

Perubahan Komponen Serat Rumput Kume (*Sorghum plumosum* var. *Timorensis*) Hasil Biokonversi Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) Akibat Kadar Air Substrat dan Dosis Inokulum yang Berbeda.

(The Change of Fiber Components of Pleurotus ostreatus-Bioconverted “Kume” Grass (Sorghum plumosum var. Timorensis) Caused by Different Substrate Moisture Content and Inoculant Doses)

Stefanus Ghunu¹ dan Ana Rochana Tarmidi²

1) Jurusan Peternakan, Politeknik Pertanian Negeri Kupang

2) Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran

Abstrak

Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Politeknik Kupang dan Laboratorium Analisa Proksimat BPT - Ciawi, Bogor. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 4x4 dengan ulangan 3 kali. Faktor pertama adalah kadar air substrat (A) terdiri atas 4 level yaitu $A_1 = 62,50$; $A_2 = 70,00$; $A_3 = 77,50$; dan $A_4 = 85,00$ % dari total berat substrat. Faktor kedua adalah dosis inokulum jamur tiram putih (D), yang terdiri atas 4 level yaitu $D_1 = 10$ g, $D_2 = 15$ g, $D_3 = 20$ g, dan $D_4 = 25$ g kg^{-1} substrat. Peubah yang diukur meliputi perubahan komponen serat (NDF, ADF, selulosa, lignin) produk biokonversi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biokonversi dapat menurunkan komponen serat rumput Kume kering, ditandai dengan menurunnya kandungan NDF, ADF, selulosa, lignin. Penurunan terbaik dan efisien adalah kadar air substrat 77,5% dan dosis inokulum 20g kg^{-1} substrat.

Kata kunci : *Sorghum plumosum* var. *Timorensis*, Jamur Tiram Putih, Komponen Serat,.

Abstract

This research was conducted at Biotechnology Laboratory of Agricultural Polytechnic, Kupang and Proximate Analysis Laboratory of BPT - Ciawi, Bogor. The design used was Completely Randomised Design (CRD) arranged factorially 4x4 with 3 replications. The first factor was substrate moisture content (A) composed of 4 levels that were $A_1 = 62,50$; $A_2 = 70,00$; $A_3 = 77,50$; and $A_4 = 85,00$ % from substrate weight total. The second factor was *Pleurotus ostreatus* inoculant dose comprised 4 levels that were $D_1 = 10$ g, $D_2 = 15$ g, $D_3 = 20$ g, dan $D_4 = 25$ g kg^{-1} substrate. Variable measured was the change of bioconverted fibre components (NDF, ADF, cellulose, and lignin). The research result indicated that bioconversion could decrease fibre components (NDF, ADF, cellulose, and lignin) of dry “Kume” grass. The best and efficient decrease was substrate moisture content of 77,5 % and inoculant dose of 20g kg^{-1} substrate

Key words : *Sorghum plumosum* var. *Timorensis*, *Pleurotus ostreatus*, Fibre component.

Pendahuluan

Salah satu pakan lokal yang potensial produksi hijauannya di padang savana Pulau Timor Barat adalah rumput "Kume" (*Sorghum plumosum* var. Timorensis). Produksinya cukup tinggi selama musim penghujan, namun belum optimal pemanfaatannya sebagai pakan. Dengan demikian, pada musim kemarau rumput ini ditemui dalam kondisi sebagai *standing hay*. Hingga kini, rumput Kume dalam kondisi kering ini hanya terbatas dikenal sebagai pakan berserat tinggi dan adanya antinutrisi yakni ikatan lignoselulosa menyebabkan dayagunanya rendah, sedangkan kadar protein kasarnya rendah. Untuk mengeliminasi antinutrisi ini perlu adanya terobosan metode pengolahan yang tepat, diantaranya pengolahan secara biologis melalui teknologi biokonversi menggunakan jamur tiram putih.

Biokonversi oleh jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) bertujuan untuk membantu mikroba rumen mendegradasi karbohidrat struktural yang terikat sebagai lignoselulosa sebelum diberikan pada ternak. Apabila karbohidrat tersebut dapat didegradasi menjadi karbohidrat yang lebih sederhana, maka rumput Kume dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi ternak. Biokonversi ini lebih menguntungkan karena tidak membahayakan pelaku, ramah lingkungan, biaya relatif murah, substrat sebagai media tumbuh jamur menggunakan limbah pertanian dan/atau industri pertanian, dan nilai gizi substrat meningkat. Dengan demikian teknologi biokonversi ini dapat dianggap sebagai proses daur ulang limbah yang ramah lingkungan. Jamur tiram putih menghasilkan enzim fenol oksidase (lakase, peroksidase, dan tirosinase) yang mampu mendegradasi lignoselulosa.

Dosis inokulum jamur tiram putih pada biokonversi substrat padat sangat bervariasi dari 0,5-20% dari total berat bahan fermentasi (Wijono dkk., 1988). Hal ini berkaitan dengan aktivitas enzim yang dihasilkan jamur dan kadar air substrat. Kadar air substrat merupakan faktor penting sebagai sumber hidrogen, oksigen, juga berperan dalam translokasi nutrien (Moore dan Ladecker, 1996). Selanjutnya Flegg dan Wood (1985) melaporkan bahwa kadar air substrat untuk pertumbuhan miselium jamur yang optimal adalah 55-70%. Kadar air substrat asal limbah pertanian dan/atau industri pertanian juga bervariasi. Dengan demikian, menjadi sesuatu yang menarik untuk dikaji kebutuhan optimum kadar air dan dosis inokulum jamur pada substrat rumput Kume kering.

Metode

Rumput Kume kering, yang diperoleh di sekitar kota Kupang yang telah di chopper ukuran $\pm 3-5$ cm. Inokulum jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) American Type Culture Collection (ATCC 32783), diperoleh dari laboratorium Mikologi PAU Ilmu Hayati ITB Bandung. Bahan aditif terdiri dari 10% dedak (sebagai sumber karbon dan nitrogen); 0,5% CaCO_3 (sebagai sumber kalsium dan pengatur pH substrat agar tetap berkisar 5,1-7,0) 1,5% gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) [sebagai sumber kalsium dan untuk memperkokoh media]; dan 0,5% pupuk NPK (sebagai sumber mineral dan nitrogen untuk pertumbuhan miselium jamur). Kadar Air substrat sesuai level perlakuan 62,50; 70; 77,50 dan 85,00% untuk membasahi substrat sehingga tercipta kondisi kadar air substrat yang diperlakukan untuk pertumbuhan miselia jamur dan sebagai bahan pelarut zat-zat makanan.

Prosedur Kerja Biokonversi Rumput Kume Kering

- (1). Rumput Kume kering dicacah ukuran $\pm 3-5$ cm, ditimbang masing-masing seberat 10 kg untuk setiap perlakuan, kemudian ditambahkan aditif (untuk pertumbuhan jamur) dengan imbangannya dan air bersih untuk memperoleh kadar air substrat sesuai level perlakuan (62,50; 70,00; 77,50; dan 85,00%). Penambahan air dilakukan dengan cara dipercik sambil dicampur secara manual hingga terjadi penyerapan air ke dalam substrat secara merata.
- (2). Substrat dimasukan ke dalam kantong plastik polipropilen ukuran 35x20 cm tebal 0,6 mm (masing-masing 1 kg) dan ketebalan 20 cm. Mulut kantong plastik dimasukan ke dalam lubang cincin paralon dan dilipat keluar. Setelah itu diikat dengan karet gelang dan ditutup kapas.
- (3). Substrat disterilisasi dalam autoklaf selama satu jam, suhu 121°C pada tekanan 1 atmosfer (atm). Manfaat sterilisasi adalah untuk (a) meminimiliasi masuknya kontamin dalam proses atau keluarnya mikroorganisme yang diperlukan; dan (b) untuk mengubah sifat fisiko kimianya sehingga dapat meningkatkan kerentanan substrat terhadap serangan mikroba. Substrat yang telah disterilisasi didinginkan selama 12 jam dalam autoklaf.
- (4). Substrat dengan kadar air (62,50; 70,00; 77,50 dan 85,00%) yang berbeda diinokulasi dengan dosis inokulum jamur tiram putih 10, 15, 20, dan 25g kg^{-1} substrat.
- (5). Substrat diinkubasi dalam ruang inkubator yang didesain khusus dalam keadaan steril,

suhunya diusahakan tetap konstan yaitu 20°C dan kelembaban 80-90%, serta lama inkubasi 40 hari (Santosa, 1996; Ghunu, 1998) yakni sampai miselium tumbuh menutupi seluruh permukaan baglog.

- (6). Substrat hasil biokonversi (RKHB) ditimbang beratnya untuk mengetahui tingkat perubahan beratnya selama proses biokonversi berlangsung kemudian dikeluarkan dari baglog.
- (7). Dari setiap substrat hasil biokonversi dicampur secara merata, diambil sampel masing-masing baglog 200 g dikeringkan dalam oven selama 48 jam pada suhu 60°C, kemudian sampel digiling halus yang selanjutnya digunakan untuk analisis komponen serat (metode serat Van Soest).

Percobaan biokonversi menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 4x4 dengan ulangan 3 kali. Sebagai faktor pertama adalah kadar air substrat (A) terdiri atas 4 level yaitu A₁ = 62,50; A₂ = 70,00; A₃ = 77,50; dan A₄ = 85,00 % dari total berat substrat dan faktor kedua adalah dosis inokulum jamur tiram putih (D), yang terdiri atas 4 level yaitu D₁ = 10 g, D₂ = 15 g, D₃ = 20 g, dan D₄ = 25 g kg⁻¹. Data dianalisis dengan analisis ragam (ANOVA dan uji Jarak Berganda Duncan (Gasperz, 1991).

Perubahan yang diamati, perubahan komponen serat (NDF, ADF, selulosa, lignin), diperoleh melalui analisis serat metode Van Soest (Van Soest, 1977) serta Close dan Menke (1986). Untuk menentukan perubahan (peningkatan atau penurunan) komponen serat dihitung berdasarkan rumus yang diformulasikan Tripathi dan Yadav (1992) sebagai berikut :

Peningkatan/Penurunan Nutrien (%) =

$$\frac{K_2 - K_1}{K_1} \times 100\%$$

Keterangan

Nutrien	NDF, ADF, selulosa, lignin
K ₁	Kadar nutrien rumput Kume tanpa biokonversi (RKTB)
K ₂	Kadar nutrien rumput Kume hasil biokonversi (RKHB)

Hasil dan Pembahasan

Penggunaan berbagai level kadar air substrat dan dosis inokulum jamur tiram putih untuk biokonversi rumput Kume kering mengakibatkan terjadi perubahan kandungan komponen serat seperti yang disajikan pada Tabel 1. Data menunjukkan bahwa semakin meningkat level kadar air substrat dari 62,5 hingga 85,0% semakin meningkat pula persentase penurunan kandungan ADF, selulosa, dan lignin RKHB, sedangkan untuk persentase penurunan kandungan NDF tertinggi pada level 77,5%, karena pada level 85,0% persentase penurunan kandungan NDF mengalami penurunan tetapi penurunan ini masih berada jauh di atas level 70,0%. Persentase penurunan tersebut masing-masing secara berturutan adalah NDF dari 8,99-27,31%; ADF dari 7,74-15,88%; selulosa dari 9,18-19,88%; dan lignin dari 13,78-21,98%.

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan kadar air substrat dan dosis inokulum tidak memberikan pengaruh yang nyata (P>0,05) terhadap semua variabel respon, tetapi kedua perlakuan tersebut masing-masing secara mandiri memberikan pengaruh yang nyata (P<0,05) menurunkan kandungan NDF, ADF, selulosa, dan lignin.

Tabel 1. Perubahan Kandungan Serat (NDF, ADF, Selulosa, Lignin) RKHB Pada Berbagai Kadar Air Substrat dan Dosis Inokulum Jamur Tiram Putih.

Perlakuan	Variabel Respon			
	NDF	ADF	Selulosa	Lignin
Kadar Air Substrat				
62,5%	-8,99 ^a	-7,74 ^a	-9,18 ^a	-13,78 ^a
70,0%	-13,19 ^b	-11,75 ^b	-14,65 ^b	-15,76 ^a
77,5%	-27,31 ^c	-15,45 ^c	-19,33 ^c	-21,73 ^b
85,0%	-26,64 ^c	-15,88 ^c	-19,88 ^c	-21,98 ^b
Dosis Inokulum				
10g	-15,58 ^a	-7,95 ^a	-9,50 ^a	-14,90 ^a
15g	-19,18 ^{bc}	-12,73 ^b	-15,66 ^b	-17,40 ^b
20g	-20,24 ^c	-14,71 ^c	-18,68 ^c	-19,97 ^c
25g	-21,15 ^c	-15,42 ^c	-19,20 ^c	-20,97 ^c

Keterangan : (-) = Penurunan

Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa persentase penurunan kandungan ADF, selulosa, dan lignin RKHB pada kadar air 85,0% adalah tertinggi dan nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibanding kadar air 70,0 maupun 62,5%, terhadap kadar air 77,5% tidak nyata ($P > 0,05$) untuk semua variabel. Kadar air 77,5% nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibanding level 70,0 dan 62,5%, maupun antar level 70,0% dengan level 62,5% kecuali untuk lignin yang tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Persentase penurunan kandungan NDF tertinggi pada kadar air 77,5% dan nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibanding level 70,0 dan 62,5%, terhadap level 77,5% tidak nyata ($P > 0,05$). Sementara antar level lainnya saling berbeda nyata ($P < 0,05$).

Persentase penurunan kandungan NDF, ADF, selulosa, dan lignin pada dosis inokulum 25g kg^{-1} substrat adalah tertinggi dan nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibanding dosis 15 maupun 10g, terhadap dosis 20g tidak nyata ($P > 0,05$). Dosis 20g nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi penurunannya dibanding 15 maupun 10g untuk variabel ADF, selulosa, dan lignin. Sedangkan untuk NDF, dosis 20g tidak nyata ($P > 0,05$) dibanding dosis 15g tetapi nyata ($P < 0,05$) dibanding dosis 10g. Antar dosis 20g dan 15g untuk NDF tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Dengan demikian, maka kombinasi perlakuan level kadar air substrat 77,5% dan dosis inokulum jamur tiram putih 20g kg^{-1} substrat (a_3d_3) merupakan level terbaik dan efisien dilihat dari penurunan kandungan komponen serat NDF, ADF, selulosa, dan lignin RKHB.

Tabel 1 menunjukkan bahwa secara konsisten pada semua level kadar air substrat, meningkatnya dosis inokulum jamur tiram putih dari 10 sampai 25g kg^{-1} substrat diikuti oleh persentase penurunan kandungan NDF, ADF, selulosa, dan lignin dengan pola yang sama. Secara mandiri, peningkatan level kadar air substrat dari 62,5% hingga 85,0% pada setiap dosis inokulum jamur tiram putih telah mampu menurunkan kandungan semua komponen serat (NDF, ADF, selulosa, dan lignin) sehingga kandungan setiap komponen tersebut menurun (persentase penurunan menjadi semakin tinggi).

Ada kecenderungan penurunan masih akan terus terjadi pada dosis yang lebih tinggi lagi. Seperti yang dikemukakan Nicolini *et al.* (1987), degradasi selulosa mencapai puncaknya pada saat jamur tiram putih membentuk tubuh buah, karena pada saat itu terjadi perubahan metabolisme jamur yang dipicu oleh kondisi lingkungan yang berbeda. Sementara dalam penelitian ini pembongkaran

substrat dilakukan sebelum mencapai fase pembentukan tubuh buah jamur. Hal ini dilakukan karena sebagai langkah awal, tujuan biokonversi ini adalah pendayagunaan pakan lokal rumput Kume dalam bentuk *standing hay* yang potensial tetapi berkualitas jelek sebelum sampai kepada keaneka-ragaman hayati pangan asal jamur tiram putih yang bernilai ekonomis untuk menunjang ketahanan pangan di NTT.

Penurunan kandungan NDF, ADF, selulosa, dan lignin membuktikan bahwa jamur tiram putih mampu memutuskan ikatan-ikatan lignohemiselulosa dan lignoselulosa dengan efektif terutama dalam kaitannya dengan fenomena *cometabolism*, yakni jamur tiram putih menggunakan lignin, selulosa, dan hemiselulosa sebagai sumber karbon dan energi secara bersamaan untuk membentuk CO_2 , H_2O dan massa sel. Santosa (1996) mengemukakan bahwa jamur tiram putih tidak akan mampu mendegradasi lignin apabila hanya tersedia karbon saja di dalam residu, sehingga diperlukan pula energi lain yang berasal dari selulosa dan hemiselulosa yang terdegradasi dalam waktu yang bersamaan dengan kinerja substrat. Karena itu, jamur tiram putih perlu dipacu pertumbuhannya untuk menghasilkan enzim yang akan digunakan untuk mendegradasi komponen serat. Selain itu, juga akibat pemecahan pati dan fraksi tanaman lainnya secara enzimatik, juga karena proses kimiawi yang semakin lama mengakibatkan degradasi NDF semakin bertambah banyak (Morrison, 1980). Penurunan juga terjadi karena substrat dibuka setelah 40 hari masa inkubasi, diindikasikan oleh miselium telah menutupi seluruh permukaan substrat hingga ke bagian bawah plastik substrat. Nicolini *et al.* (1987) mengemukakan bahwa degradasi tertinggi komponen serat terutama hemiselulosa terjadi setelah fase miselium. Sejalan dengan itu pula terjadi degradasi terhadap ADF, selulosa, dan lignin. Akibat degradasi tersebut, struktur RKHB menjadi lebih lunak dan empuk dibanding sebelum biokonversi.

Degradasi selulosa seiring dengan peningkatan kandungan protein kasar lebih berhubungan dengan semakin banyak dan tebalnya pembentukan miselium dalam substrat RKHB. Untuk membentuk miselium dibutuhkan energi hasil degradasi rantai polimer glukosa dari selulosa oleh kerja enzim selulase. Hal ini sejalan dengan Wang (1984), bahwa selama proses biokonversi substrat padat berlangsung, enzim ekstraseluler mikroba akan mendegradasi struktur polimerik

bahan dasar substrat berlignoselulosa menjadi struktur yang sederhana yakni glukosa. Degradasi lignin tertinggi juga terjadi pada fase miselium. Pada fase ini salah satu monomer utama penyusun lignin yakni koniferil alkohol didehidrogenasi oleh enzim lakase atau peroksidase. Enzim peroksidase ini yang terlibat dalam proses delignifikasi dan berfungsi memecah ikatan-ikatan kompleks lignoselulosa dan lignohemiselulosa menjadi senyawa-senyawa bebas dalam bentuk mesomerik. Degradasi lignin ini mencapai puncaknya pada 6-8 jam proses degradasi dengan aksi memecah substruktur lignin ikatan phenol β -O-4 (Higuchi, 1980; Nicolini *et al.*, 1987; Hadar *et al.*, 1993).

Secara keseluruhan, persentase komponen serat yang telah mengalami degradasi oleh jamur tiram putih menurun. Hal ini membuktikan bahwa jamur tiram putih termasuk jamur lignolitik yakni mampu mendegradasi lignin dengan mengeluarkan enzim phenol oksidase dan memanfaatkan sumber karbon di sekelilingnya seperti selulosa dan hemiselulosa sebagai sumber energinya (Chang dan Miles, 1989). Penurunan komponen serat ini terjadi karena kinerja jamur tiram putih terhadap substrat rumput Kume yang dibiokonversi selama 40 hari. Lebih lanjut dikemukakan bahwa kondisi miselium yang tebal dan menyelimuti seluruh permukaan substrat secara merata, maka konsentrasi enzim akan tinggi, akibatnya degradasi komponen serat terutama dinding sel semakin banyak.

Kesimpulan

Biokonversi dengan jamur tiram putih pada level kadar air substrat tertentu dapat mengubah komponen serat atau mengeliminasi antinutrisi lignoselulosa rumput Kume kering, ditandai dengan menurunnya kandungan NDF, ADF, selulosa, dan lignin. Penurunan terbaik adalah kadar air substrat 77,5% dan dosis inokulum 20g kg^{-1} substrat

Hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam pembuatan produk biokonversi rumput Kume dengan mengacu pada kadar air dan dosis inokulum yang direkomendasikan dari penelitian ini.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis sampaikan kepada Proyek Pengkajian dan Penelitian Ilmu Pengetahuan terapan (P2IPT) program Hibah Bersaing, DP4M Ditjen Dikti, Depdiknas Tahun Anggaran 2006 atas persetujuan dana untuk penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Chang, S. T., and P. G. Miles. 1989. *Edible Mushrooms and Their Cultivation*. CRC Press, Inc., Boca Raton Florida.
- Close, W. H., and K. H. Menke. 1986. *Selected Tropics in Animal Nutrition*. Manual Prepared for The 3rd Hohenheim Course on Animal Nutrition in The Tropics and Semi-Tropics. Second Edition. Compiled by W. H. Close and K. H. Menke in Cooperation With H. Steingass and A. Troscher. Conducted by University of Hohenheim, Stuttgart, Federal Republic of Germany.
- Flegg, P.B and Wood, D.A. 1985. *Growth and Fruiting. In: The Biology and Technology Of The Cultivated Mushroom*.
- Gasperz, V. 1991. *Teknis Analisis Dalam Penelitian Percobaan*. Edisi Pertama. Penerbit Tarsito, Bandung.
- Ghunu, S. 1998. *Efek Dosis Inokulum dan Lama Biokonversi Ampas Tebu Sebagai Bahan Pakan oleh Jamur Tiram Putih (Pleurotus ostreatus) Terhadap Kandungan Komponen Serat, Protein Kasar, dan Energi Dapat Dicerna Pada Domba*. Tesis. Program Pascasarjana, Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Hadar, Y., Z. Kerem, and B. Gorodecki. 1993. *Biodegradation of Lignocellulosic Agricultural Wastes by Pleurotus ostreatus*. *Journal of Biotechnology*, 30: 133-139.
- Higuchi, T. 1980. *Lignin Structure and Morphological Distribution in Plan Cell Walls*. *In: Kirk, T. K., T. Higuchi, and H. Chang (Editors). Lignin Biodegradation: Microbiology, Chemistry and Potential Applications*. Volume I. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. p. 2-17.
- Moore, E., and Landecker, 1996. *Fundamentals of The Fungi*. Prenite. Hall, Inc. New Jersey.
- Morrison, I. M. 1980. *Hemicellulosic Contamination of Acid Detergent Residues and Their Replacement by Cellulose Residues in Cell Wall Analysis*. *Journal Sci. Food Agriculture*, 31: 639-645.
- Nicolini, L., C. Von Hunolstein, and A. Carilli. 1987. *Solid State Fermentation of Orange Peel and Grape Stalks by Pleurotus ostreatus, Agrocybe aegerita and Armillariella mellea*. *Appl. Microbiology Biotechnology*, 26: 95-98.
- Santosa, U. 1996. *Efek Jerami Padi yang Difermentasi oleh Jamur Tiram Putih (Pleurotus ostreatus) Terhadap Penggemukan Sapi Jantan Peranakan Ongole*. Disertasi. Program Pascasarjana, Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Tripathi, J. P., and J. S. Yadav. 1992. *Optimization of Solid Substrate Fermentation of Wheat Straw Into Animal Feed by Pleurotus ostreatus: A Pilot Effort*. *In: Blair, R., and P. J. Van Soest (Editors). Journal of Animal Feed Science Technology* 37: 59-72.
- Van Soest, P. J. 1977. *Plant Fiber and Its Role in Herbivora Nutrition*. *The Cornell Veterinarian*, 67(3): 307-326.

Wang, C. W. 1984. Cellulolytic Enzymes of *Volvariella volvacea*. **In:** Chang, S. T., and T. H. Quimio (Editors). Tropical Mushrooms. Biological Nature and Cultivation Methods. The Chinese University Press, Hongkong. p. 167-187.

Wijono, D.B., B. Sarjono., Haryono, dan D.Wibowo. 1988. Prinsip-prinsip Teknologi Fermentasi. Pusat Antar Universitas (PAU) Pangan dan Gizi, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.