

# PENINGKATAN KUALITAS CAMPURAN KULIT PISANG DENGAN AMPAS TAHU MELALUI FERMENTASI DENGAN *Phanerochaete chrysosporium* DAN *Neurospora crassa* SEBAGAI PAKAN TERNAK

NURAINI, M. E. MAHATA DAN A. DJULARDI

Fakultas Peternakan Universitas Andalas

Kampus Unand Limau Manis

Email : [nainuraini63@yahoo.co.id](mailto:nainuraini63@yahoo.co.id)

## ABSTRACT

Banana peel can be used as an alternative feed based on the potential availability and nutritional. The experiments were conducted to improve the nutrient quality of Banana Peel and Tofu Waste mixture (BPTW) by using *Phanerochaete chrysosporium* and *Neurospora crassa*. This substrate consists of banana peel 70% and tofu waste 30%. The experiment was performed in 3 treatment completely randomized design (CRD) with 6 replicates. The treatments were : A= fermentation BPTW by *Phanerochaete chrysosporium* and *Neurospora crassa* (1:1), B = fermentation BPTW by *Phanerochaete chrysosporium* and *Neurospora crassa* (2:1), and C = fermentation BPTW by *Phanerochaete chrysosporium* and *Neurospora crassa* (1:2). Measured variables were Crude Fiber (CF), Crude Protein (CP), Nitrogen Retention and CF digestion. The result of the research showed that the treatment affected significantly ( $p < 0.01$ ) reduced CF and increased CP, nitrogen retention and CF digestion. In conclusion, fermentation by *Phanerochaete chrysosporium* and *Neurospora crassa* (2:1) was the best treatment for improving banana peel and tofu waste nutrient quality

Keywords : Banana peel, tofu waste, *Phanerochaete chrysosporium*, *Neurospora crassa*

## PENDAHULUAN

Pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan merupakan suatu alternatif dalam meningkatkan ketersediaan bahan baku dalam penyusunan ransum. Kulit pisang merupakan limbah dari industri pengolahan pisang yang belum banyak diminati masyarakat untuk dijadikan sebagai pakan alternatif. Berdasarkan Badan Pusat Statistik Sumbar (2010) produksi pisang di Sumatera Barat mencapai 100.525 ton. Pengolahan pisang akan menghasilkan limbah kulit pisang yang cukup banyak jumlahnya kira-kira 1/3 dari buah pisang yang belum dikupas (Munadjim, 1983) sehingga diperkirakan potensi kulit pisang 33,51 ton pada tahun 2010.

Kandungan zat makanan kulit pisang cukup baik yaitu protein kasar 10,91% dan BETN 53,94% (Kurniati, 2011), tetapi mengandung serat kasar yang tinggi yaitu 14,16%; lignin 19,88% dan selulosa 11,14% (Hasil analisis Laboratorium Teknologi Industri Pakan (TIP) Fakultas Peternakan Universitas

Andalas, 2013). Dilihat dari potensi dan gizi yang terkandung didalamnya maka kulit pisang batu (*Musa brachyarpa*) merupakan bahan yang cukup potensinya untuk digunakan sebagai pakan. Pemanfaatan kulit buah pisang sebagai pakan terbatas hanya 7% dalam ransum broiler, hal ini disebabkan kandungan serat kasar (selulosa dan lignin) yang tinggi sehingga pencernaan rendah.

Untuk meningkatkan kualitas kulit pisang batu sehingga pemanfaatannya dalam ransum ternak dapat maksimal, maka diperlukan upaya untuk mengurangi kandungan serat kasar melalui fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*. Kapang *Phanerochaete chrysosporium* dapat memproduksi enzim ligninase dan selulase yang tinggi (Howard *et al.*, 2003). Kapang *Phanerochaete chrysosporium* adalah jamur pelapuk yang dikenal kemampuannya dalam mendegradasi lignin. Menurut Zeng *et al.* (2010) beberapa spesies kapang pelapuk putih dari kelas *Basidiomycetes* mampu memecah semua komponen lignoselulosa.

Hasil penelitian Nuraini *et al* (2013) menunjukkan fermentasi menggunakan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dengan komposisi 80% kulit buah coklat dan 20% ampas tahu (C:N = 10:1) dapat meningkatkan protein kasar 33,79% dan menurunkan serat kasar 33,02%. Menurut Fadillah *et al.* (2008) kandungan lignin dari batang jagung dapat berkurang 81,40% dengan bantuan enzim ligninase dan kandungan selulosa berkurang 43,03% dengan bantuan enzim selulase yang dihasilkan *Phanerochaete chrysosporium* dengan dosis inokulum 7% dan lama fermentasi 10 hari. Nuraini (2013) melaporkan fermentasi kulit buah kopi dan ampas tahu dengan dosis 7% dan lama fermentasi 10 hari dapat menurunkan kandungan serat kasar 43,89%.

Berdasarkan penelitian Nuraini (2013) fermentasi menggunakan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dengan komposisi 70% kulit buah kopi dan 30% ampas tahu dapat meningkatkan protein kasar 42,62% (dari 13,77% sebelum fermentasi menjadi 19,64% sesudah fermentasi) dan menurunkan serat kasar 28,45% (dari 25,08% sebelum fermentasi menjadi 17,94% sesudah fermentasi).

Fermentasi juga dilakukan menggunakan kapang *Neurospora crassa*. Hasil penelitian Nuraini dan Marlida (2005) menyatakan kapang *Neurospora crassa* merupakan kapang penghasil  $\beta$ -karoten tertinggi yang telah diisolasi dari tongkol jagung. Kapang *Neurospora crassa* dapat menghasilkan enzim amilase, enzim selulase dan enzim protease (Nuraini, 2006). Hasil penelitian Nuraini *et al.* (2009) menunjukkan onggok setelah difermentasi dengan kapang *Neurospora crassa* dengan dosis inokulum 9%, lama fermentasi 7 hari dan ketebalan substrat 2 cm diperoleh kandungan protein kasar meningkat dari 3,06% sebelum fermentasi menjadi 18,94% sesudah fermentasi, kandungan serat kasar turun dari 19,45% sebelum fermentasi menjadi 16,75% sesudah fermentasi dan kandungan zat-

zat makanan lainnya adalah lemak 2,25%, kalsium 0,22%, fosfor 0,02%, BETN 52,25% dan  $\beta$ -karoten 270,60 mg/kg.

Keberhasilan fermentasi media padat sangat tergantung pada kondisi optimum yang diberikan. Dalam hal ini yang perlu diperhatikan dalam fermentasi media padat adalah komposisi substrat, dosis inokulum yang diberikan dan lama inkubasi yang dilakukan karena berpengaruh terhadap kandungan zat makanan produk fermentasi (Nuraini, 2006). Hal terpenting yang harus ada dalam medium fermentasi menurut Carlile dan Watkinson (1995) adalah sumber karbon, nitrogen dan unsur-unsur esensial lainnya dalam jumlah dan imbangannya yang sesuai. Komposisi substrat yang digunakan adalah campuran 70% kulit pisang dengan 30% ampas tahu berdasarkan imbangannya C/N yang dibutuhkan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* yaitu 8:1. Perbandingan komposisi inokulum kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* untuk meningkatkan kandungan dan kualitas nutrisi produk fermentasi campuran kulit pisang batu dan ampas tahu belum diketahui. Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui komposisi inokulum *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* yang cocok untuk meningkatkan kualitas campuran kulit pisang dan ampas tahu.

## MATERI DAN METODE

Substrat yang digunakan terdiri dari 70% kulit pisang dan 30% ampas tahu (KPAT). Inokulum kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* menggunakan dedak sebagai substrat. Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) menurut Steel dan Torrie (1991) yang terdiri atas 3 perlakuan dan 6 ulangan yaitu dengan perlakuan adalah sebagai berikut :

- A = Fermentasi KPAT dengan *P. crhysosporium* + *N. crassa* (1:1)  
 B = Fermentasi KPAT dengan *P. crhysosporium* + *N. crassa* (2:1)  
 C = Fermentasi KPAT dengan *P. crhysosporium* + *N. crassa* (1:2)

Pembuatan produk fermentasi adalah kulit pisang (KP) 70% dan ampas tahu (AT) 30%, ditambahkan aquades (kadar air 60%), disterilisasi dalam *autoclave* (121°C selama 15 menit). Setelah itu KP steril diinokulasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* sebanyak 10% dari jumlah substrat sesuai perlakuan (1:1, 2:1, 1:2) dan diinkubasi selama 10 hari. Peubah yang diamati adalah perubahan kandungan protein kasar, serat kasar (AOAC, 2000), retensi nitrogen dan pencernaan serat kasar (Sibbald, 1986).

Pengukuran retensi nitrogen dan pencernaan serat kasar menggunakan ayam broiler umur 6 minggu sebanyak 28 ekor yang terdiri dari 18 ekor ayam perlakuan dan 6 ekor ayam memakan pakan kontrol (tanpa fermentasi) dan 4 ekor sebagai

faktor koreksi (pengukuran retensi nitrogen), yang ditempatkan pada kandang metabolik secara individual. Ayam terlebih dahulu dipuasakan selama 24 jam, kemudian ayam perlakuan dicekok (*force feeding*) pakan perlakuan sebanyak 30 g. Ekskreta kemudian ditampung selama 48 jam, yang mana untuk ayam koreksi tetap dipuasakan selama 72 jam. Feses disemprot dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,3 N setiap 5 jam, setelah itu dianalisis kandungan nitrogen dan serat kasar ekskreta.

Data dianalisis dengan analisis statistik RAL menurut Steel dan Torrie (1991).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tahap I : Peningkatan Protein Kasar dan Penurunan Serat Kasar Produk Fermentasi.

Rataan peningkatan protein kasar dan serat kasar campuran kulit pisang dan ampas tahu produk fermentasi (KPBATF) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 : Rataan peningkatan protein kasar dan penurunan serat kasar KPBATF.

Perlakuan	Protein kasar (%)	Serat Kasar (%)
A = Fermentasi KPAT dengan <i>P. crhysosporium</i> + <i>N. crassa</i> (1:1)	23,14 <sup>b</sup> ± 1,20	26,54 <sup>b</sup> ± 1,32
B = Fermentasi KPAT dengan <i>P. crhysosporium</i> + <i>N. crassa</i> (2:1)	33,80 <sup>a</sup> ± 1,24	48,11 <sup>a</sup> ± 1,25
C = Fermentasi KPAT dengan <i>P. crhysosporium</i> + <i>N. crassa</i> (1:2)	20,64 <sup>b</sup> ± 1,18	20,27 <sup>c</sup> ± 1,21

Ket : Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata (P<0,05)

Dari Tabel 1 terlihat peningkatan protein kasar tertinggi terdapat pada perlakuan KPBATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* 2:1 yaitu 33,80% dan yang terendah pada perlakuan KPBATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* 1:2 yaitu 20,64%. Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda nyata (P<0,05) terhadap peningkatan protein kasar dan penurunan serat kasar produk fermentasi.

Hasil uji DMRT memperlihatkan perlakuan B dengan komposisi inokulum *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* 2:1 nyata (P<0,05) lebih tinggi dibandingkan perlakuan A (KPBATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* 1:1) dan C (KPBATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* 1:2) terhadap peningkatan protein kasar.

Tingginya peningkatan protein kasar pada perlakuan B yaitu 33,80% (dari 13,61% sebelum fermentasi menjadi

18,21% sesudah fermentasi) berkaitan dengan pertumbuhan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* yang subur dan merata pada substrat KPBAT. Ini terbukti total koloni kapang pada perlakuan B yang banyak yaitu ( $42,9 \times 10^7$  cfu/ml) dibandingkan perlakuan A ( $35,3 \times 10^7$  cfu/ml) dan perlakuan C ( $33,3 \times 10^7$  cfu/ml). Kapang yang subur akan memberikan sumbangan protein tubuhnya lebih banyak dibandingkan perlakuan A dan perlakuan C. Proses pengayaan protein bahan akibat proses fermentasi menggunakan mikroorganisme tersebut identik dengan pembuatan *single cell protein* dan pada proses ini tidak dipisahkan antara sel mikroba yang tumbuh dengan substratnya, sehingga terjadi peningkatan kandungan protein sesudah fermentasi. Proses ini dikenal dengan proses "*protein enrichment*" menurut Carlile dan Watkinson (1995). Menurut Crueger dan Crueger (1989) kapang mengandung protein yang cukup tinggi yaitu 40-60%. Fermentasi merupakan kegiatan mikroba pada bahan sehingga dihasilkan produk yang lebih baik dan fermentasi dapat meningkatkan kandungan gizi dan daya cerna suatu bahan (Carlile dan Watkinson, 1995).

Ditinjau dari penurunan serat kasar pada Tabel 1, tampak pada perlakuan B diperoleh angka penurunan serat kasar yang tinggi yaitu 48,11% (dari 19,33% sebelum fermentasi menjadi 12,10% sesudah fermentasi) dan pada perlakuan C diperoleh angka penurunan yang paling rendah yaitu 20,27%. Hasil uji statistik menunjukkan pada perlakuan B (fermentasi KPATF dengan inokulum *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*, 2:1) terdapat penurunan serat kasar lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Ini disebabkan pada perlakuan tersebut lebih banyak kapang *Phanerochaete chrysosporium* yang tumbuh (bersifat selulolitik dan ligninolitik), sehingga lebih banyak enzim ligninase dan selulase dihasilkan untuk merombak

lignin dan selulosa, akibatnya serat kasar pada substrat lebih banyak dirombak (penurunan serat kasar lebih tinggi). Kapang *Phanerochaete chrysosporium* merupakan kapang pelapuk putih yang mampu mendegradasi komponen lignoselulosa secara selektif, merombak lignin terlebih dahulu kemudian diikuti dengan selulosa (Tuomela *et al.*, 2002). Pada perlakuan B secara visual tampak sampai hari ke-5 masih banyak tumbuh kapang *Phanerochaete chrysosporium* yang ditandai dengan substrat yang lebih dominan berwarna putih dibandingkan pada perlakuan C yaitu fermentasi KPAT dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* perbandingan 1:2 tampak pada hari ke-5, substrat sudah berwarna orange yang didominasi oleh *Neurospora crassa* dan sedikit kapang *Phanerochaete chrysosporium* yang tumbuh, akibatnya kandungan serat kasar (selulosa dan lignin) masih tinggi.

#### **Tahap II : Uji Kualitas Nutrisi (Retensi Nitrogen dan Kecernaan Serat kasar Produk Fermentasi**

Pengaruh perlakuan terhadap retensi nitrogen dan kecernaan serat kasar ayam broiler yang mengkonsumsi campuran kulit pisang dan ampas tahu fermentasi (KPATF) dapat dilihat pada Tabel 2.

Pada Tabel 2 tampak kandungan retensi nitrogen dan kecernaan serat kasar tertinggi terdapat pada perlakuan B yaitu berturut-turut 66,83% dan 55,82% dan yang terendah pada perlakuan C yaitu berturut-turut 57,07% dan 46,14%.

Tingginya retensi nitrogen pada perlakuan B (KPATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* perbandingan 2:1) yaitu 66,83% menunjukkan kualitas protein produk fermentasi pada B lebih baik daripada perlakuan A dan C. Hal ini didukung oleh Wahju (1997) retensi nitrogen dipengaruhi oleh daya cerna protein, kualitas protein dan keseimbangan konsumsi nitrogen serta energi metabolisme dalam ransum.

Tabel 2 : Rataan retensi nitrogen dan pencernaan serat kasar broiler yang mengkonsumsi KPATF

Perlakuan	Retensi Nitrogen (%)	Kecernaan Serat Kasar (%)
A = Fermentasi KPAT dengan <i>P. chrysosporium</i> + <i>N. crassa</i> (1:1)	60,91 <sup>b</sup> ± 1,78	50,03 <sup>b</sup> ± 1,35
B = Fermentasi KPAT dengan <i>P. chrysosporium</i> + <i>N. crassa</i> (2:1)	66,83 <sup>a</sup> ± 1,52	55,82 <sup>a</sup> ± 1,21
C = Fermentasi KPAT dengan <i>P. chrysosporium</i> + <i>N. crassa</i> (1:2)	57,07 <sup>c</sup> ± 1,65	46,14 <sup>c</sup> ± 1,32

Ket : Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

Menurut Lyod *et al.*, (1978) retensi nitrogen merupakan salah satu metoda untuk menilai kualitas protein ransum dengan jalan mengukur konsumsi nitrogen dan pengeluaran nitrogen dalam feses dan urine, sehingga dapat diketahui banyaknya nitrogen yang tertinggal dalam tubuh.

Tingginya retensi nitrogen pada perlakuan B berkaitan dengan jumlah protein kasar yang dikonsumsi juga tinggi. Konsumsi protein pada perlakuan B yaitu 3,64 g/ekor lebih tinggi dari konsumsi protein pada perlakuan A yaitu 3,23 g/ekor dan perlakuan C yaitu 3,19 g/ekor. Konsumsi protein yang tinggi berkaitan dengan kandungan protein kasar yang lebih tinggi pada perlakuan B setelah difermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* 2:1 yaitu 18,21%. Konsumsi protein kasar yang tinggi mengakibatkan semakin banyak protein yang dicerna sehingga banyak yang disimpan dalam tubuh akibatnya persentase retensi nitrogen akan meningkat. Menurut Farrel (1974) retensi nitrogen merupakan protein makanan yang tersimpan dalam tubuh. Retensi nitrogen merupakan selisih antara jumlah protein yang dimakan dengan yang dikeluarkan melalui feses dan urine yang diperoleh dengan cara mengurangi jumlah nitrogen yang dikonsumsi dalam makanan dengan jumlah nitrogen dalam ekskreta.

Retensi nitrogen pada penelitian ini adalah 66,83%. Hasil ini lebih tinggi dari penelitian Nuraini (2013) yaitu fermentasi kulit umbi ubi kayu dan ampas tahu fermentasi dengan *Phanerochaete*

*chrysosporium* dengan dosis inokulum 10% dan lama fermentasi 10 hari retensi nitrogen sebesar 62,41%.

Ditinjau dari segi pencernaan serat kasar maka pada perlakuan B juga pencernaan serat kasar lebih tinggi dari perlakuan A dan perlakuan C. Hal ini berkaitan dengan kandungan serat kasar yang lebih rendah pada perlakuan B yaitu 12,10%. Rendahnya kandungan serat kasar disebabkan kandungan lignin dan selulosa yang terkandung dalam KPATF telah dipecah oleh enzim ligninase dan selulase yang diekskresikan oleh kapang *Phanerochaete chrysosporium* sehingga lebih mudah dicerna akibatnya pencernaan meningkat. Semakin rendah kandungan serat kasar bahan pakan maka semakin tinggi pencernaan serat kasar bahan pakan tersebut (Wahju, 1997). Menurut Winarno dkk. (1980) makanan yang mengalami fermentasi biasanya mempunyai nilai gizi yang lebih baik dari bahan asalnya disebabkan mikroorganisme bersifat katabolik atau memecah komponen yang kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna. Tingginya pencernaan serat kasar pada perlakuan B menunjukkan kualitas bahan pada perlakuan tersebut lebih baik dari pada perlakuan lainnya. Tingginya pencernaan serat kasar pada perlakuan B juga disebabkan pada kandungan hemiselulosa pada perlakuan tersebut nyata ( $P < 0,05$ ) tinggi yaitu 10,09% dibandingkan hemiselulosa perlakuan A yaitu 7,99% dan hemiselulosa pada perlakuan C yaitu 6,30%. Hemiselulosa adalah karbohidrat yang mudah dicerna, sehingga dapat meningkatkan pencernaan serat kasar.

## KESIMPULAN

Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* (2:1) merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan kualitas campuran kulit pisang dan ampas tahu. Peningkatan kandungan protein kasar tertinggi adalah 33,80%, penurunan kandungan serat kasar tertinggi adalah 48,11%, retensi nitrogen tertinggi adalah 66,83%, pencernaan serat kasar tertinggi adalah 55,82%.

## DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 2000. Official Methods of Analytical Chemist. 16<sup>th</sup> Ed. Arlington, WA.
- Badan Pusat Statistik. 2010. Statistik Perkebunan Indonesia 2009. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Carlile, M.J and S.C Watkinson. 1995. The Fungi. Academy Press Inc. London.
- Crueger, W and A. Crueger. 1989. Biotechnology: A Textbook of Industrial Microbiology, Sinauer Associates Inc Sunderland.
- Fadilah, S Distantina, E. K. Artati, dan A. Jumari. 2008. Bidelignifikasi batang jagung dengan jamur pelapuk putih (*Phanerochaete chrysosporium*). Ekuilibrium. 7(1).7-11.
- Farrel, D.J. 1974. Effect of dietary energy concentration on and utilization of energy by broiler composition determined from carcass analysis predicted using triticum. Poultry Science 15:24-41.
- Howard, R.T., Abotsi, E., Jansen van Rensburg, E.L., and Howard, S., 2003, Lignocellulose biotechnology : Issue of bioconversion and enzyme production, African Journal of Biotech. 2, 602-619.
- Lyod. LE., BE. Mc,Donald and IW Crampton, 1978. Fundamentals of Nutrition Ind Ed. W.H Freeman and Company, San Francisco.
- Munadjim, 1983. Teknologi Pengolahan Pisang Batu. PT. Gramedia Djakarta.
- Nuraini dan Y. Marlida. 2005. Isolasi kapang karotenologik untuk memproduksi pakan kaya  $\beta$ -karoten. Laporan penelitian Semique V. Lembaga Penelitian Universitas Andalas. Padang.
- Nuraini, 2006. Potensi kapang karotenogenik untuk memproduksi pakan sumber  $\beta$  karoten dan pengaruhnya terhadap ransum ayam pedaging dan petelur. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Andalas. Padang.
- Nuraini, M. E. Mahata dan Nirwansyah, 2013. Response of broiler fed cacao pod fermented by *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* in the diet. Pakistan Journal of Nutrition. 12(9):889-896.
- Nuraini, Sabrina and Suslina A. Latif. 2009. Improving the quality of tapioca by product through fermentation by *Neurospora crassa* to produce  $\beta$  carotene rich feed. Pakistan Journal of Nutrition. 8(4):487-490.
- Nuraini. 2013. Peningkatan kualitas beberapa limbah agro industri dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* sebagai pakan ternak. Laporan Penelitian Mandiri. Fakultas Peternakan. Universitas Andalas.
- Sibbald, I.R. 1986. The T M E system of feed evaluation methodology, feed composition data and bibliography. Technical Bulletin 1986- 4E, Agriculture Canada ,Ottawa.
- Steel, R. G. and J. H. Torrie. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistika: Suatu Pendekatan Biometrik, Ed. 2, Cetakan ke-2, Alih Bahasa B. Sumantri. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Tuomela M, Vikman M. Hatakka A, Itavaara M. 2000. Biodegradation of lignin in a compost environment : a review. Bioresour Technol. 72:169-183.
- Wahju, J. 1997. Ilmu Nutrisi Unggas. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Winarno, F. G. S. Fardiaz dan D. Fardiaz. 1980. Pengantar Teknologi Pangan. PT. Gramedia. Jakarta.

Zeng G., M Yu, Y. Chen, D. Huang, J. Zhang, H. Huang, R. Jiang and Z. Yu. 2010. Effect of inoculation with *Phanerochaete chrysosporium* at various time points on enzyme activities during agricultural waste composting. *Bioresour Technol.*, 101 : 222-227.