

Pengaruh dosis inokulum dan lama inkubasi fermentasi kombinasi *Phanerochaeta chrysosporium* dan *Trichoderma reesei* terhadap kandungan nutrisi eceng gondok

N.J. Kumajas* dan J.S.I.T. Onibala,

Fakultas Peternakan Universitas Sam Ratulangi Manado, 95115

*Korespondensi (*corresponding author*) Email: nontjekumajas@yahoo.com

ABSTRAK

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan gulma air yang tumbuh subur, sangat mudah perkembangbiakannya dan dapat tumbuh dalam kondisi apapun. Berdasarkan potensi ketersediaan dan nilai nutrisinya, eceng gondok dapat dijadikan sebagai bahan pakan. Tingginya kandungan serat kasar merupakan kendala dalam penggunaannya sebagai bahan pakan unggas. Penelitian ini dilakukan untuk memperbaiki nilai nutrisi eceng gondok, menggunakan metode fermentasi substrat padat dengan berbagai level dosis dan waktu inkubasi campuran inokulum *Phanerochaeta chrysosporium* dan *Trichoderma reesei*. Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial. Perlakuan terdiri dari 2 faktor yaitu dosis inokulum (D1= 2%; D2=4%; D3=6%) dan lama inkubasi (W0= 0; W1=4; W3=8 dan W4= 12 hari). Hasil penelitian menunjukkan bahwa baik dosis inokulum, maupun waktu inkubasi berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) menurunkan kandungan serat kasar dan meningkatkan kandungan protein kasar. Kesimpulan dari penelitian ini adalah dosis inokulum 4% (*Phanerochaeta chrysosporium* 2% dan *Trichoderma reesei* 2%) dan waktu inkubasi 8 hari adalah dosis dan waktu inkubasi optimal menurunkan serat kasar, lignin dan meningkatkan protein kasar eceng gondok.

Kata kunci: Fermentasi, *Phanerochaeta chrysosporium*, *Trichoderma reesei*, nilai gizi

ABSTRACT

THE EFFECT OF INOCULUM DOSAGE AND INCUBATION TIME OF MIXED FERMENTATION OF *Phanerochaeta chrysosporium* AND *Trichoderma reesei* ON THE NUTRIENT CONTENT OF WATER HYACINTH. Water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) is a water weed that thrives, is very easy to breed and can grow in any condition. Based on the potential availability and nutrient value, water hyacinth can be used as a feed ingredient. The high content of crude fiber is an obstacle in its use as an ingredient in poultry feed. This research was conducted to improve the nutrient value of water hyacinth, using the solid substrate fermentation method with various dosage levels and incubation time of a mixture of *phanerochaeta chrysosporium* and *Trichoderma reesei* inoculums. The research was conducted using a factorial completely randomized design. The treatment consisted of 2 factors, namely the inoculum dose (D1 = 2%; D2 = 4%; D3 = 6%) and the incubation time (W0 = 0; W1 = 4; W3 = 8 and W4 = 12 days). The results showed that both the inoculum dose and the incubation time had a very significant effect ($P < 0.01$) in reducing crude fiber content and increasing crude protein content. The conclusion of this study is the inoculum dose of 4% (*Phanerochaeta chrysosporium* 2% and *Trichoderma reesei* 2%) and the incubation time of 8 days is the optimal dose and incubation time to reduce crude fiber, lignin and increase crude protein of water hyacinth.

Keywords: Fermentation, *Phanerochaeta chrysosporium*, *Trichoderma reesei*, nutrient value

PENDAHULUAN

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan gulma air yang tumbuh subur, sangat mudah perkembangbiakannya dan dapat tumbuh dalam kondisi apapun. Sifat ini dapat merupakan pengganggu (gulma) terhadap ekosistem air bahkan dianggap sebagai faktor penyebab terjadinya pendangkalan air danau (Nyananyo *et al.*, 2007). Pemanfaatan eceng gondok dalam skala besar merupakan salah satu cara mengendalikan pertumbuhannya (Guerena *et al.*, 2015). Dilihat dari kandungan nutrisinya, eceng gondok dapat digunakan sebagai bahan pakan khususnya dimasa kekurangan atau kelangkaan dan dikategorikan sebagai bahan pakan sumber energi (Shamin *et al.*, 2017). Tingginya kandungan serat kasar (18%-36%) dan komponen serat kasar merupakan kendala dalam penggunaannya sebagai bahan pakan unggas (Gressel, 2008). Melihat ketersediaan yang melimpah, potensi sebagai bahan pakan serta faktor pembatas yang dikandung eceng gondok, perlu upaya untuk mengoptimalkan penggunaannya sebagai bahan pakan. Upaya mengoptimalkan pemanfaatan eceng gondok antara lain dapat dilakukan dengan menggunakan jasa mikroba melalui proses fermentasi (Mahmilia, 2005; Mangisah *et al.*, 2010). Melalui proses fermentasi, kapang akan menghasilkan enzim-enzim yang akan mendegradasi serat kasar menjadi komponen-komponen sederhana yang mudah diserap.

Phanerochaeta chrysosporium adalah kapang pelapuk putih yang banyak digunakan dalam penelitian karena kemampuannya memproduksi kompleks enzim lignolitik yaitu Ligninperoxidase (LiP) dan Manganperoxidase (Mnp) yang secara bersama-sama dapat mendegradasi komponen lignoselulosa substrat (Ghunu dan Tarmidi, 2006). *Trichoderma reesei* adalah kapang selulolitik, yaitu kapang

penghasil selulase yang mampu mendegradasi polisakarida kompleks seperti selulosa, hemiselulosa dan pectin menjadi senyawa sederhana seperti glukosa yang merupakan substrat sumber energi bagi ternak nonruminansia (Fransistika *et al.*, 2012.).

Kedua kapang ini telah digunakan untuk fermentasi berbagai substrat baik secara tunggal maupun campuran. Hasil penelitian Abdullah (2009), *Phanerochaeta chrysosporium* mampu menurunkan komponen serat kasar dan meningkatkan protein kasar jerami jagung dan jerami sorgum. Sari *et al.* (2011), menggunakan *Phanerochaeta chrysosporium* untuk mengukur produksi bioetanol eceng gondok. Sementara Syahrir (2013) telah menggunakan *Phanerochaeta chrysosporium* bersama-sama dengan *Pleurotus ostreatus*, mampu meningkatkan nilai nutrien kulit buah kakao. Selanjutnya Mahmilia (2005) dalam percobaan dengan menggunakan *Trichoderma harzianum* mampu memperbaiki kualitas nutrien eceng gondok, dapat digunakan sampai 15% dalam pakan boiler. Penggunaan kedua jenis kapang secara bersama-sama untuk meningkatkan nilai nutrien eceng gondok belum diketahui. Dalam penelitian ini menggunakan *Phanerochaeta chrysosporium* dan *Trichoderma reesei* secara bersama sama untuk fermentasi eceng gondok. Diharapkan melalui fermentasi kultur campuran dapat diupayakan peningkatan manfaat penggunaan eceng gondok sebagai bahan pakan.

Dalam proses fermentasi, baik dosis inokulum maupun lama inkubasi sudah tentu dapat mempengaruhi produk akhir. Tingkat dosis berkaitan dengan besaran populasi mikroba, yang berpeluang menentukan cepat tidaknya perkembangan mikroba yang selanjutnya akan merombak substrat, sehingga mempengaruhi produk akhir. Perlakuan lama inkubasi berkaitan dengan waktu yang dapat digunakan oleh

mikroba untuk tumbuh dan merombak substrat.

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Materi penelitian

Eceng gondok diperoleh dari danau Tondano Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara; Seperangkat analisis proksimat dan *Van Soest, Autoclave*, Plastik tahan panas yang berukuran 20 x 40 cm dengan tebal 0,8 mm untuk kemasan; Jamur *Phanerochaete chrysosporium* diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Pusat Penelitian Antar Universitas (PPAU) Institut Teknologi Bandung (ITB) dan *Trichoderma reesei* diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Pusat Penelitian Antar Universitas (PPUA) Universitas Gajah Mada (UGM); Timbangan untuk menimbang media dan eceng gondok; Chopper, untuk memotong daun dan tangkai eceng gondok; Kentang, agar batang, dan aquades. Bahan-bahan Kimia seperti Alkohol, NaOH, HCL 1 N, Dekstrosa dan NaCl Fisiologis diperoleh dari yang disediakan oleh laboratorium; Peralatan lain yang digunakan seperti kompor gas, pemanas spiritus, labu erlenmeyer, kapas steril, *aluminium foil*, *ose*, kertas saring, cawan petri, dan tabung reaksi.

Cara kerja

Proses fermentasi diawali dengan menambahkan air (kadar air 80%) pada substrat tepung eceng gondok kemudian masukkan dalam kantong plastik tahan panas, disterilkan dengan cara dikukus selama 45 menit, diangkat lalu dibiarkan dingin sampai mencapai suhu ruang. Selanjutnya substrat tepung eceng gondok di inokulasikan dengan inokulum jamur sesuai dosis perlakuan. Kantong plastik diberi lobang untuk mendapatkan kondisi aerob. Kemudian inkubasikan selama 0, 4, 8, dan 12 hari. Masing-masing perlakuan di ulang 3 kali. Kondisi yang dipertahankan tetap dan sama adalah kadar air 80%,

ketebalan substrat yang difermentasi 2 cm, pH fermentasi 5, suhu fermentasi 28-30°C. Setelah masing-masing waktu fermentasi dicapai, tepung eceng gondok fermentasi (TEGF) dikeringkan sampai diperoleh berat konstan. Selanjutnya pengujian nilai nutrisi melalui analisa proximat (AOAC, 1990) dan komponen serat kasar dengan metode Van Soest (1982).

Metode penelitian

Percobaan bertujuan mengkaji kemampuan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Trichoderma reesei* secara bersama sama memperbaiki kualitas eceng gondok, dengan berbagai dosis inokulum dan lama waktu fermentasi., dilaksanakan di laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Sam Ratulangi Manado.

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 3 x 4 perlakuan. setiap perlakuan diulang 3 kali. Faktor pertama adalah D (Dosis inokulum), faktor kedua adalah W (lama waktu fermentasi) dengan kombinasi sebagai berikut: D1=1% *Trichoderma reesei* +1% *Phanerochaete chrysosporium*; D2=2% *Trichoderma reesei* +2% *Phanerochaete chrysosporium* D3=3% *Trichoderma reesei* +3% *Phanerochaete chrysosporium* per kg tepung eceng gondok. Faktor kedua lama inkubasi (W), dengan 4 taraf yaitu: W0= 0 hari; W1= 4 hari; W2= 8 hari, W3= 12 hari. Variabel yang diukur adalah: Kandungan protein kasar, serat kasar dan lignin tepung eceng gondok fermentasi.

Analisa statistik

Data yang diperoleh ditabulasi menggunakan program excel dan di analisis menggunakan sidik ragam Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan program DSAASTAT. Apabila ada perbedaan pengaruh diantara perlakuan, maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan's (Steel dan Torrie, 1992).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh dosis inokulum (D), waktu inkubasi (W) dan interaksi dosis inokulum (D) dan waktu inkubasi (W) pada fermentasi dengan kombinasi *Phanerochaete chrysosporium* dan *Trichoderma reesei* terhadap kandungan protein kasar, serat kasar dan lignin dapat dilihat berturut-turut pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

Data Tabel 1 menunjukkan kandungan protein kasar, tertinggi diperoleh pada perlakuan D3 (15,22%) berbeda sangat nyata lebih tinggi ($P<0,01$) dengan D2 (14,81%) dan D1(13,97%). Makin tinggi dosis inokulum makin banyak populasi kapang, dan pada gilirannya makin banyak populasi miselium yang terbentuk seiring pula dengan hal itu akan meningkatkan kandungan nitrogen total. Menurut Nuraini (2014), pertumbuhan kapang yang terjadi akan memberikan sumbangan protein tubuhnya pada substrat, sehingga terjadi peningkatan kandungan protein kasar sesudah fermentasi. Crueger dan Crueger (1989) menyatakan tubuh kapang mengandung protein cukup tingginya yaitu 40-60%. Selanjutnya Carlile dan Watkinson (1995) menyatakan bahwa fermentasi dapat meningkatkan kandungan gizi dan daya cerna suatu bahan.

Data kandungan serat kasar Tabel 1 menunjukkan perlakuan fermentasi telah menyebabkan penurunan serat kasar. Hasil uji jarak berganda *Duncan* menunjukkan kandungan serat kasar pada perlakuan dosis inokulum 2% (D1) berbeda nyata lebih tinggi dibanding perlakuan dosis inokulum 4% (D2) dan 6% (D3). Hal yang sama antara perlakuan dosis inokulum 6% (D3) terhadap dosis inokulum 4% (D2). Hasil menunjukkan bahwa dengan bertambahnya dosis (D3) terjadi peningkatan serat kasar. Artinya pada populasi kapang 4% (D2) merupakan dosis yang optimal untuk menurunkan serat kasar substrat. Hal ini menunjukkan bahwa dengan bertambahnya

dosis inokulum terjadi kompetisi dalam memanfaatkan serat substrat (Hatta, 2013). Hal lain adalah hifa dikelilingi oleh dinding sel yang terdiri dari polisakarida (Imsya *et al.*, 2014). Oleh karena itu dengan bertambahnya dosis menyebabkan serat kasar meningkat. Penurunan serat kasar substrat berhubungan dengan peran enzim yang dihasilkan oleh kedua kapang. *Phanerochaete chrysosporium* dengan enzim ligninolitik mampu mendegradasi komponen lignoselulosa secara selektif dan *Trichoderma reesei* dengan enzim selulase yang dihasilkan, selanjutnya merombak selulosa yang terlepas dari ikatan dengan lignin. Perlakuan dosis inokulum menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P<0,01$) terhadap kandungan lignin. Rataan kandungan lignin hasil penelitian (Tabel 1) menunjukkan perlakuan dosis inokulum 2% (D1) berbeda nyata lebih tinggi terhadap Dosis 4% (D2) dan dosis 6% (D3) demikian halnya dosis D3 berbeda nyata lebih tinggi dibanding dosis 4% (D2). Hal menunjukkan dosis inokulum 4% (D2) merupakan dosis yang terbaik untuk menurunkan lignin substrat. Peningkatan dosis yang tidak diimbangi dengan nutrisi substrat yang sesuai akan mengakibatkan pertumbuhan kapang terhambat selama proses fermentasi, sehingga proses degradasi tidak lagi optimal menurunkan lignin substrat.

Hasil percobaan pengaruh waktu fermentasi terhadap kandungan protein kasar, serat kasar dan lignin tabel 2 menunjukkan bahwa selama percobaan, perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P<0,01$) meningkatkan kandungan protein kasar dan menurunkan serat kasar dan lignin. Rataan kandungan protein kasar secara konsisten makin meningkat dengan bertambahnya waktu fermentasi dimana kandungan protein kasar tertinggi terdapat pada perlakuan lama inkubasi 12 hari (W3) dengan nilai 16,63 % dan terendah pada lama inkubasi 0 hari (W0).

Tabel 1. Pengaruh dosis inokulum terhadap kandungan protein kasar, serat kasar dan lignin.

Kandungan nutrisi (%)	Dosis		
	D1	D2	D3
PK (%)	13,97± 0,44 ^a	14,81± 1,61 ^b	15,22± 0,47 ^c
Serat kasar (%)	18,50± 0,71 ^c	16,27± 0,95 ^b	17,50± 1,08 ^a
Lignin	4,3± 0,09 ^c	3,5± 0,61 ^a	3,8± 0,31 ^b

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

Hasil uji jarak berganda *Duncan* menunjukkan rataan kandungan protein kasar pada lama inkubasi W2 dan W3 berbeda sangat nyata (P<.01) lebih tinggi dengan lama inkubasi W0 dan W1 demikian pula dengan lama inkubasi W1 berbeda sangat nyata lebih tinggi dengan W0. Antara perlakuan lama inkubasi W2 dan W3 satu sama lain tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Hal ini menunjukkan bahwa waktu inkubasi 8 hari adalah waktu yang terbaik bagi kapang untuk mendegradasi substrat. Inkubasi lebih lanjut tidak lagi menunjukkan perbedaan yang nyata, diduga kapang telah memasuki fase stasioner.

Rataan kandungan serat kasar (Tabel 2) menunjukkan bahwa selama proses fermentasi telah mengakibatkan adanya penurunan serat kasar dengan bertambahnya waktu fermentasi dan waktu 8 hari merupakan waktu yang optimal bagi

kapang untuk menurunkan serat kasar substrat. Penurunan serat kasar akibat perlakuan lama inkubasi adalah akibat pertumbuhan miselium kedua kapang yang menghasilkan lignase dan selulase kompleks yang dapat memecah kompleks lignin-karbohidrat. *Phanerochaeta chrysosporium* mempunyai kemampuan paling efisien dalam mendegradasi lignin sementara kelompok kapang soft rot (*Trichoderma reesei*) terbatas pada degradasi hemiselulosa dan selulosa (Janusz *et al.*, 2017). Hasil yang diperoleh menunjukkan kedua kapang dapat bersinergi mendegradasi serat kasar. Hilakore (2013), menyatakan bahwa fermentasi menggunakan campuran mikroba akan menghasilkan enzim yang lebih lengkap dan dapat menguraikan serat kasar menjadi komponen sederhana dalam persentase lebih besar dibanding menggunakan kapang secara tunggal.

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan Waktu (W) Fermentasi Campuran *Phanerochaeta chrysosporium* dan *Trichoderma reesei* Terhadap PK (Protein Kasar), Serat Kasar (SK dan Lignin)

Kandungan nutrisi (%)	Waktu			
	W0	W1	W2	W3
Protein kasar (PK)	11,28± 0,44 ^a	14,36± 1,61 ^b	16,38± 0,47 ^c	16,63± 0,18 ^c
Serat kasar	22,2± 0,71 ^c	16,27± 0,95 ^b	15,8± 1,08 ^a	15,68± 1,29 ^a
Lignin	4,93± 0,09 ^d	4± 0,61 ^c	3,52± 0,31 ^b	3,0± 0,81 ^a

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan sangat nyata (P<0,01)

Tabel 3. Pengaruh Interaksi Dosis Inokulum (D) dan Waktu Inkubasi (W) *Phanerochaete chrysosporium* dan *Trikoderma reesei* terhadap PK (Protein Kasar), Serat Kasar (SK), dan Lignin

Protein kasar (%)				
Dosis inokulum	Waktu inkubasi			
	W0	W1	W2	W3
D1	10,95± 0,10 ^a	12,59± 0,34 ^c	15,90± 16,66 ^{ef}	16,42± 0,75 ^{fg}
D2	11,10± 0,07 ^a	14,70± 0,38 ^d	16,66± 0,29 ^g	16,76± 0,38 ^g
D3	11,79± 0,21 ^b	15,77± 0,20 ^e	16,59 0,33 ^g	16,71± 0,35 ^g
Serat kasar (%)				
Dosis inokulum	Waktu inkubasi			
	W0	W1	W2	W3
D1	23,01± 0,07 ^g	17,32± 0,50 ^e	16,72± 0,17 ^d	16,92± 0,59 ^{de}
D2	21,64± 0,56 ^f	15,48± 0,21 ^b	14,63± 0,32 ^a	14,35± 0,20 ^a
D3	22,01 0,06 ^f	16,03± 0,23 ^{bc}	16,11± 16,11 ^c	15,76± 0,10 ^{bc}
Lignin (%)				
Dosis inokulum	Waktu inkubasi			
	W0	W1	W2	W3
D1	4,86± 0,24 ^d	4,68± 0,61 ^d	3,85± 0,40 ^c	3,65± 0,32 ^{bc}
D2	4,90± 0,07 ^d	3,48± 0,61 ^{bc}	3,48± 0,50 ^{bc}	2,09± 0,50 ^a
D3	5,03± 0,07 ^d	3,86± 0,02 ^c	3,24± 0,40 ^b	3,24± 0,40 ^b

Hasil analisis ragam pada Tabel 3 menunjukkan bahwa interaksi antara lama inkubasi dan dosis inokulum *Phanerochaete chrysosporium* dan *Trikoderma reesei* berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap peningkatan kandungan protein kasar dan penurunan serat kasar dan lignin. Berdasarkan peningkatan protein dan penurunan serat kasar dan lignin dan dengan melihat efisiensi waktu bahwa peningkatan optimal diperoleh pada perlakuan D2W2, artinya perlakuan D2W2 merupakan kombinasi ideal bagi kedua kapang untuk tumbuh dan berkembang biak dan selanjutnya mendegradasi substrat.

Meningkatnya dosis inokulum dan waktu inkubasi menyebabkan jumlah enzim yang dihasilkan makin bertambah, akibatnya degradasi komponen serat makin banyak. Penurunan komponen serat disebabkan karena adanya enzim LiP, MnP dan Lakase yang dihasilkan *Phanerochaete chrysosporium* yang berfungsi untuk mendegradasi lignin selanjutnya komponen

serat yang terlepas akan didegradasi oleh enzim selulase yang dihasilkan oleh *Trikoderma reesei*.

KESIMPULAN

Fermentasi eceng gondok dengan campuran kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Trikoderma reesei* dapat meningkatkan kualitas nutrisi, berdasarkan peningkatan protein kasar dan penurunan serat kasar dan lignin yang diperoleh pada dosis inokulum 4% dan waktu inkubasi 8 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah S. 2009. Bioconversi Jerami Jagung Dan Sorgum Oleh *Phanerochaete Chrysosporium* Serta Efeknya Terhadap Performa Domba Lokal. Disertasi. Universitas Padjadjaran, Bandung.

- AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemist Official Methods of Analysis. Third Editon. AOAC. Washington DC.
- Carlile M.J. dan S.C Watkinson. 1995. The Fungi. Academy press Inc. London.
- Crueger W. dan A. Crueger. 1989. Biotechnology: ATexbook of Industrial Microbiology, Sinauer Associates Inc Sunderland.
- Fransistika R., N. Idiawati, L. Destiarti. 2012. Pengaruh waktu fermentasi campuran *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* terhadap kandungan protein dan serat kasar ampas sagu. Jurnal Kimia Khatulistiwa, 1(1): 35-39.
- Ghunu S. dan A.R. Tarmidi. 2006. 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. Jurnal Ilmu Ternak, 6(2): 81-86.
- Gressel J. 2008. Transgenics are imperative for biofuel crops. Plant Sci. 174 : 246 -263.
- Guerena D., H. Neufeldt, J. Berazneva, S. Duby. 2015. Water hyacinth control in Lake Victoria: Transforming an ecological catastrophe into economic, social and environmental benefits. Sustainable Production and Consumption, 3: 59-69.
- Hatta U., O. Sjojfan, dan B. Sundu. 2013. Pengaruh fermentasi kombinasi jamur *Pleurotus ostreatus* dengan *Trichoderma viridae* terhadap kandungan nutrien dan aktivitas Enzim selulase bungkil kopra. Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan, 24 (2): 20-30.
- Hilakore M.A. 2008. Peningkatan Kualitas Nutritif Putak Melalui Fermentasi Campuran *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* Sebagai Pakan Ruminansia. Disertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Imsya A., E.B. Laconi, K.G. Wiryawan, Y. Widyastuti. 2014. Biodegradasi lignoselulosa dengan *Phanerochaete chrysosporium* terhadap perubahan nilai gizi pelepah sawit. Jurnal Peternakan Sriwijaya, 3(2): 12-19.
- Janusz G., A. Pawlik, J. Sulej, U. Swiderska-Burek, A. Jarosz-Wilkolazka, A. Paszczynski. 2017. Lignin Degradation: Microorganism, enzymes involved, genomes analysis and evolution. FEMS Microbiol. Rev, 41:941-962.
- Mahmilia F. 2005. Perubahan nilai gizi eceng gondok fermentasi dan pemanfaatannya sebagai ransum ayam Pedaging. J. Ilmu Ternak dan Vet, 10(2): 90 – 95.
- Mangisah I., B. Sukanto, M.H. Nasution. 2009. Impelemntation of fermented eceng gondok In duck ration, J. Indon. Trop. Anim. Agric, 34(2): 127 – 132
- Nuraini, N., M.E. Mahata, A. Djulardi. 2014. Peningkatan kualitas campuran kulit pisang dengan ampas tahu melalui fermentasi dengan *Phanerochaeta chrysosporium* dan *Neurospora crassa* sebagai pakan ternak. Jurnal Peternakan, Vol 11 (1) : 22-28
- Nyananyo B.L., A.H. Gijo, E.N. Ogamba. 2007. The Physico –chemistry and distribution of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) on The River Nun in The Niger Nelta. J. Appl. Sci. Environ. Management, 11(3) : 133 – 137.
- Sari E., S. Syamsiah, H. Sulisty, M. Hidayat. 2017. Biodelignifikasi eceng gondok untuk meningkatkan digestibilitas pada proses hidrolisis enzimatik. Reaktor, 17(1): 53-58
- Shamin H.M., M.A. Abdel-Rahman, Md. S. Hussain, Md. R. Islam, A. Al-Mahin. 2017. Bioconversion of water hyacinth to nutritionally enriched animal feed by solis state fermentation using *Pleorutus sajor-*

- caju*. J. Microbiol Biotech Food Sci, 6(5): 1165-1169.
- Syahrir S. 2013. Evaluasi Nilai Nutrisi Kulit Buah Kakao Biokonversi Sebagai Pakan Kambing Lokal. Disertasi. Program Pascasarjana Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang.
- Van Soest P. J. 1982. Nutritional Ecology of The Ruminant Metabolism. Nutritinal Strategies. The Cellulolitic Fermentation and Chemistry of Forage and Plant Fibers. Cornell University. O & B books Inc. Oregon. USA.