-184

KARAKTERISASI BAKTERI PENGHASIL α-AMILASE DAN IDENTIFIKASI ISOLAT C2 YANG DIISOLASI DARI TERASI CURAH SAMARINDA, KALMANTAN TIMUR [Characterization bacteria Producing α - amylase and Identification of Strains C2 Isolated from bulk shrimp-paste in Samarinda, East Kalimantan]
Yati Sudaryati Soeka 185-193

ANALISIS DELIMITASI JENIS PADA *Monascus* Spp. MENGGUNAKAN SIDIK JARI DNA ARBITRARY PRIMER PCR [Species Delimitation Analysis within *Monascus* spp. Using Arbitrary Primer PCR DNA Fingerprinting]
Nandang Suharna dan Heddy Julistiono 195-200

KOMUNIKASI PENDEK

PENGARUH LAMA PENYIMPANAN TERHADAP PERKECAMBAHAN BIJI SAMBILOTO (*Andrographis paniculata* (Burm.f.) Wallich ex Nees) [Effect of Seed Storage Duration on Seed Germination of sambiloto (*Andrographis panicu*lata (Burm.f.) Wallich ex Nees] 201-206
Solikin.....