

BAB I

POTENSI POD KAKAO SEBAGAI PAKAN ALTERNATIF UNGGAS

Tanaman kakao (*Theobroma cacao L*) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang luas arealnya terus mengalami peningkatan. Indonesia merupakan negara terbesar ketiga sebagai produsen kakao setelah Ghana dan Pantai Gading. Tanaman cacao atau coklat (*Theobroma cacao L*) merupakan tanaman yang termasuk dalam divisi *Spermatophita*, klas *Dicotyledone*, ordo *Marvales*, family *Sterculiaceae*, genus *Theobroma* dan spesies *Theobroma cacao L* (BPPT, 2007).

Pod kakao merupakan limbah dari buah kakao, memiliki peranan yang sangat penting sebagai alternatif pakan ternak, terutama dalam mengurangi penggunaan pakan konvensional pada unggas. Hal ini didukung dengan ketersediaan pod kakao yang sangat banyak pada saat musim panen. Produksi buah kakao di daerah Sumatera Barat pada perkebunan rakyat mengalami peningkatan pada tahun 2016 dari tahun sebelumnya. Produksi kakao ditahun 2015 sebanyak 50.553 Ton

sedangkan tahun 2016 sebesar 60.254 Ton (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2016).

Penggunaan pod kakao sebagai pakan ternak memiliki manfaat terutama dalam peningkatan ketersediaan bahan pakan dan mengurangi pencemaran lingkungan. Buah kakao memiliki bagian biji, kulit dan plasenta. Menurut Harsini & Susilowati (2010) komposisi buah kakao terdiri dari 73-75% kulit buah, 2-3% plasenta dan 22-24% biji, sehingga dapat diperkirakan pada tahun 2016 terdapat limbah buah coklat berupa pod kakao di Sumatera Barat sekitar 45.000 ton.

Kakao mempunyai limbah ikutan berupa kulit buah (pod kakao) yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif untuk pakan ternak, mudah didapat, mempunyai kandungan gizi yang cukup, harga relatif murah dan tidak bersaing dengan kebutuhan manusia. Gambar pod kakao yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1. Salah satu bentuk pemanfaatan limbah agro industri dan bahan pakan non kompetitif namun berpotensi untuk dikembangkan sebagai pakan ternak adalah pemanfaatan pod kakao.



Gambar 1. Pod Kakao (Dokumentasi Nuraini dkk, 2018)

Pod kakao merupakan hasil samping dari pemrosesan biji kakao dan merupakan salah satu limbah dari hasil panen yang sangat potensial untuk dijadikan salah satu pakan ternak yang dapat menggantikan sumber-sumber energi dalam ransum tanpa mempengaruhi kondisi ternak. Pod kakao merupakan hasil ikutan yang proporsinya paling besar dihasilkan. Produksi 1 ton biji kakao kering menghasilkan sekitar 10 ton pod kakao segar. Keberadaan limbah berupa pod kakao belum banyak dimanfaatkan, padahal memiliki potensi yang cukup besar sebagai bahan pakan ternak alternatif.

Ditinjau dari segi kandungan nutrisi, pod kakao mengandung protein kasar 11,75%, lemak 11,75%, BETN 34,95% tetapi kandungan serat kasarnya tinggi yaitu 32,12% ,selulosa 22,11% dan lignin 23,14% dan ME 1990 kkal/kg (Nuraini dkk, 2018) Menurut Laconi (1998) bahwa pod kakao mengandung bahan kering 17,0%, protein kasar 7,17%, serat kasar 32,5% dan BETN 32,1%.

Menurut Nuraini dkk (2018) bahwa menggunakan pod kakao dalam ransum broiler hanya dapat digunakan sampai level 5% karena kandungan serat kasar terutama lignin dan selulosa yang tinggi dan terdapat anti nutrisi theobromin 0,17%. Theobromin merupakan alkaloid tidak berbahaya yang dapat dirusak dengan pemanasan atau pengeringan, tetapi pemberian pakan yang mengandung theobromin secara terus menerus dapat menurunkan pertumbuhan (Tarka *et al.*, 1983). Menurut Martini (2002) pod kakao dapat diberikan pada broiler sampai level 7%.

Faktor pembatas penggunaan pod kakao adalah protein kasar yang terlalu rendah, serat kasar tinggi. Penyebab lain dalam pembatasan penggunaan pod kakao sebagai pakan ternak

adalah kandungan theobromin yang terdapat pada pod kakao yang menimbulkan keracunan. Kandungan theobromin pada pod kakao sebanyak 0,17 sampai 0,20%, apabila diberikan kepada ternak dalam jumlah yang berlebihan maka akan menyebabkan keracunan. (Wong dan Hasan, 1986).

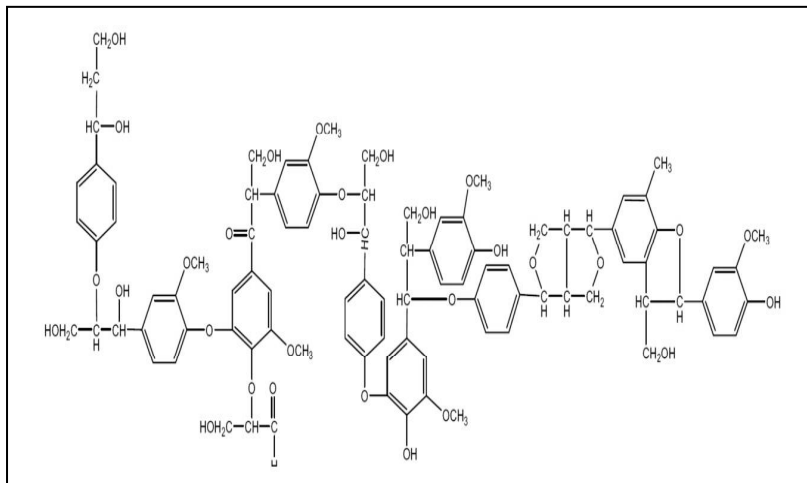
Oleh karena itu sebaiknya sebelum digunakan sebagai pakan ternak perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu untuk menurunkan kadar serat kasar terutama lignin dan selulosa yang sulit dicerna oleh unggas, menurunkan theobromin dan meningkatkan protein kasar serta untuk meningkatkan nilai nutrisinya.

1.1. Kendala Penggunaan Pod Kakao Sebagai Pakan Ternak

1.1.1. Lignin

Pod kakao mengandung lignin sebesar 23,14% (Nuraini dkk, 2015). Lignin merupakan polimer phenylpropanoid yang kompleks, heterogen dan menyusun 25-30% biomassa tumbuhan. Lignin tersusun atas senyawa aromatik dari unit monomer fenil propana yang diantaranya terdapat monolignol sinapil, koniferil alkohol, dan p-komaril alkohol dengan ikatan yang berbeda pula

antar karbonnya (Gambar 2). Gugus Arylglycerol-B-aryl ether sebagai ikatan utama, sedangkan gugus phenolic-hydroxyl, methoxyl, hydroxyl, dan benzyl alcohol sebagai ikatan tambahan yang mempengaruhi reaktifitas lignin dalam berinteraksi dengan mikrofibril selulosa sehingga lignin memiliki bobot molekul yang tinggi, struktur bercabang membentuk tiga dimensi, dan bersifat hidrofobik atau tidak larut dalam air (Ermawar *et al.*, 2006).



Gambar 2. Struktur Kimia Lignin (Park *et al.*, 2008)

Pada kondisi di alam, lignin sangat resisten terhadap degradasi mikrobial (D.S. Arora *et al.*, 2002). Lignin merupakan

polimer yang sukar larut dalam asam dan basa kuat dan sulit terdegradasi secara kimiawi maupun secara enzimatik lignin sulit didegradasi karena strukturnya yang kompleks dan heterogen yang berikatan dengan selulosa dan hemiselulosa dalam jaringan tanaman. Disamping memberikan bentuk yang kokoh terhadap tanaman, lignin juga membentuk ikatan yang kuat dengan polisakarida yang melindungi polisakarida dari degradasi mikroba dan membentuk struktur lingselulosa. Lignin tidak hanya mengeraskan mikrofibril selulosa, juga berikatan secara fisik dan kimia dengan hemiselulosa. Kapang merupakan salah satu mikroorganisme yang mampu mendegradasi lignin (Singh, 2006).

Lignin tidak terhidrolisis oleh asam, hanya dapat larut di dalam alkali panas, dapat teroksidasi, dan dengan mudah terkondensasi dengan fenol (Bismarck *et al.*, 2005). Pada reaksi dengan temperature tinggi mengakibatkan lignin terpecah menjadi partikel yang lebih kecil dan terlepas dari selulosa (Taherzadeh dan Karimi, 2008). Kadar lignin dalam tanaman bertambah dengan bertambahnya umur tanaman. Lignin mengisi ruang-ruang kosong di antara selulosa, hemiselulosa

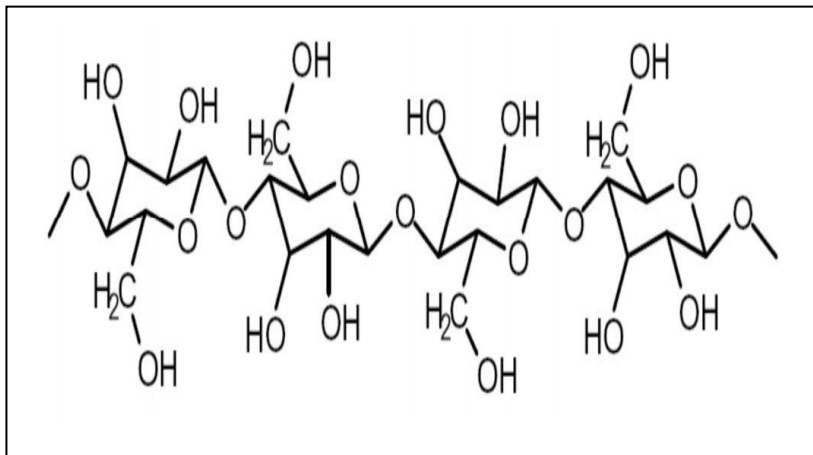
dan komponen pectin di dalam dinding sel, dan secara kovalen terikat dengan hemiselulosa, selain juga berfungsi sebagai perekat atau penguat dinding sel. Lignin berperan sangat penting bagi tumbuhan sebagai sarana pengangkut air, nutrisi, dan metabolit dalam sel tumbuhan.

1.1.2. Selulosa

Pod kakao mengandung selulosa sebesar 22,11 %. Selulosa merupakan polisakarida yang terdiri atas satuan-satuan glukosa yang terikat dengan ikatan β -1,4-glikosidik. Rantai panjang selulosa terhubung secara bersama melalui ikatan hidrogen dan gaya van der Waals (Perez *et al.*, 2002). Polimer selulosa terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen dan struktur kimia selulosa dapat dilihat pada Gambar 3. Selulosa adalah senyawa polisakarida ($C_6H_{10}O_5$) yang dapat diturunkan menghasilkan glukosa ($C_6H_{12}O_6$).

Selulosa adalah komponen utama penyusun dinding sel tanaman dan hampir tidak pernah ditemui dalam keadaan murni di alam, melainkan berikatan dengan bahan lain, yaitu lignin dan hemiselulosa membentuk suatu lignoselulosa.

Molekul selulosa merupakan mikrofibil dari glukosa yang terikat satu dengan lainnya membentuk rantai polimer yang sangat panjang. Hidrolisis sempurna selulosa akan menghasilkan monomer selulosa yaitu glukosa, sedangkan hidrolisis tidak sempurna akan menghasilkan disakarida dari selulosa yaitu selobiosa.



Gambar 3. Struktur Kimia Selulosa (Park et al., 2008)

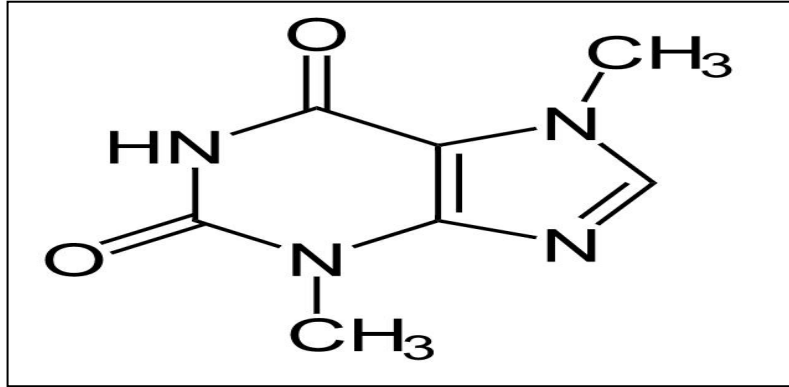
Kesempurnaan pemecahan selulosa pada saluran pencernaan ternak tergantung pada ketersediaan enzim pemecah selulosa yaitu selulase. Saluran pencernaan manusia dan ternak non ruminansia tidak mempunyai enzim yang mampu

memecah ikatan β -1,4 glukosida sehingga tidak dapat memanfaatkan selulosa. Peningkatan nilai manfaat selulosa harus didahului dengan penguraian ikatan kompleks lignoselulosa dan degradasi lignin yang dapat dilakukan oleh enzim ligninolitik.

1.1.3. Theobromin

Pod kakao mengandung anti nutrisi theobromin sebesar 0,17% (Wong and Hasan, 1988). Senyawa theobromin ($C_7H_8N_4O_2$) atau 3,7- dimethylxanthine merupakan senyawa derivat metilxantin berupa zat kristal putih yang pahit (Andrei, 2011). Theobromin merupakan alkaloid tidak berbahaya yang dapat dirusak dengan pemanasan atau pengeringan, tetapi pemberian pakan yang mengandung theobromin secara terus menerus dapat menurunkan pertumbuhan.

Senyawa alkaloid ini dapat menghambat pertumbuhan ternak karena diduga mengganggu mekanisme aktivitas kelenjar tiroid (kelenjar pertumbuhan). Secara histopatologis terjadi kerusakan sel tiroid dan ginjal pada ternak ayam pedaging yang diberi ransum yang mengandung senyawa theobromine.



Gambar 4. Struktur Theobromin (Wikipedia)

BAB II

PENINGKATAN KUALITAS POD KAKAO MELALUI FERMENTASI DENGAN FUNGI

Fermentasi mempunyai pengertian aplikasi metabolisme mikroba untuk mengubah bahan baku menjadi produk yang bernilai lebih tinggi, seperti asam-asam organik, protein sel tunggal, antibiotik dan lainnya. Teknologi fermentasi adalah suatu teknik penyimpanan substrat dengan penanaman mikroorganisme dan penambahan mineral dalam substrat yang diinkubasi dalam waktu dan suhu tertentu. Fermentasi merupakan perubahan kimia dalam bahan pangan yang disebabkan oleh enzim yang dihasilkan mikroba seperti bakteri, khamir dan kapang.

Fermentasi adalah suatu proses perubahan kimia dari zat organik makanan dan bahan makanan yang mengalami fermentasi biasanya memiliki gizi yang lebih tinggi dibandingkan bahan asalnya. Hal ini disebabkan mikroorganisme memecah komponen-komponen kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna, disamping

itu mikroorganisme juga mampu mensintesis beberapa vitamin dan faktor pertumbuhan lainnya seperti riboflavin, vitamin B₁₂ dan provitamin A (Murugesan *et al.*, 2005).

Pengolahan bahan secara fermentasi prinsipnya adalah mengaktifkan pertumbuhan dan metabolisme dari mikroorganisme yang dibutuhkan sehingga membentuk produk baru yang berbeda dengan bahan bakunya. Keuntungan yang diperoleh dari proses fermentasi yaitu protein, lemak dan polisakarida dapat dihidrolisis sehingga bahan pakan yang dihasilkan cenderung mempunyai berat kering yang lebih rendah dibanding sebelum mengalami fermentasi. Fermentasi umumnya mengakibatkan hilangnya karbohidrat dari bahan pangan, tapi kerugian ini ditutupi oleh keuntungan yang diperoleh seperti protein, lemak dan polisakarida yang dapat dihidrolisis sehingga bahan yang telah difermentasi seringkali mempunyai daya cerna yang tinggi.

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. Faktor-faktor lain yang perlu diperhatikan dalam proses fermentasi adalah substrat (media fermentasi), mikroorganisme yang digunakan dan kondisi lingkungan. Keberhasilan fermentasi media padat dipengaruhi oleh komposisi substrat, ketebalan substrat, dosis inokulum dan lama fermentasi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi antara lain: waktu, suhu, air, pH, nutrisi dan tersedianya oksigen. Media berpengaruh terhadap keberhasilan fermentasi, media harus mengandung unsur karbon (C) dan nitrogen (N) yang cukup untuk pertumbuhan perkembangan mikroba. Karbohidrat dari produk pertanian yang mengandung glukosa, maltosa dan sukrosa dapat dijadikan sebagai sumber karbon yang diperlukan untuk pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme.

Selama proses fermentasi berlangsung terjadi proses metabolisme mikroba. Enzim dari mikroorganisme melakukan oksidasi, hidrolisis dan reaksi kimia lainnya sehingga terjadi perubahan kimia pada substrat organik yang menghasilkan produk tertentu. Teknologi fermentasi adalah suatu teknik

penyimpanan substrat dengan penanaman mikroorganisme dan penambahan mineral dalam substrat yang diinkubasi dalam waktu dan suhu tertentu. Nurhayani dkk. (2000) menyatakan fermentasi mempunyai pengertian aplikasi metabolisme mikroba untuk mengubah bahan baku menjadi produk yang bernilai lebih tinggi, seperti asam-asam organik, protein sel tunggal, antibiotik dan biopolimer.

Proses fermentasi dapat memberikan perubahan fisik dan kimia yang menguntungkan seperti aroma, rasa, tekstur, serta dapat memecah senyawa kompleks jadi sederhana dan dapat menurunkan senyawa anti nutrisi. Fermentasi menurut biokimia adalah proses perubahan kimia dari zat organik makanan, bahan makanan yang mengalami fermentasi biasanya memiliki gizi yang lebih tinggi dibandingkan bahan asalnya. Proses fermentasi dapat memberikan perubahan fisik dan kimia yang menguntungkan seperti aroma, rasa, tekstur, serta dapat memecah senyawa kompleks jadi sederhana dan dapat menurunkan senyawa anti nutrisi (Hidayat, 2007).

Pada proses teknologi fermentasi, mikroorganisme dibutuhkan sebagai penghasil enzim untuk meningkatkan kadar

protein. Peningkatan kandungan protein yang sejalan dengan pertumbuhan kapang (jamur) karena tubuh jamur terdiri dari elemen yang mengandung nitrogen. Selain itu enzim yang dihasilkan oleh jamur juga merupakan protein. Dinding sel jamur mengandung 6,3% protein, sedangkan membran sel pada jamur yang berhifa mengandung protein 25-45% dan karbohidrat 25-30% (Garraway dan Evans, 1989).

Mikroorganisme menggunakan karbohidrat sebagai energi setelah dipecah menjadi glukosa dilanjutkan sampai akhirnya dihasilkan energi. Setelah itu juga dihasilkan molekul air dan karbondioksida. Sebagian air akan keluar dari produk, sisanya tertinggal dalam produk. Air yang tertinggal inilah yang mengakibatkan kadar air produk fermentasi menjadi meningkat sehingga kandungan bahan kering menjadi berkurang (Gervais, 2008).

2.1. Fermentasi dengan Kapang Karotenogenik *Neurospora crassa*

Kapang *Neurospora crassa* adalah kapang yang sering dijumpai pada makanan yang sudah rusak atau tongkol jagung dan memiliki keistimewaan karena mudah didapat, mudah

tumbuh pada substrat, membutuhkan waktu generasi yang pendek, pertumbuhan hifa cepat dan konodia atau spora yang dihasilkan banyak. Kapang *Neurospora crassa* berlangsung lambat selama 12 jam pertama, kemudian diikuti dengan pertumbuhan miselia yang lebih cepat dan diikuti dengan perkembangan cita rasa, spora kuning orange berkembang antara 24-48 jam. Kapang yang tumbuh pada media atau bahan secara visual dapat terlihat seperti kapas atau benang berwarna atau tidak berwarna yang disebabkan oleh terbentuknya miselia dan spora kapang. Inokulum *Neurospora crassa* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Inokulum *Neurospora crassa* (Koleksi Pribadi Nuraini dkk (2017))

Kapang *Neurospora crassa* merupakan spesies yang umum dijumpai pada makanan yang disebut oncom yang berwarna kuning orange. Konidia yang dihasilkan sangat banyak dan pertumbuhannya yang sangat cepat. Kapang ini berkembang biak secara seksual dan aseksual, disamping itu juga sering tumbuh pada tongkol jagung yang sudah dibuang. Kapang *Neurospora* memiliki keistimewaan antara lain mudah didapat, mudah tumbuh pada substrat, pertumbuhan hifa sangat cepat dan konidia (spora) yang dihasilkan banyak.

Kapang *Neurospora* termasuk dalam sub divisi *Eumycophyta*, kelas *Ascomycetes* dan famili *Sordorociae*. Ada 7 macam spesies dari kapang *Neurospora* yaitu: *N. sitophila* dan *N. crassa*, *N. intermedia*, *N. africana*, *N. dodgei*, *N. galapagosensis* dan *N. tetraspoma*.

Kapang *Neurospora crassa* adalah salah satu kapang yang dapat menghidrolisis protein kompleks menjadi peptida-peptida dan asam-asam amino bebas, serta mampu menghasilkan enzim amilase dan hemiselulase. Kapang *Neurospora crassa* juga menghasilkan enzim selulase, protease, dan amilase (Nuraini, 2006). *Neurospora crassa* adalah kapang yang dapat menghidrolisis

protein kompleks menjadi peptida-peptida dan asam-asam amino bebas (menghasilkan enzim protease), serta mampu menghasilkan enzim selulase dan hemiselulase. Aktivitas enzim selulase dari *Neurospora crassa* pada substrat campuran ampas sagu dan ampas tahu adalah 0,33 U/ml, enzim protease 15,06 U/ml dan amilase 17,21 U/ml (Nuraini, 2006).

Produk campuran 60% ampas sagu dengan 40% ampas tahu sebelum difermentasi berdasarkan bahan keringnya adalah protein kasar 12,67%, lemak kasar 2,25%, serat kasar 18,36%, kalsium 0,27%, phosphor 0,01%, BETN 72,86% dan setelah di fermentasi dengan *Neurospora crassa* dengan dosis inokulum 9% lama fermentasi 7 hari dan ketebalan 2 cm berdasarkan bahan kering terjadi peningkatan protein kasar menjadi 18,94% dan β -karoten 270,60 mg/kg dan terjadi penurunan serat kasar menjadi 16,75% dan kandungan zat-zat makanan lainnya adalah lemak 2,50% kalsium 0,22%, phosphor 0,02% dan BETN 52,25. Selanjutnya penggunaan campuran ampas sagu dan ampas tahu yang difermentasi dengan kapang *Neurospora crassa* dapat dipakai sampai level 21% dalam ransum ayam ras petelur tanpa me-

nurunkan produksi telur, berat telur dan dapat meningkatkan *income over feed cost* (Nuraini, 2006).

2.2. Fermentasi dengan Fungi Lignoselulolitik *Phanerochaete chrysosporium*

Fermentasi dengan menggunakan *Phanerochaete chrysosporium* secara substrat padat memungkinkan terjadi perubahan komponen bahan yang sulit dicerna menjadi lebih mudah dicerna misalnya selulosa dan hemiselulosa menjadi gula sederhana sehingga meningkatkan energi metabolis bahan. *Phanerochaete chrysosporium* adalah jamur pelapuk putih yang dikenal kemampuannya dalam mendegrasi lignin. Menurut Alexopoulos *et al.* (1996) taksonomi *P. chrysosporium* adalah sebagai berikut: Kelas *Basidiomycetes*, Subkelas *Holobasidiomycetidae*, Ordo *Aphylllopholares* dan famili *Corticaceae*. Nama lain untuk *P. chrysosporium* yaitu *chrysosporium pruinosum*, *Sporotrichum pulverulentum*, *S. pruinosum* dan *C. lignorum*. Inokulum kapang *Phanerochaete chrysosporium* yang berwarna putih dapat dilihat pada Gambar 6.

Fungi *Phanerochaete chrysosporium* dapat mendegradasi lignin dan senyawa turunannya secara efektif dengan cara

menghasilkan enzim peroksidase ekstraselular yang berupa lignin peroksidase dan mangan peroksidase. Dari ribuan jamur yang diketahui mempunyai kemampuan ligninolitik, *Phanerochaete chrysosporium* merupakan jamur yang paling banyak dipelajari (Howard *et al.*, 2003). Karakteristik miselium *P. chrysosporium* adalah sebagai berikut: *Laccase* (α -naphthol); kecepatan tumbuh >70 mm dalam 7 hari; aerial miselium berbentuk seperti butir-butiran (*Aerial mycelium farinaceous* atau *granulose*); *Aerial mycelium floccose*; hifa generatifnya berdinding tebal (*thick-walled generatif hyphae*); lebar hifa $\geq 7.5 \mu\text{m}$; *extraneous material on hyphae* atau hifa mengandung tetesan minyak (*hyphae containing oil droplets*).



Gambar 6. Inokulum *Phanerochaeta chrysosporium* (Koleksi Pribadi Nuraini dkk (2017))

P. chrysosporium merupakan jamur pelapuk putih yang dapat menghasilkan beberapa jenis enzim bila ditumbuhkan pada bahan lignoselulosa. Enzim ligninase, selulase, xilanase merupakan enzim yang dihasilkan *P.chrysosporium*. Metode ligninolitik dari *P. chrysosporium* dilakukan sebagai kultur kapang yang memasuki metabolisme sekunder dan mengakibatkan pertumbuhannya terhenti karena pengurangan beberapa hara seperti keterbatasan nitrogen, karbon atau sulfur, sehingga menyebabkan terjadinya proses degradasi lignin untuk mengatasi keterbatasan nitrogen.

Suhu optimum pertumbuhan *P.chrysosporium* dan berkisar antara 20°C sampai 37°C. Kapang *P. chrysosporium* mempunyai sifat genetik tertentu sehingga dapat tumbuh pada suhu yang relatif tinggi. Syarat tumbuh *Phanerochaete chrysosporium* adalah tumbuh pada suhu 39°C dengan suhu optimum 37°C, pH berkisar 4-4,5 dan dalam pertumbuhannya memerlukan kandungan oksigen yang tinggi.

Fermentasi dengan menggunakan *Phanerochaete chrysosporium* secara substrat padat memungkinkan terjadi perubahan komponen bahan yang sulit dicerna menjadi lebih mudah

dicerna misalnya selulosa dan hemiselulosa menjadi gula sederhana sehingga meningkatkan nilai gizi protein dan energi metabolis. Hasil penelitian Nuraini dkk (2016) melaporkan bahwa komposisi substrat yaitu 70% kulit buah kopi dan 30% ampas tahu menggunakan kapang *Phanerochaete chrysosporium* diperoleh peningkatan protein kasar sebanyak 42.62% (dari 13.77% menjadi 19.64%) dan penurunan serat kasar yaitu sebanyak 28.45% (dari 25.08% menjadi 17.94%).

Hasil penelitian Nuraini dkk (2015) fermentasi limbah ubi kayu dengan menggunakan *Phanerochaete chrysosporium* dengan lama fermentasi 10 hari menghasilkan bahan kering 86,21%, protein kasar 18,02% dan retensi nitrogen 65.75%.

Dosis inokulum dan lama fermentasi memberikan pengaruh terhadap peningkatan kandungan gizi dari produk fermentasi campuran kulit buah kopi dan ampas tahu fermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dimana kondisi optimum untuk pertumbuhan kapang *Phanerochaete chrysosporium* pada fermentasi kulit buah kopi dan ampas tahu dengan dosis inokulum 7% dan lama fermentasi 10 hari meningkatkan protein kasar sebesar 58.78% dan diperoleh retensi nitrogen 62.41%

(Nuraini dkk 2015), dapat menurunkan serat kasar sebesar 43,89%, diperoleh peningkatan pencernaan serat kasar sebesar 37,06%.

Hasil penelitian Nuraini dkk (2012) bahwa fermentasi menggunakan fungi *Phanerochaete chrysosporium* dengan komposisi 80% pod kakao dan 20% ampas tahu (C:N=10:1) dengan dosis inokulum 7% dan lama fermentasi 8 hari dapat meningkatkan protein kasar sebesar 33,79% dan menurunkan serat kasar sebesar 33,02%.

Kapang dan jamur adalah multiseluler yang bersifat aktif karena merupakan mikroorganisme saprofit dan mampu memecah bahan-bahan organik kompleks menjadi bahan yang lebih sederhana. Proses fermentasi dapat meningkatkan nilai gizi bahan awal karena dalam proses fermentasi, mikroba memecah komponen yang kompleks yang tidak dapat dicerna.

Keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan jamur pelapuk putih adalah dapat mendegradasi ikatan lignin. Keadaan ligninolitik adalah keadaan di mana jamur mengeluarkan enzim yang dapat mendegradasi lignin. Jamur *Phanerochaete chrysosporium* telah dipertimbangkan dalam produksi

enzim untuk degradasi lignin dalam penerapan proses bio-konversi lignoselulosa. Menurut Howard *et al.* (2003) *Phanerochaete chrysosporium* lebih efisien tiga kali atau lebih dibandingkan dengan *Polyporus ostreiformis* dalam mendegradasi lignin.

2.3. Fermentasi dengan Kapang Lignoselulolitik *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* dan Faktor yang Mempengaruhi

Phanerochaete chrysosporium adalah jamur pelapuk putih yang dikenal kemampuannya dalam mendegradasi lignin. Menurut Dhawale dan Kathrina (1993) dan Howard, *et. al.*, (2003) *Phanerochaete chrysosporium* dapat mendegradasi lignin dan senyawa turunannya secara efektif dengan cara menghasilkan enzim peroksidase ekstraselular yang berupa lignin peroksidase (LiP) dan mangan peroksidase (MnP).

Syarat tumbuh *Phanerochaete chrysosporium* adalah tumbuh pada suhu 39⁰C dengan suhu optimum 37⁰C, pH berkisar 4 - 4,5 dan dalam pertumbuhannya memerlukan kandungan oksigen yang tinggi (Eaton, dkk dalam Sembiring, 2006). Jamur *Phanerochaete chrysosporium* dapat menghasilkan enzim ligninase dan selulase sehingga dapat mendegradasi lignin dan selulosa pada

batang jagung. Pada 30 hari inkubasi, lignin terdegradasi sebanyak 81,4%. Selain itu degradasi lignin juga diikuti dengan degradasi selulosa yaitu 22,3 %.

Kapang *Monascus purpureus* yang berwarna merah sering digunakan dalam memproduksi beras kapang merah atau terkenal dengan sebutan “Angkak” di Asia, “Beni Koji” di Jepang, Jamur Merah di USA. Penggunaan Angkak telah diketahui berasal dari China kemudian menyebar ke Pilipina, Thailand (seluruh Asia) yang sering digunakan sebagai pewarna pada makanan seperti ikan, keju china, pembuatan saus dan lain sebagainya (Pattanagul *et al.*, 2007). Ada beberapa genus dari *Monascus* yaitu *M. purpureus*, *M. ruber*, *M. pilosus* dan *M. frigidanus* (Erdogrul dan Azirak, 2004). *Monascus purpureus* dapat menghasilkan pigmen karotenoid Monacolin atau Malonin yang tinggi (Pattanagul *et al.*, 2007). Perhatian terhadap penggunaan bahan pewarna alami semakin meningkat sehubungan dengan kemungkinan adanya senyawa karsinogen pada bahan pewarna sintetis. Pigmen merah dari *Monascus* berpotensi menggantikan zat warna merah sintetis. Saat ini pigmen *Monascus* diproduksi

secara komersial melalui proses fermentasi padat dengan beras sebagai substrat.

Kapang *Monascus sp* dapat menghasilkan pigmen merah yaitu rubropunktamin dan monascorubramin, pigmen orange yaitu rubropunktatin dan monascorubrin serta pigmen kuning yaitu monascin (monascoflavin) dan Ankaplavin (Eisenbrand, 2005). Ada beberapa tipe yaitu Monakolin J,K,L,M dan X. Monakolin J,K dan M telah diisolasi dari *Monascus purpureus* untuk keperluan pengobatan secara tradisional maupun modern di China yaitu sebagai hypocholesteremic agent (penghambat sintesis kolesterol (Duffose, 2007).

Menurut Su *et al.* (2002) kapang *Monascus purpureus* dapat menghasilkan asam lemak yaitu asam butirrat dan pigmen monakolin K (lovastatin) yang merupakan agen hypocholesteremia. Kandungan senyawa monakolin pada angkak ini pertama kali dilaporkan oleh Endo (1979). adanya kandungan senyawa monakolin K berfungsi sebagai anti-*hyperkolesterolemia* pada hasil fermentasi dengan menggunakan kapang dari kelompok *Monascus spp.* Kapang *Monascus purpureus* dapat menghasilkan

enzim karboksipeptidase dan amilase dan protease (Liu *et al.*, 2005).

Kondisi fermentasi untuk kapang karotegenik seperti *Monascus purperius* pada media padat perlu diperhatikan komposisi substrat, dosis inokulum dan lama inkubasi komposisi substrat harus mempunyai nutrient yang cukup terutama unsur karbon dan nitrogen (imbangan C/N). Kapang karotenoid *Monascus* membutuhkan nutrient unsur karbon yang biasa diperoleh dari hexosa, glukosa, selulosa dan hemiselulosa, sedangkan unsur nitrogen diperoleh dari pepton, urea, asam amino, ammonia, nitrat serta membutuhkan mineral Cu. Imbalance C/N untuk kapang *Monascus* yang baik dalam memproduksi pigmen merah adalah 10 : 1 sampai dengan 12 : 1 dengan menggunakan medium glukosa nitrat (Linn *et al.*, 2008). Hasil penelitian Nuraini *et al.* (2009) bahwa fermentasi 60% ampas sagu dan 40% ampas tahu dengan *Monascus purpureus* dengan dosis inokulum 10% dan lama inkubasi 8 hari dapat meningkatkan kandungan protein kasar substrat dari 9,06% menjadi 20,34% dan kandungan monakolin menjadi 487Ug/ml, serta terjadi peningkatan kandungan asam amino, retensi

nitrogen dan energi metabolis setelah fermentasi. Inokulum *Monascus purpureus* dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Inokulum *Monascus purpureus*
(Dokumentasi Pribadi Nuraini dkk, 2015)

2.4. Fermentasi dengan Kapang Lignoselulolitik *Pleurotus ostreatus* dan Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhannya

Pleurotus ostreatus merupakan jamur yang dapat merombak bahan lignoselulitik menjadi komponen kimia yang lebih sederhana secara lebih cepat dan ekstensif dibanding mikroorganisme lain. Perez *et al.* (2002) menyatakan bahwa *Pleurotus ostreatus* merupakan kelompok *Basidiomycetes* yang paling efektif mendegradasi lignin dari kayu. *Pleurotus ostreatus*

mampu mendegradasi lignin karena memproduksi enzim ligninolitik ekstraselular seperti laccase, lignin peroxidase dan mangan peroxidase (Periasamy dan Natarajan 2004; Mayer dan Staples 2002). Ketiga enzim ini bertanggungjawab terhadap pemecahan awal polimer lignin dan menghasilkan produk dengan berat molekul rendah pada kapang pelapuk putih.

Enzim yang berperan dalam proses degradasi yaitu enzim ekstraseluler. Ligninolitik berhubungan dengan produksi enzim ekstraseluler pendegradasi lignin yang dihasilkan oleh jamur pelapuk putih berdasarkan laju dekomposisi pada substrat uji. Enzim lignoselulolitik terdiri dari sekumpulan enzim yang terbagi dalam dua kategori yaitu hidrolitik dan oksidatif. Enzim hidrolitik mendegradasi selulosa dan hemiselulosa dan setiap enzim bekerja terhadap substrat yang spesifik. Enzim oksidatif merupakan enzim non-spesifik dan bekerja melalui mediator bukan protein yang berperan dalam degradasi lignin. Jamur pelapuk putih menguraikan lignin melalui proses oksidasi menggunakan enzim phenol oksidase menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga dapat diserap oleh mikroorganisme (Sanchez, 2009).

Fermentasi ampas tebu dengan *Pleurotus ostreatus* mengandung kualitas nutrisi yang lebih baik, dengan kadar serat kasar dan lignin ampas tebu menjadi lebih rendah pasca fermentasi. Selain itu enzim selulase dan enzim amylase juga dihasilkan *Pleurotus ostreatus* (Sudiana dan Rahmansyah, 2002.). Jamur tiram juga menghasilkan lovastatin yang berfungsi sebagai *hypercholesterolemia effect* (menurunkan kolesterol darah) dengan cara menghambat kerja enzim HMG Coa reductase yang diperlukan untuk pembentukan mevalonat dalam sintesis kolesterol.

Menurut Nuraini (2006) bahwa komposisi substrat, ketebalan substrat, dosis inokulum dan lama fermentasi mempengaruhi kandungan zat makanan produk fermentasi. Jika komponen substrat tidak dapat memenuhi kebutuhan mikroorganisme maka akan berpengaruh pada hasil fermentasi. Faktor-faktor lain yang perlu diperhatikan dalam proses fermentasi adalah substrat (media fermentasi), mikroorganisme dan kondisi lingkungan. Rasio C:N dalam substrat merupakan faktor krusial dalam proses metabolisme untuk menghasilkan produk tertentu. Jamur *Basidiomycetes* termasuk *Pleurotus*

ostreatus memiliki respon yang berbeda terhadap sumber karbon dan konsentrasinya dalam medium untuk pertumbuhan. Rasio C:N yang terlalu tinggi dapat menghambat proses biodegradasi karena keterbatasan ketersediaan nitrogen. Karbon sebagai sumber energi untuk aktivitasnya. Nitrogen merupakan penyusun senyawa-senyawa penting dalam sel yang menentukan aktivitas pertumbuhan mikroorganisme.

Nadeem *et al.* (2014) bahwa sumber karbon dan nitrogen pada rasio yang tepat sangat dibutuhkan untuk propagasi dan produksi enzim. Sekresi lakase secara signifikan terjadi saat konsentrasi sumber karbon dalam medium pertumbuhan mencapai tingkat yang rendah. Rentang rasio C:N untuk pertumbuhan *Pleurotus ostreatus* terbaik yaitu 10 - 15:1 dan menghasilkan produksi lakase yang maksimal, dimana pada peningkatan rasio C:N selanjutnya akan menurunkan produksi lakase secara signifikan. Kannaiyan (2012) juga mengungkapkan bahwa rentang rasio C:N terbaik yaitu 5-15:1 yang mampu meningkatkan produksi enzim lakase *Pleurotus ostreatus* mencapai 64%.

Pada kelompok jamur pelapuk putih produksi enzim lakase berperan utama dalam aktivitas lignolitik. Indikasi yang

kuat bahwa aktivitas enzim lakase dapat meningkatkan tingkat degradasi lignin. Diantara kelompok *basidiomycetes* jenis pelapuk putih secara dominan dikaji adalah *Pleurotus ostreatus* dan *Trametes versicolor* dikarenakan kemampuannya untuk mineralisasi lignin melalui sekresi enzim oksidatif seperti lakase yang dikenal sebagai enzim yang efisien dalam mendegradasi lignin (Bernardi *et al.*, 2008).

Substrat bagi pertumbuhan mikroorganisme ini adalah selulosa dan hemiselulosa dan degradasi lignin terjadi pada akhir pertumbuhan primer melalui metabolisme sekunder dalam kondisi defisiensi nutrisi seperti nitrogen, karbon atau sulfur (Hatakka 2001). Selama periode pertumbuhan miselium, miselium *Pleurotus ostreatus* lebih mampu untuk mendegradasi lignin dan memegang peranan penting dalam perkembangan miselium. Kemampuan degradasi lignin akan berkurang ketika primordia yaitu pembentukan tubuh buah.

Fermentasi menggunakan *Pleurotus ostreatus* merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kualitas menjadi lebih baik dibandingkan dengan produk aslinya. Inokulum *Pleurotus ostreatus* dapat dilihat pada Gambar 8. Jamur *Pleurotus ostreatus*

Pod Kakao Fermentasi Untuk Unggas

merupakan bahan makanan bernutrisi dengan kandungan protein, vitamin dan mineral yang tinggi.



**Gambar 8. Inokulum *Pleurotus ostreatus*
(Dokumentasi Pribadi Nuraini dkk, 2018)**

Menurut Sumarni (2006), kandungan protein dan serat pada *Pleurotus ostreatus* sekitar 10,5-30,4% dan 7,5-24,6%. Jamur tiram berkhasiat sebagai antikolesterol, antitumor, anti-bakteri, meningkatkan sistem imun dan memiliki asam amino.

2.5. Fermentasi dengan Fungi Lignoselulolitik *Lentinus edodes* dan Faktor yang Mempengaruhi

Bakteri, khamir, kapang dan jamur adalah mikroba yang umumnya digunakan dalam fermentasi. Proses fermentasi dapat

meningkatkan nilai gizi bahan awal karena dalam proses fermentasi mikroba memecah komponen yang kompleks yang tidak dapat dicerna.

Klasifikasi *Lentinus edodes* sebagai berikut (Widyastuti, 2009):

Kingdom	: Mycota,
Divisio	: Amastigomycota
Sub division	: Basidiomycota
Kelas	: Homobasidiomycetes
Ordo	: Agaricales
Famili	: Marasmiaceae
Genus	: <i>Lentinula</i>
Spesies	: <i>Lentinula edodes</i>

Secara morfologi jamur *Lentinus edodes* berukuran besar, berbentuk seperti payung dan berwarna coklat gelap (Sarwintyas, 2001). *Lentinus edodes* secara harafiah berarti jamur pohon shii (*Castanopsis cuspidate*) diambil dari bahasa Jepang, karena batang dan pohon yang sudah lapuk merupakan tempat tumbuh *Lentinus edodes*.

Fermentasi dengan *Lentinus edodes* selama 4 minggu terjadi penurunan berat lignin, hemiselulosa dan selulosa. Penurunan komposisi lignin sebesar 9,9%, selulosa 6,1% dan hemiselulosa sebesar 7,8% (Samsur idkk., 2007). Hal ini terjadi karena bagus menjadi media tumbuh jamur dan sumber makanan untuk tum-

Pod Kakao Fermentasi Untuk Unggas

buh dan berkembangnya jamur *Lentinus edodes*. *Lentinus edodes* menghasilkan enzim selulase dan hemiselulose yang bersifat hidrolitik dan enzim ligninase yang bersifat oksidatif. Inokulum *Lentinus edodes* dapat dilihat pada Gambar 9.

Berdasarkan penelitian Elisashvili, dkk (2008) fermentasi jerami gandum dengan menggunakan *Lentinus edodes* diperoleh aktivitas enzim selulase (CMCase adalah 345 Unit/ml, enzim Xylanase 275 Unit/ml, enzm Laccase 20 Unit/ml, MnP 5.2 Unit/ml). *Lentinus edodes* baik tumbuh pada daerah dataran tinggi. Suhu dan kelembaban optimum untuk pertumbuhan *Lentinus edodes* adalah 22°C- 25°C dan 60%-70%.



Gambar 9. Inokulum *Lentinus edodes*
(Dokumentasi Pribadi Nuraini dkk, 2018)

Pada fase pembentukan tubuh buah kadar air media yang optimum adalah 70%-80%. *Lentinus edodes* membutuhkan lingkungan yang lembab, kelembaban yang ideal untuk melakukan budidaya *Lentinus edodes* adalah sekitar 80%-85% dan dengan suhu 10⁰C-24⁰C. Teknologi fermentasi bisa menggunakan *Lentinus edodes*, karena *Lentinus edodes* dapat menurunkan kandungan serat kasar terutama lignin dan selulosa yang tinggi. Samsuri dkk, (2007) menyatakan bahwa jamur *Lentinus edodes* mampu mendegradasi lignin dan selulosa karena jamur ini menghasilkan enzim ligninase terdiri dari enzim peroxidase (LiP), enzim manganese-dependent peroxidase (MnP), dan enzim lacase.

Tabel 1. Kandungan Nutrisi *Lentinus edodes*

Gizi	Kandungan Nutrisi <i>Lentinus edodes</i>
Protein kasar	13,4-17,5
Lemak Kasar	4,9-8,9
Total Karbohidrat (+N)	67,5-78
Karbohidrat (tanpa N)	59,5-70,7
Serat Kasar	7,3-8,0
Abu	3,7-7
Kalori	387-392
Ribonukleat	165,5 mg
Asam Amino	Leucine, isoleucine, valine, tryptophanlysine, threonine, phenylalanine, methionine dan histidine
Vitamin	B1, B2, D

(Widyastuti, 2009).

Menurut Fajri, (2010) jamur *Lentinus edodes* mengandung senyawa β -1,3;1,6-D-glukan, dikenal sebagai senyawa letinan yang berfungsi sebagai senyawa anti hypercholesterolemia (penurun kolesterol) dan mempunyai sifat anti kanker.

2.6. Enzim Ligninase yang dihasilkan Fungi Ligninolitik

Enzim ligninase juga dihasilkan oleh jamur pelapuk putih *P.chrysosporium*. Dua enzim yang berperan dalam proses tersebut adalah lakase dan peroksidase (LiP dan MnP) (Howard *et al.* 2003). Ligninolitik berhubungan dengan produksi enzim ekstraseluler pendegradasi lignin.

Terdapat dua tipe enzim yaitu enzim ekstraseluler/-eksoenzim yang berfungsi di luar sel dan enzim intraseluler/-endoenzim yang berfungsi dalam sel. Jamur merupakan organisme heterotrofik dalam melangsungkan hidupnya juga memerlukan enzim untuk sintesis dan degradasi. Enzim yang berperan dalam proses degradasi yaitu enzim ekstraseluler. Fungsi utama eksoenzim adalah melangsungkan perubahan-perubahan seperlunya pada nutrien disekitarnya sehingga memungkinkan nutrien tersebut memasuki sel, sedangkan enzim

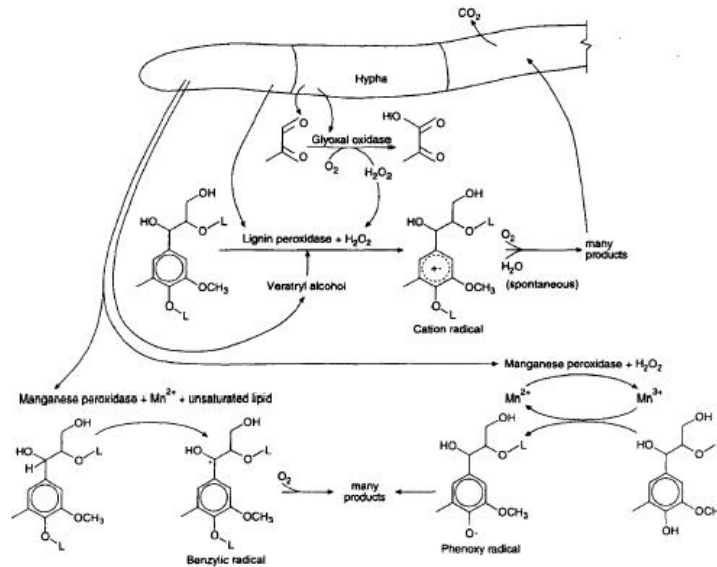
intraseluler mensintesis bahan seluler dan juga menguraikan nutrisi untuk menyediakan energi yang dibutuhkan oleh sel.

Kerja enzim dipengaruhi oleh beberapa faktor, terutama adalah substrat, suhu, keasaman, kofaktor dan inhibitor. Tiap enzim memerlukan suhu dan pH (tingkat keasaman) optimum yang berbeda-beda karena enzim adalah protein, yang dapat mengalami perubahan bentuk jika suhu dan keasaman berubah. Di luar dari kisaran suhu atau pH yang sesuai, enzim tidak akan dapat bekerja secara optimal atau strukturnya akan mengalami kerusakan. Hal ini akan menyebabkan enzim kehilangan fungsinya sama sekali. Kerja enzim dipengaruhi oleh kofaktor dan inhibitor.

Enzim ekstraseluler LiP dan MnP memiliki peranan yang sangat penting dalam proses biodelignifikasi. Enzim lignin peroksidase dan manganese peroksidase merupakan glikoprotein yang membutuhkan hidrogen peroksida sebagai oksidan. Enzim Lignin peroksidase (LiP) memiliki kemampuan mengkatalis beberapa reaksi oksidasi antara lain pemecahan ikatan C α -C β rantai samping propil non fenolik komponen aromatik lignin, oksidasi benzyl alkohol, oksidasi fenol,

hidroksilasi benzylic methylene groups dan pemecahan cincin aromatic komponen non phenolik senyawa lignin.

Enzim MnP diketahui memiliki kemampuan mengoksidasi baik komponen fenolik maupun non fenolik senyawa lignin. Prinsip fungsi MnP adalah bahwa enzim tersebut mengoksidasi Mn^{2+} membentuk Mn^{3+} dengan adanya H_2O_2 sebagai oksidan. Aktivitasnya dirangsang oleh adanya asam organik yang berfungsi sebagai pengelat atau pengstabil Mn^{3+} . Mekanisme reaksi yakni MnP pada keadaan awal dioksidasi oleh H_2O_2 membentuk MnP-senyawa I yang dapat direduksi oleh Mn^{2+} dan senyawa fenol membentuk MnP-senyawa II. Senyawa tersebut kemudian direduksi kembali oleh Mn^{2+} tetapi tidak oleh fenol membentuk enzim keadaan awal dan produk. Adanya Mn^{2+} bebas sangat penting untuk menghasilkan siklus katalitik yang sempurna (Wariishi *et al.* 1989). Sistem degradasi lignin oleh *Phanerochaete chrysosporium* dapat dilihat pada Gambar 10.

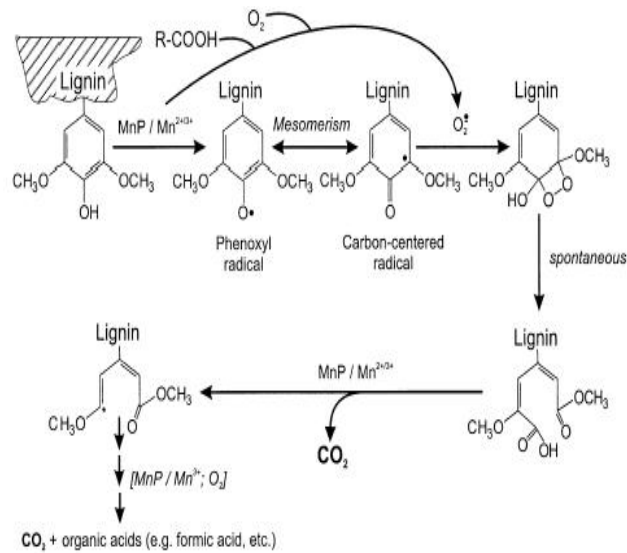


Gambar 10. Sistem Degradasi Lignin oleh *Phanerochaete chrysosporium*

Hasil pengamatan Akhtar *et al.* (1997) melaporkan bahwa isolat *P. chrysosporium* memiliki aktivitas LiP tertinggi pada masa inkubasi selama 15 hari sebesar 0,311 U/ml dan terendah pada masa inkubasi 10 hari sebesar 0,260 U/ml; sementara aktivitas MnP tertinggi pada masa inkubasi selama 5 hari sebesar 0,734 U/ml dan terendah pada masa inkubasi selama 10 hari sebesar 0,133 U/ml. Lebih jauh dijelaskan bahwa *P. chrysosporium* dan *Pleurotus ostreatus* yang diinokulasikan pada pulp kardus bekas menunjukkan bahwa kedua jamur tersebut dapat tumbuh secara optimal. Pertumbuhan optimal jamur *P. chrysosporium* pada

masa inkubasi selama 5 hari dengan pH 4,95 dan *Pleurotus* pada masa inkubasi selama 10 hari dengan pH 5,00. Pembentukan karbon dioksida dari struktur aromatik lignin oleh MnP dapat dilihat pada Gambar 11.

Jamur *P.chrysosporium* memiliki tingkat degradasi tertinggi sebesar 0.37 % dan laju dekomposisi tertinggi sebesar 0,066 gram/hari pada masa inkubasi selama 15 hari. Jamur *Pleurotus* memiliki tingkat degradasi tertinggi sebesar 0,65 % dan laju dekomposisi tertinggi sebesar 0,0119 gram/hari pada masa inkubasi selama 15 hari.



Gambar 11. Pembentukan Karbon Dioksida dari Struktur Aromatik Lignin oleh Enzim MnP

Kemampuan degradasi lignin dapat dilihat pada aktivitas tertinggi LiP jamur *P.chrysosporium* pada masa inkubasi selama 5 hari sebesar 0,734 U/ml dan MnP pada masa inkubasi selama 15 hari sebesar 0,311 U/ml.

Enzim lakase merupakan enzim *multicopper* yang dapat mengkatalis reaksi oksidasi beberapa substrat seperti polifenol, substituen fenol, diamina dan beberapa senyawa anorganik. Lakase mereduksi O₂ menjadi H₂O dalam substrat fenolik melalui reaksi satu elektron membentuk radikal bebas yang dapat disamakan dengan radikal kation yang terbentuk pada reaksi MnP (Kersten et al. 1990). Dengan adanya mediator seperti ABTS (2,2-azinobis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonate) atau HBT (hydroxybenzo triazole), lakase mampu mengoksidasi senyawa non fenolik tertentu dan veratryl alcohol. Lakase dihasilkan oleh sebagian besar kapang pelapuk putih. Produksi lakase sangat dipengaruhi oleh konsentrasi nitrogen dalam medium kultur, sumber karbon yang digunakan (Galhaup *et al.*, 2003) serta konsentrasi dan rasio antara C/N serta faktor lainnya seperti sifat dan konsentrasi induser (Majeau *et al.*, 2010).

Enzim Lakase sebagian besar merupakan glikoprotein ekstraseluler yang merupakan salah satu grup terkecil enzim yang dinamakan oksidase tembaga biru. Lakase telah banyak menjadi subyek penelitian untuk dimanfaatkan secara luas karena lakase memiliki sifat spesifik yang rendah terhadap substrat-substratnya (Cavallazi *et al.* 2004). Hidrokiunon, katekol, dan guaiakol merupakan substrat yang cukup bagus bagi lakase. Lakase berperan dalam proses degradasi lignin dan pemanfaatannya dalam berbagai bidang cukup luas diantaranya sebagai *bleaching* pada proses biodelignifikasi pada pulp dan industri kertas.

2.7. Enzim Selulase dihasilkan Fungi Lignoselulolitik

Enzim selulase merupakan kumpulan dari beberapa enzim yang bekerja bersama untuk hidrolisis selulosa. Enzim selulase merupakan enzim yang dapat menghidrolisis ikatan $\beta(1-4)$ didalam selulosa. Dalam menghidrolisis senyawa selulosa, kemampuan enzim selulase sangat digantungkan pada substrat yang digunakan. Sinergis dari 3 tipe enzim selulase, pertama yaitu Endo-1,4- β -D-glucanase (endoselulase, carboxymethyl

cellulase atau CMCase), yang mengurai polimer selulosa secara random pada ikatan internal α -1,4-glikosida untuk menghasilkan oligodekstrin dengan panjang rantai yang bervariasi. Kedua Exo-1,4- β -D-glucanase (cellobio-hydrolase), yang mengurai selulosa dari ujung pereduksi dan non pereduksi untuk menghasilkan selobiosa dan glukosa. Ketiga β -glucosidase (cellobiose), yang mengurai selobiosa untuk menghasilkan glukosa.

Selulosa dapat dihidrolisis menjadi glukosa dengan menggunakan asam atau enzim. Hidrolisis menggunakan asam biasanya dilakukan pada temperatur tinggi. Proses ini relatif mahal karena kebutuhan energi yang cukup tinggi. Baru pada tahun 1980-an, mulai dikembangkan hidrolisis selulosa dengan menggunakan enzim selulase (Gokhan dkk, 2002). Selulosa diproduksi oleh fungi, bakteri, tumbuhan dan ruminansia. Produksi komersial enzim selulase pada umumnya menggunakan fungi atau bakteri yang telah diisolasi. Meskipun banyak mikroorganisme yang dapat mendegradasi selulosa, hanya beberapa mikroorganisme yang memproduksi enzim selulase

dalam jumlah yang signifikan yang mampu menghidrolisa kristal selulosa secara in vitro.

Fungi adalah mikroorganisme utama yang dapat memproduksi enzim selulase, meskipun beberapa bakteri dan khamir telah dilaporkan juga menghasilkan aktivitas enzim selulase. Aktivitas enzim selulase dihitung berdasarkan data kadar selulose relatif yang dirombak menjadi glukosa sebagai jumlah glukosa yang dihasilkan oleh kerja enzim selulase. Satu unit aktifitas enzim selulase didefinisikan sebagai banyaknya μg glukosa yang dihasilkan dari hidrolisis selulosa oleh 1 ml ekstrak kasar enzim selulase selama masa inkubasi.

2.8. Lignin dan Selulosa yang didegradasi Enzim Lignoselulolitik

Lignin adalah senyawa aromatik heteropolimer dari unit phenil-propanoid yang memberikan kekuatan pada kayu dan rigiditas struktural pada jaringan tanaman serta melindungi kayu dari serangan mikrobial dan hidrolitik. Selulosa merupakan polimer yang disusun oleh unit-unit gula (glukosa) anhidrad (β -D-glukosa atau β -D-gluko piranosa) dengan ikatan β -1,4-glikosidik (ikatan glukosida).

Lignin merupakan fenol, berbentuk amorf serta bukan merupakan karbohidrat, meskipun tersusun atas C, H dan O. Lignin, polimer aromatik kompleks yang terbentuk melalui polimerisasi tiga dimensi dari sinamil alkohol (turunan fenilpropana). Lignin membungkus polisakarida sehingga meningkatkan kekuatan kayu dan menjadikannya lebih resisten terhadap serangan mikroorganisme.

Lignin adalah gabungan beberapa senyawa yang hubungannya erat satu sama lain, mengandung karbon, hidrogen dan oksigen, namun proporsi karbonnya lebih tinggi dibanding senyawa karbohidrat. Lignin sangat tahan terhadap degradasi kimia, termasuk degradasi enzimatik. Lignin sering digolongkan sebagai karbohidrat karena hubungannya dengan selulosa dan hemiselulosa dalam menyusun dinding sel, namun lignin bukan karbohidrat. Hal ini ditunjukkan oleh proporsi karbon yang lebih tinggi pada lignin.

Pengerasan dinding sel kulit tanaman yang disebabkan oleh lignin menghambat enzim untuk mencerna serat dengan normal. Hal ini merupakan bukti bahwa adanya ikatan kimia yang kuat antara lignin, polisakarida tanaman dan protein

dinding sel yang menjadikan komponen-komponen ini tidak dapat dicerna oleh ternak.

Lignin terdiri dari polimer murni dari tiga *derifat fenilpropana, cumaryl alcohol coniferol alcohol dan sinapyl alcohol*, molekulnya terbentuk dari beberapa unit *penyl propanoit* yang tergabung dalam struktur/*cross-lingkat* kompleks. Perbandingan komponen selulosa, hemiselulosa dan lignin pada kebanyakan padatan selulosa secara kasar adalah 4:3:3. Ikatan tersebut sangat kuat dan dapat membentuk kristal mikrofibril yang secara bersama-sama membentuk selulosa tidak larut (McDonald *et al.*, 2002).

Secara umum rumus empirik selulosa dapat ditulis sebagai $(C_6H_{10}O_5)_n$, yang mana n menyatakan derajat polimerisasi (DP atau jumlah unit monomer yang menyusun polimer) yang berkisar antara 305 sampai 15.300.

Rantai selulosa merupakan rantai memanjang dan tidak bercabang. Terdapat dua ikatan hidrogen pada selulosa yaitu ikatan hydrogen intramolekuler dan ikatan hidrogen intermolekuler. Ikatan hydrogen intramolekuler adalah ikatan hidrogen antara gugus OH unit-unit glukosa dalam rantai selulosa

yang sama, sedang ikatan hidrogen intermolekuler adalah ikatan hidrogen antara rantai selulosa yang satu dengan rantai selulosa yang lain. Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman. Kandungan selulosa pada dinding sel tanaman tingkat tinggi sekitar 35-50% dari berat kering tanaman (Lynd *et al.*, 2002). Selulosa merupakan polimer glukosa dengan ikatan β -1,4 glukosida dalam rantai lurus. Bangun dasar selulosa berupa suatu selobiosa yaitu dimer dari glukosa. Rantai panjang selulosa terhubung secara bersama melalui ikatan hidrogen dan gaya van der Waals (Perez *et al.*, 2002).

Selulosa merupakan polisakarida yang terdiri dari rantai lurus unit glukosa yang mempunyai berat molekul tinggi. Selulosa lebih tahan terhadap reaksi kimia dibanding dengan glukosa-glikan lainnya. Selulosa terdiri dari dua bentuk yaitu amorf (dihidrolisis akan larut) dan kristal (dihidrolisis utuh dan sebagian akan larut). Selulosa mengandung sekitar 50-90% bagian berkrystal dan sisanya bagian amorf. Selulosa alami umumnya kuat dan tidak mudah dihidrolisis karena rantai glukosanya dilapisi oleh hemiselulosa dan didalam jaringan

kayu selulosa terbenam dalam lignin membentuk bahan yang dikenal sebagai lignoselulosa.

Unit penyusun (*building block*) selulosa adalah selobiosa karena unit keterulangan dalam molekul selulosa adalah 2 unit gula (D-glukosa). Selulosa adalah senyawa yang tidak larut di dalam air dan ditemukan pada dinding sel tumbuhan terutama pada tangkai, batang, dahan, dan semua bagian berkayu dari jaringan tumbuhan. Selulosa merupakan polisakarida struktural yang berfungsi untuk memberikan perlindungan, bentuk, dan penyangga terhadap sel, dan jaringan.

Hemiselulosa disusun oleh berbagai jenis monomer, disebut juga heteropolisakarida. Jenis-jenis monomer yang menyusun hemiselulosa adalah xilosa, glukosa, ramnosa, mannososa, galaktosa, arabinosa, serta yang berbagai asam yaitu asam glukoronat dan asam metil glukoronat. Hemiselulosa yang mengisi struktur selulosa, mempunyai bobot molekul rendah dan rantai samping yang pendek. Karbohidrat umumnya mempunyai kombinasi-kombinasi gula berkarbon lima (xilosa dan arabinosa) dengan rumus $C_5H_{10}O_5$ dan gula berkarbon enam $C_6H_{10}O_6$ (glukosa, mannososa, dan galaktosa).

2.9. Fermentasi dengan Natura Organik Dekomposer dan Faktor yang Mempengaruhi

Natura Organik Dekomposer merupakan produk organik dan ekologis yang ramah lingkungan, tidak mengandung racun, tidak mudah terbakar, tidak patogenik dan tidak berbahaya bagi hewan ternak dan manusia. Natura Organik Dekomposer mengandung mikroorganisme dan enzim yang menguntungkan untuk mendegradasi limbah organik terutama selulosa, lignin dan lemak. Natura Organik Dekomposer merupakan produk yang diproduksi secara komersil yang mengandung mikroorganisme unggul dan enzim-enzim bermutu yang mampu medekomposisi bahan-bahan organik kompleks. Enzim yang terkandung dalam Natura Organik Dekomposer yaitu protease, selulase, hemiselulase, amylase, lipase, xylanase, beta-glucanase, pectinase dan phytase. Mikroorganisme yang terkandung dalam Natura Organik Dekomposer adalah *Bacillus sp* $5,5 \times 10^8$ cfu/g, *Lactobacillus sp* $4,7 \times 10^8$ cfu/g, *Acetobacter sp* $5,9 \times 10^8$ cfu/g, *Streptomyces sp* $4,4 \times 10^8$ cfu/g, *Aspergillus sp* $3,9 \times 10^8$ propagul/g, *Saccharomyces sp* $5,3 \times 10^8$ propagul/g, *Trichoderma sp* $3,6 \times 10^8$ propagul/g. Natura Organik Dekomposer juga dapat mentolerir berbagai suhu dan tingkat pH dalam proses penanganan limbah

Pod Kakao Fermentasi Untuk Unggas

(Natura Bioresearch, 2013). Inokulum Natura yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 12.

Penelitian sebelumnya menggunakan Natura Organik Dekomposer ini pada limbah kulit buah nenas dengan dosis 3% dapat menurunkan kandungan serat kasar kulit buah nenas dari 19,49% menjadi 12,60% sesudah fermentasi, menghasilkan pencernaan kasar 44,48% dan metabolisme energi dari 1995,35 kkal/kg menjadi 2401,43 kkal/kg.



Gambar 12. Inokulum Natura
(Dokumentasi Pribadi Nuraini dkk, 2017)

BAB III

PROFIL KUALITAS NUTRISI PASCA FERMENTASI

3.1. Profil Kualitas Nutrisi Pod Kakao Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*

Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* terhadap substrat 80% pod kakao dan 20% dedak. Substrat dimasukkan dalam kantong plastik ditambahkan dengan larutan mineral dan aquades (kadar air 70%), kemudian diaduk sampai homogen. Substrat dan wadah fermentasi disterilisasi menggunakan autoclave (suhu 121°C dengan waktu 15 menit), dibiarkan hingga suhu turun mencapai suhu kamar, kemudian angkat dan dinginkan di dalam ruangan steril (laminar air flow). Substrat steril diinokulasi dengan inokulum *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* di dalam ruangan steril (laminar air flow). Diinkubasi sesuai perlakuan (10, 13, 16 dan 19 hari Nuraini dkk (2015 + 4 hari *Neurospora crassa*). Produk fermentasi pod kakao dengan

Pod Kakao Fermentasi Untuk Unggas

Phanerochaete chrysosporium dan *Neurospora crassa* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 13. Pod Kakao Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* (Dokumen Pribadi Nuraini dkk, 2018)

Lama fermentasi mempengaruhi peningkatan protein kasar pod kakao yang difermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* untuk masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Peningkatan Protein Kasar Pod Kakao Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*

Perlakuan (Lama Fermentasi)	PK Sebelum Fermentasi (%BK)	PK Setelah Fermentasi (%BK)	Peningkatan PK (%)
10 hari <i>Pc</i> + 4 hari <i>Nc</i>	12,48	15,61	25,06 ^c
13 hari <i>Pc</i> + 4 hari <i>Nc</i>	12,48	16,64	33,30 ^b
16 hari <i>Pc</i> + 4 hari <i>Nc</i>	12,48	19,53	56,49 ^a
19 hari <i>Pc</i> + 4 hari <i>Nc</i>	12,48	16,13	29,18 ^{bc}
SE			1,47

Peningkatan protein kasar limbah buah coklat fermentasi tertinggi terdapat pada lama fermentasi 16 hari *Pc* + 4 hari *Nc* yaitu 56,49%. Tingginya peningkatan protein kasar disebabkan pada lama fermentasi 16 hari ini kapang masih berada pada fase pertumbuhan cepat sehingga pertumbuhan kapang subur, yang ditandai dengan jumlah koloni kapang yang diperoleh lebih banyak yaitu $2,63 \times 10^{13}$ cfu/g sehingga sumbangan protein tubuh kapang lebih tinggi.

Jumlah kapang yang banyak mengakibatkan protein kasar pada substrat meningkat karena sebagian tubuh kapang adalah protein. Sumbangan protein tubuh kapang 40-65% protein (Krisnan *et al.*, 2005). Peningkatan protein dapat dikatakan sebagai proses pengayaan protein bahan mikroorganismenya ter-

tentu karena proses tersebut identik dengan pertumbuhan protein sel tunggal dan pada proses ini tidak dipisahkan antara sel mikroba yang tumbuh dengan substratnya. Peningkatan protein kasar selama proses fermentasi disebabkan perkembangan dan pertumbuhan kapang yang mengubah komponen penyusun media menjadi suatu sel sehingga membentuk protein yang berasal dari tubuh kapang itu sendiri dan dapat meningkatkan protein kasar bahan.

Ditinjau dari segi serat kasar maka terjadi penurunan kandungan serat kasar, selulosa dan lignin dari pod kakao fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* yang dapat dilihat berturut-turut pada Tabel 3, 4 dan 5.

Tabel 3. Penurunan Kandungan Serat Kasar Pod Kakao Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*

Perlakuan (Lama Fermentasi)	SK Sebelum Fermentasi (%BK)	SK Setelah Fermentasi (%BK)	Penurunan SK (%)
10 hari <i>Pc</i> + 4 hari <i>Nc</i>	35,50	26,46	25,47 ^c
13 hari <i>Pc</i> + 4 hari <i>Nc</i>	35,50	22,13	37,65 ^b
16 hari <i>Pc</i> + 4 hari <i>Nc</i>	35,50	20,59	42,01 ^a
19 hari <i>Pc</i> + 4 hari <i>Nc</i>	35,50	20,70	41,70 ^a
SE			0,79

Penurunan serat kasar, selulosa dan lignin tertinggi terdapat pada lama fermentasi 16 hari *Pc* + 4 hari *Nc*. Kapang *Phanerochaete chrysosporium* dapat menghasilkan enzim ligninase dan selulase yang dapat menghidrolisa lignin dan selulosa menjadi komponen yang lebih sederhana sehingga mengakibatkan penurunan kandungan serat kasar.

Tabel 4. Penurunan Selulosa Pod Kakao Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*

Perlakuan (Lama Fermentasi)	Selulosa Sebelum Fermentasi (%BK)	Selulosa Setelah Fermentasi (%BK)	Penurunan Selulosa (%)
10 hari <i>Pc</i> + 4 hari <i>Nc</i>	23,23	8,15	21,89 ^c
13 hari <i>Pc</i> + 4 hari <i>Nc</i>	23,23	15,76	32,14 ^b
16 hari <i>Pc</i> + 4 hari <i>Nc</i>	23,23	13,87	40,31 ^a
19 hari <i>Pc</i> + 4 hari <i>Nc</i>	23,23	13,83	40,46 ^a
SE			0,32

Fermentasi dengan menggunakan *Phanerochaete chrysosporium* secara substrat padat memungkinkan terjadinya perubahan komponen bahan yang sulit dicerna menjadi lebih mudah dicerna misalnya selulosa dan hemiselulosa menjadi gula sederhana. Fermentasi dengan kapang *Neurospora crassa* juga

dapat menghasilkan enzim selulase yang dapat mengubah selulosa menjadi glukosa (Nuraini, 2006).

Tingginya penurunan serat kasar dan selulosa pada perlakuan lama fermentasi 16 hari *Phanerochaete chrysosporium* dan + 4 hari *Neurospora crassa* disebabkan aktivitas enzim selulase yang tinggi yaitu 0,23 U/ml dan 0,22 U/ml, sehingga selulosa menjadi rendah, akibatnya penurunan selulosa tinggi.

Lama inkubasi berkaitan erat dengan waktu yang dapat digunakan oleh mikroba untuk tumbuh dan berkembangbiak. Kapang *Phanerochaete chrysosporium* bersifat selulolitik (menghasilkan enzim selulase yang tinggi) yang berfungsi untuk mendegradasi selulosa yang mengakibatkan selulosa turun (Toumela *et al.*, 2002). Disamping itu kapang *Neurospora crassa* juga menghasilkan enzim selulase walaupun dalam jumlah yang sedikit yang bisa merombak selulosa. Kapang *Neurospora crassa* dapat menghasilkan enzim amilase, selulase, dan protease (Nuraini, 2006).

Ditinjau dari segi penurunan lignin pada pod kakao fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* juga terjadi dan dapat dilihat pada Tabel 5. Kapang

Phanerochaete chrysosporium juga menghasilkan enzim ligninase yang merombak lignin.

Tabel 5. Penurunan Lignin Pod Kakao Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*

Perlakuan (Lama Fermentasi)	Lignin Sebelum Fermentasi (%BK)	Lignin Setelah Fermentasi (%BK)	Penurunan Lignin (%)
10 hari <i>Pc</i> + 4 hari <i>Nc</i>	29,74	23,08	22,42 ^b
13 hari <i>Pc</i> + 4 hari <i>Nc</i>	29,74	22,20	25,38 ^b
16 hari <i>Pc</i> + 4 hari <i>Nc</i>	29,74	19,23	35,36 ^a
19 hari <i>Pc</i> + 4 hari <i>Nc</i>	29,74	19,59	34,14 ^a
SE			1,10

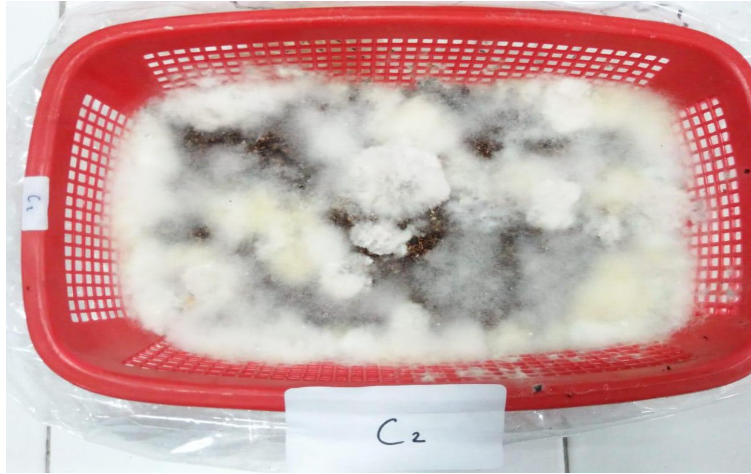
Menurut Dhawale dan Kathrina (1993) dan Howard *et al.* (2003) kapang *Phanerochaete chrysosporium* dapat mendegradasi lignin dan senyawa turunannya secara efektif dengan cara menghasilkan enzim peroksidase ekstraselular yang berupa lignin peroksidase dan mangan peroksidase.

3.2. Profil Kualitas Nutrisi Pod Kakao Fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus*

Fermentasi pod kakao dengan *Pleurotus ostreatus* memiliki tahapan sebagai berikut: substrat yang terdiri dari 80% pod

kakao dan 20% sumber nitrogen masing-masing (ampas tahu, ampas susu kedelai dan dedak). Substrat dimasukkan dalam kantong plastik ditambahkan larutan mineral Brook *et al* (7 ml/100 gram substrat) dan aquades (kadar air 70%), kemudian diaduk sampai homogen. Substrat dan wadah fermentasi disterilisasi menggunakan *autoclave* (suhu 121°C dengan waktu 15 menit), biarkan hingga suhu turun mencapai suhu kamar, kemudian angkat dan dinginkan di dalam ruangan steril (laminar air flow). Substrat steril diinokulasi dengan inokulum *Pleurotus ostreatus* (sesuai perlakuan) di dalam ruangan steril (laminar air flow). Diinkubasi sesuai perlakuan (7, 9 hari dan 11 hari). Produk fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus* dapat dilihat pada Gambar 14.

Pengaruh komposisi substrat, dosis inokulum dan lama fermentasi terhadap aktivitas enzim selulase dari pod kakao fermentasi menggunakan *Pleurotus ostreatus* dapat dilihat pada Tabel 6.



Gambar 14. Produk Fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus*
(Dokumen Pribadi Nuraini dkk, 2018)

Pada substrat 80% pod kakao dan 20% ampas tahu tampak bahwa pertumbuhan *Pleurotus ostreatus* subur, putih dan merata hampir menutupi seluruh substrat. Hal ini berkaitan dengan rasio C:N pada komposisi substrat tersebut eimbang yaitu 12,16:1. Menurut Gunam *et al.*, (2011) menyatakan adanya korelasi antara kadar protein dan aktivitas enzim yang dihasilkan. Pada kondisi lingkungan dengan kadar protein yang dihasilkan tinggi maka aktivitas enzim juga tinggi dan sebaliknya pada kondisi dimana kadar protein yang dihasilkan rendah maka terlihat adanya aktivitas enzim yang dihasilkan rendah.

Tabel 6. Aktivitas Enzim Selulase (U/ml) Pod Kakao (PK) Fermentasi Menggunakan *Pleurotus ostreatus*

Faktor A (substrat)	Faktor B (dosis)	Faktor C (lama fermentasi)			Rataan
		C1 (7)	C2 (9)	C3 (11)	
A1 (80% PK +20% AT)	B1 (6%)	2,02	2,52	2,69	2,41
	B2 (8%)	2,18	2,77	2,87	2,61
	B3 (10%)	2,37	2,80	3,03	2,73
Jumlah		6,56	8,70	8,58	
Rataan		2,19^b	2,70^a	2,86^a	
A2 (80% PK +20% ASK)	B1 (6%)	1,99	2,40	2,52	2,30
	B2 (8%)	2,13	2,62	2,68	2,48
	B3 (10%)	2,22	2,76	2,85	2,61
Jumlah		6,33	7,78	8,05	
Rataan		2,11^b	2,59^a	2,68^a	
A3 (80% PK+20% D)	B1 (6%)	1,94	2,05	2,18	2,05
	B2 (8%)	2,02	2,12	2,24	2,12
	B3 (10%)	2,11	2,28	2,33	2,24
Jumlah		6,07	6,44	6,74	
Rataan		2,02^b	2,15^b	2,25^b	

Lama fermentasi memberi kesempatan miselium untuk terus tumbuh subur memenuhi substrat sehingga semakin banyak enzim selulase yang dihasilkan. Menurut Setyawan (2007) menyatakan bahwa lama inkubasi berkaitan erat dengan waktu yang dapat digunakan oleh mikroba untuk tumbuh dan berkembang biak sehingga aktivitas enzim meningkat. Semakin lama waktu fermentasi mengakibatkan jamur tumbuh subur dan enzim selulase yang dihasilkan dari hifa akan lebih banyak, disamping kondisi dalam substrat juga mendukung enzim

selulase untuk beraktivitas, sehingga enzim selulase lebih aktif dalam merombak selulosa menjadi glukosa.

Ditinjau dari segi enzim ligninase yaitu enzim lakase dari pod kakao fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus* dengan komposisi substrat, dosis inokulum dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 7. Aktivitas enzim lakase tertinggi terdapat pada perlakuan A1C3 (80% PK +20% AT dengan lama fermentasi 11 hari) karena terdapatnya keseimbangan rasio C:N pada keempat perlakuan tersebut dan terlihat dari suburnya pertumbuhan miselium dibandingkan perlakuan lainnya.

Tabel 7. Aktivitas Enzim Lakase (U/ml) Pod Kakao (PK) Fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus*

Faktor A (substrat)	Faktor B (dosis)	Faktor C (lama fermentasi)			Rataan
		C1 (7)	C2 (9)	C3 (11)	
A1 (80% PK +20% AT)	B1 (6%)	9,78	11,75	12,09	11,21
	B2 (8%)	10,59	12,27	12,56	11,81
	B3 (10%)	11,11	12,96	13,02	12,36
Jumlah		31,48	36,98	37,67	
Rataan		10,49^c	12,33^a	12,56^a	
A2 (80% PK +20% ASK)	B1 (6%)	9,32	11,23	11,40	10,65
	B2 (8%)	10,47	11,98	12,09	11,52
	B3 (10%)	10,53	12,44	12,91	11,96
Jumlah		30,32	35,65	36,40	
Rataan		10,11^c	11,88^a	12,13^a	
A3 (80% PK +20% D)	B1 (6%)	8,45	9,66	10,65	9,59
	B2 (8%)	9,78	10,36	11,00	10,38
	B3 (10%)	10,13	11,05	11,98	11,05
Jumlah		28,36	31,08	33,62	
Rataan		9,45^d	10,36^c	11,21^b	

Suburnya misellium juga dipengaruhi lamanya waktu fermentasi. Lama fermentasi memberikan kesempatan miselium untuk terus bertumbuh. Rasio C:N pada substrat 80% pod kakao dan 20% ampas tahu adalah 12,16:1. Produksi lakase sangat dipengaruhi oleh konsentrasi nitrogen dalam medium kultur dan sumber karbon yang digunakan (Galhaup *et al.*, 2003). Sumber karbon dan nitrogen pada rasio yang tepat sangat dibutuhkan untuk propagasi dan produksi enzim. Jamur Basidiomycetes termasuk *Pleurotus ostreatus* memiliki respon yang berbeda terhadap sumber karbon dan konsentrasinya dalam medium untuk pertumbuhan.

Sekresi lakase secara signifikan terjadi saat konsentrasi sumber karbon dalam medium pertumbuhan mencapai tingkat yang rendah. Rentang rasio C:N untuk pertumbuhan *Pleurotus ostreatus* terbaik yaitu 10-15:1 dan menghasilkan produksi lakase yang maksimal, dimana pada peningkatan rasio C:N selanjutnya akan menurunkan produksi lakase secara signifikan.

Produksi enzim lakase dipengaruhi oleh faktor ketersediaan nutrisi seperti karbon dan nitrogen, konsentrasi dan

rasio C:N serta faktor lainnya seperti sifat dan konsentrasi induser. Konsentrasi optimum karbon organik dalam medium pertumbuhan memiliki peran yang penting pada produksi lakase.

Pada kelompok jamur pelapuk putih, produksi enzim lakase berperan utama dalam aktivitas lignolitik. Aktivitas enzim lakase dapat meningkatkan tingkat degradasi lignin. Diantara kelompok *Basidiomycetes* jenis pelapuk putih secara dominan dikaji adalah *Pleurotus ostreatus* dan *Trametes versicolor* dikarenakan kemampuannya untuk mineralisasi lignin melalui sekresi enzim oksidatif seperti lakase yang dikenal sebagai enzim yang efisien dalam mendegradasi lignin (Bernardi et al., 2008).

Penurunan serat kasar dari pod kakao fermentasi menggunakan *Pleurotus ostreatus* dengan komposisi substrat, dosis inokulum dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Penurunan Serat Kasar (%BK) Pod Kakao (PK) Fermentasi Menggunakan *Pleurotus ostreatus*

Faktor A (substrat)	Faktor B (dosis)	Faktor C (lama fermentasi)			Rataan
		C1 (7)	C2(9)	C3(11)	
A1 (80% PK +20% AT)	B1 (6%)	33,02	39,95	46,57	39,85
	B2 (8%)	32,09	43,95	46,78	40,94
	B3 (10%)	35,31	48,14	49,40	44,28
Jumlah		100,42	132,04	142,75	
Rataan		33,47^{cd}	44,01^{ab}	47,58^a	
A2 (80% PK +20% ASK)	B1 (6%)	30,19	39,71	38,48	36,13
	B2 (8%)	32,34	41,83	44,46	39,54
	B3 (10%)	33,40	46,36	47,67	42,48
Jumlah		95,93	127,90	130,61	
Rataan		31,98^{cd}	42,63^{ab}	43,54^{ab}	
A3 (80% PK +20% D)	B1 (6%)	20,06	22,61	35,56	26,08
	B2 (8%)	21,55	29,88	38,63	30,02
	B3 (10%)	30,44	33,82	40,13	34,80
Jumlah		72,06	86,31	114,33	
Rataan		24,02^e	28,77^{de}	38,11^{bc}	334,11

Penurunan kandungan serat kasar tertinggi terdapat pada perlakuan A1C3 (80% PK +20% AT dengan lama fermentasi 11 hari), ini disebabkan aktivitas enzim selulase pada perlakuan tersebut tinggi berturut-turut yaitu 2,86%. Aktivitas enzim selulase yang tinggi berkaitan dengan komposisi substrat (imbangan C:N) dan lama fermentasi yang cocok untuk *Pleurotus ostreatus* tumbuh dan berkembang subur. *Pleurotus ostreatus* menghasilkan enzim selulase yang dapat bekerja secara sinergis merombak selulosa menjadi glukosa.

Komposisi substrat yang memiliki rasio C:N yang seimbang mampu mempercepat pertumbuhan dari *Pleurotus ostreatus*, karna kapang membutuhkan karbon dan nitrogen untuk pertumbuhannya. Sesuai pendapat Nadeem *et al.*, (2014) rentang rasio C:N terbaik untuk pertumbuhan *Pleurotus ostreatus* adalah 10-15:1. Menurut Wulan *et al.* (2006) jika rasio karbon terhadap nitrogen terlalu besar (jumlah unsur nitrogen kecil), maka unsur nitrogen ini akan menjadi faktor pembatas dalam metabolisme mikroba. Hal ini akan menghambat pertumbuhan mikroba dan akhirnya menurunkan laju degradasi kontaminan.

Lamanya waktu fermentasi memberikan kesempatan miselium untuk tumbuh lebih optimum dan menghasilkan enzim untuk mendegradasi komponen serat kasar. Hal ini didukung oleh Musnandar (2004) dimana semakin lama waktu fermentasi maka kesempatan kompleks enzim untuk mendegradasi komponen serat kasar menjadi gula sederhana semakin meningkat. Peningkatan gula sederhana ini akan meningkatkan pertumbuhan koloni jamur, terutama berdosis inokulum tinggi, sehingga produksi enzim pun meningkat yang pada gilirannya akan meningkatkan degradasi serat kasar pada substrat. Semakin

subur miselium maka semakin tinggi aktivitas enzim selulase yang dihasilkan dalam mendegradasi komponen serat kasar pada substrat.

Semakin lama fermentasi akan menyebabkan proses metabolisme jamur semakin meningkat sehingga lebih banyak energi yang dibebaskan oleh jamur yaitu dengan mendegradasi berbagai sumber energi didalam substrat seperti serat kasar. Perez *et al.* (2001) menjelaskan bahwa setiap mikrofungi memiliki kemampuan yang berbeda dalam mendekomposisi substrat. Semakin lama masa inkubasi maka semakin kompleks senyawa-senyawa yang diurai oleh mikroorganisme menjadi senyawa yang lebih sederhana yang dapat terakumulasi menjadi energi.

Kecernaan serat kasar dari pod kakao fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus* dengan komposisi substrat, dosis inokulum dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 9. Kecernaan serat kasar tertinggi terdapat pada perlakuan A1C3 (80% pod kakao dan 20% ampas tahu dengan lama fermentasi 11 hari), ini disebabkan oleh kandungan serat kasar pada keempat perlakuan tersebut rendah karena aktivitas enzim selulase dan lakase yang tinggi akibat dari rasio C:N dalam komposisi

substrat yang seimbang dan lama fermentasi yang panjang sehingga pencernaan serat kasar tinggi. Prawitasari *et al.* (2012) menyatakan bahwa kandungan serat kasar dalam ransum yang semakin rendah menyebabkan pencernaan serat kasar yang semakin tinggi begitu juga sebaliknya. Maynard *et al.*, (2005) yang menyatakan bahwa daya cerna serat kasar dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kadar serat dalam pakan, komposisi penyusun serat kasar dan aktifitas mikroorganisme.

Tabel 9. Kecernaan Serat Kasar (%BK) Pod Kakao (PK) Fermentasi Menggunakan *Pleurotus ostreatus*

Faktor A (substrat)	Faktor B (dosis)	Faktor C (lama fermentasi)			Rataan
		C1 (7)	C2 (9)	C3 (11)	
A1 (80% PK +20% AT)	B1 (6%)	43,77	48,60	49,30	47,22
	B2 (8%)	47,29	54,87	56,82	52,99
	B3 (10%)	49,53	57,86	58,76	55,38
Jumlah		140,58	161,33	164,89	
Rataan		46,86^b	53,78^a	54,96^a	
A2 (80% PK +20% ASK)	B1 (6%)	42,31	46,33	48,01	45,55
	B2 (8%)	45,75	49,79	53,29	49,61
	B3 (10%)	49,30	51,31	55,28	51,96
Jumlah		137,36	147,43	156,58	
Rataan		45,79^b	49,14^{ab}	52,19^a	
A3 (80% PK +20% D)	B1 (6%)	42,01	43,12	44,17	43,10
	B2 (8%)	43,39	44,09	46,54	44,67
	B3 (10%)	46,16	46,70	47,67	46,84
Jumlah		131,56	133,91	138,38	
Rataan		43,85^b	44,64^b	46,13^b	

Unggas sulit mencerna serat kasar yang tinggi karena mikroba pencerna serat hanya berada pada sekum dan berjumlah sedikit. Wahju (2004) menyatakan serat kasar memiliki sifat bulky (pengganjal) yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin dimana sebagian besar sulit dicerna oleh unggas.

Van soest (1985) menyatakan bahwa daya cerna dan tingkat pencernaan hemiselulosa lebih tinggi dibandingkan selulosa, hal ini disebabkan komponen penyusun serat kasar baik dari itu selulosa, lignin dan silika tidak dapat dicerna oleh unggas, akan tetapi komponen hemiselulosa masih dapat dihidrolisis oleh kandungan asam didalam proventikulus dan gizzard. Ayam dapat memanfaatkan energi dari hemiselulosa melalui proses hidrolisis yang ada didalam proventirkulus dan gizzard atau mungkin adanya pencernaan oleh mikroba dalam usus sehingga menghasilkan energi.

Ditinjau dari segi protein kasar, maka peningkatan protein kasar dari pod kakao fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus* dengan komposisi substrat, dosis inokulum dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 10.

Peningkatan protein kasar tertinggi terdapat pada perlakuan 80% pod kakao dan 20% ampas tahu dengan lama fermentasi 11 hari, ini disebabkan lama fermentasi yang semakin panjang. Semakin lama fermentasi, semakin besar pula kesempatan *Pleurotus ostreatus* untuk tumbuh memadati substrat dan memasuki fase pertumbuhan cepat (fase eksponensial), yang ditandai dengan pertumbuhan miseliumnya subur berwarna putih merata. Suburnya pertumbuhan miselium sebagian besar juga dipengaruhi oleh ketersediaan unsur C dan unsur N yang seimbang pada substrat untuk pertumbuhan *Pleurotus ostreatus*. Pertumbuhan jamur mempergunakan karbon dan nitrogen untuk komponen sel tubuh, sehingga semakin banyak miselium akibat pertumbuhan jamur makin banyak pula sumbangan nitrogen tubuh kedalam substrat lebih banyak. Miselium *Pleurotus ostreatus* termasuk sebagai sumber nitrogen (Tarmidi dan Ghunu, 2006).

Pada substrat 80% pod kakao dan 20% ampas tahu memiliki imbang C:N adalah 12,16 : 1, substrat 80% pod kakao dan 20% ampas susu kedelai memiliki imbang C:N adalah 12,47:1, sedangkan untuk substrat 80% pod kakao dan 20%

dedak memiliki imbang C:N adalah 16,20 : 1. Menurut Wulan *et al.* (2006) jika rasio karbon terhadap nitrogen terlalu besar (jumlah unsur nitrogen kecil), maka unsur nitrogen ini akan menjadi faktor pembatas dalam metabolisme mikroba. Hal ini akan menghambat pertumbuhan mikroba.

Tabel 10. Peningkatan Protein Kasar (%) Pod Kakao (PK) Fermentasi Menggunakan *Pleurotus ostreatus*

Faktor A (substrat)	Faktor B (dosis)	Faktor C (lama fermentasi)			Rataan
		C1 (7)	C2 (9)	C3 (11)	
A1 (80% PK +20% AT)	B1 (6%)	21,33	27,81	28,41	25,85
	B2 (8%)	22,85	30,46	34,34	29,22
	B3 (10%)	25,42	39,23	45,09	36,58
Jumlah		69,60	97,50	107,84	
Rataan		23,20^b	32,50^a	35,95^a	
A2 (80% PK +20% ASK)	B1 (6%)	20,67	25,17	27,39	24,41
	B2 (8%)	22,99	28,19	30,80	27,33
	B3 (10%)	24,37	35,54	42,34	34,08
Jumlah		68,03	88,90	100,53	
Rataan		22,68^b	29,63^{ab}	33,51^a	
A3 (80% PK +20% D)	B1 (6%)	20,00	20,45	21,21	20,55
	B2 (8%)	20,79	23,80	24,55	23,05
	B3 (10%)	22,25	22,81	24,58	23,22
Jumlah		63,04	67,07	70,34	
Rataan		21,01^b	22,36^b	23,45^b	

Retensi nitrogen dari pod kakao fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus* dengan komposisi substrat, dosis inokulum dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Rataan Retensi Nitrogen (%) Pod Kakao (PK) Fermentasi Menggunakan *Pleurotus ostreatus*

Faktor A (substrat)	Faktor B (dosis)	Faktor C (lama fermentasi)			Rataan
		C1 (7)	C2 (9)	C3 (11)	
A1 (80% PK +20% AT)	B1 (6%)	43,76	55,58	56,55	51,96
	B2 (8%)	46,69	55,86	57,12	53,22
	B3 (10%)	47,61	56,60	58,37	54,19
Jumlah		138,06	168,04	172,04	
Rataan		46,02^a	56,01^a	57,35^a	
A2 (80% PK +20% ASK)	B1 (6%)	42,80	52,66	53,74	49,74
	B2 (8%)	44,06	53,19	54,11	50,45
	B3 (10%)	46,75	55,75	56,94	53,15
Jumlah		133,62	161,60	164,80	
Rataan		44,54^b	53,87^a	54,93^a	
A3 (80% PK +20% D)	B1 (6%)	38,54	43,28	44,53	42,11
	B2 (8%)	44,26	45,58	48,51	46,12
	B3 (10%)	44,89	46,41	48,81	46,71
Jumlah		127,69	135,27	141,85	
Rataan		42,56^b	45,09^b	47,28^b	

Retensi nitrogen tertinggi terdapat pada perlakuan A1C3 (80% pod kakao dan 20% ampas tahu dengan lama fermentasi 11 hari), ini disebabkan tingginya kandungan protein pada perlakuan sehingga konsumsi protein juga tinggi. Pada perlakuan A1C3 konsumsi protein sebesar 2,96%,

Retensi nitrogen tergantung pada kandungan protein dalam ransum. Kandungan nitrogen yang diretensi sejalan dengan kandungan protein ransum. Konsumsi protein kasar yang tinggi akan mengakibatkan semakin banyak protein yang

dicerna sehingga banyak pula yang ditinggalkan didalam tubuh akibatnya retensi nitrogen yang dihasilkan meningkat.

Menurut Corzo *et al.* (2005) faktor-faktor yang mempengaruhi besar kecilnya retensi nitrogen adalah konsumsi ransum terutama konsumsi protein, apabila kualitas protein rendah (asam amino) maka retensi nitrogen akan rendah. Wahyu (2004) menyatakan bahwa pakan dengan protein rendah bergerak lebih cepat meninggalkan saluran pencernaan dibandingkan dengan pakan yang kandungan proteinnya tinggi, pergerakannya lebih lambat meninggalkan saluran pencernaan untuk mendapatkan waktu lebih banyak untuk proses denaturasi dan penglarutan protein yang dikonsumsi. Tinggi rendahnya nitrogen dalam feses berpengaruh terhadap retensi nitrogen. Semakin banyak nitrogen yang tertinggal dalam tubuh, nitrogen yang terbuang bersama feses semakin menurun.

3.3. Profil Kualitas Nutrisi Pod Kakao Fermentasi dengan *Lentinus edodes*

Fermentasi pod kakao dengan *Lentinus edodes* memiliki tahapan sebagai berikut: substrat yang terdiri dari 80% pod kakao dan 20% ampas tahu. Substrat dimasukkan dalam kan-

tong plastik ditambahkan dengan larutan mineral Brook *et al* (7 ml/ 100 g substrat) dan ditambahkan aquades (kadar air 70%), diaduk sampai homogen. Kemudian substrat dan wadah fermentasi disterilisasi menggunakan *autoclave* (suhu 121°C dengan waktu 15 menit), dibiarkan hingga suhu turun mencapai suhu kamar, kemudian didinginkan di dalam ruangan steril (laminar air flow). Substrat steril diinokulasi dengan 8% inokulum *Lentinus edodes* di dalam ruangan steril (laminar air flow). Diinkubasi selama 9 hari. Produk fermentasi dengan *Lentinus edodes* dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Produk Fermentasi dengan *Lentinus edodes* (Dokumen Pribadi Nuraini dkk, 2018)

Fermentasi pod kakao dengan *Lentinus edodes* untuk aktivitas enzim selulase (Tabel 12).

Tabel 12. Aktivitas Enzim Selulase dari Pod Kakao dengan *Lentinus edodes*

Faktor A (Dosis Inokulum)	Faktor B (Lama Fermentasi)			Rataan
	B1 (7 hari)	B2 (9 hari)	B3 (11 hari)	
A1 (6 %)	0.71	0.91	1.03	0.88 ^B
A2 (8 %)	0.74	0.97	1.19	0.97 ^{AB}
A3 (10 %)	0.90	1.02	1.29	1.01 ^A
Rataan	0.78 ^c	0.97 ^b	1.17 ^a	

Dosis inokulum 8% dan 10% merupakan dosis inokulum tertinggi terhadap aktivitas enzim selulase dari pod kakao fermentasi dengan *Lentinus edodes* karena semakin cepat proses fermentasi berlangsung dengan dosis inokulum yang tinggi, menyebabkan pertumbuhan mikroba pada substrat semakin banyak pula sehingga aktivitas enzim selulase juga meningkat.

Lama fermentasi yang semakin panjang waktu diberikan maka semakin lama kesempatan mikro organisme untuk berkembang, sehingga aktivitas enzim selulase semakin meningkat. Cara kerja dari 3 tipe enzim selulase, pertama yaitu Endo-1,4- β -D-glucanase (endoselulase, carboxymethyl cellulase atau

CMCase), yang mengurai polimer selulosa secara random pada ikatan internal α -1,4-glikosida untuk menghasilkan oligodekstrin dengan panjang rantai yang bervariasi. Kedua yaitu Exo-1,4- β -D-glucanase (cellobio-hydrolase), yang mengurai selulosa dari ujung pereduksi dan non pereduksi untuk menghasilkan selobiosa untuk glukosa. Ketiga yaitu β -glucosidase (cellobiose), yang mengurai selobiosa untuk menghasilkan glukosa (Ikram *et al.*, 2005).

Aktivitas enzim selulase dipengaruhi beberapa faktor antara lain suhu, PH, konsentrasi substrat, enzim, keberadaan inhibitor dan lama inkubasi (Hames and Hooper, 2005). *Lentinus edodes* mampu mendegradasi selulosa disebabkan dapat menghasilkan enzim CMCAce (Elisashvili *et al.*, 2007). Selulase berfungsi untuk menghidrolisis selulosa menjadi glukosa.

Kandungan serat kasar (%BK) dari pod kakao yang difermentasi dengan *Lentinus edodes* (Tabel 13). Kandungan serat kasar dari pod kakao dengan *Lentinus edodes* berkisar antara 17,99% sampai 24,92%, kandungan serat kasar ini lebih rendah dari pada kandungan serat kasar pod kakao sebelum fermentasi yaitu 28,75%.

Tabel 13. Kandungan Serat Kasar dari Pod Kakao Fermentasi dengan *Lentinus edodes*

Faktor A Dosis Inokulum	Faktor B (Lama Fermentasi)			Rataan
	B1 (7 hari)	B2 (9 hari)	B3 (11 hari)	
A1 (6%)	24,92 ^a	22,91 ^b	18,60 ^d	22,14 ^A
A2 (8%)	24,62 ^a	20,23 ^c	18,55 ^d	21,13 ^{AB}
A3 (10%)	24,51 ^a	18,73 ^d	17,99 ^d	20,41 ^B
Rataan	24,68 ^a	20,62 ^b	18,38 ^c	

Kandungan serat kasar yang terendah pada dosis inokulum 10% dan lama fermentasi 11 hari yaitu 17,99%, disebabkan oleh aktivitas enzim selulasenya juga tinggi, berarti kerja enzim untuk menghidrolisis serat kasar terutama selulosa menjadi maksimal sehingga kandungan selulosa pada pod kakao semakin turun akibatnya kandungan serat kasar semakin turun. Menurut Belitz *et al.*, (2008) bahwa enzim selulase berfungsi untuk menghidrolisis selulosa menjadi glukosa.

Menurut Elisashvili *et al.*, (2007) bahwa jamur *Lentinus edodes* mampu mendegradasi selulosa disebabkan jamur ini dapat menghasilkan enzim CMCAce. Jamur *Lentinus edodes* merupakan jamur pelapuk putih yang mampu mendegradasi selulosa dan lignin karena kapang ini mengandung enzim

pendegradasi lignin seperti lignin peroksidase, enzim mangana-
nase dan enzim lacase.

Dari segi pencernaan serat kasar dari fermentasi pod kakao dengan *Lentinus edodes* dapat dilihat pada Tabel 14. Kecernaan serat kasar dari pod kakao fermentasi dengan *Lentinus edodes* berkisar antara 49,64% sampai 55,58%, kecernaan serat kasar ini lebih tinggi dari pada kecernaan serat kasar pod kakao sebelum fermentasi yaitu 28,75%.

Tabel 14. Kecernaan Serat Kasar dari Pod Kakao Fermentasi dengan *Lentinus edodes*

Faktor A (Dosis Inokulum)	Faktor B (Lama Fermentasi)			Rataan
	B1 (7 hari)	B2 (9 hari)	B3 (11 hari)	
A1 (6%)	49,64 ^d	50,65 ^d	54,59 ^a	51,63 ^B
A2 (8%)	50,55 ^d	52,23 ^c	54,59 ^a	52,50 ^{AB}
A3 (10%)	50,61 ^d	54,57 ^c	55,58 ^a	53,59 ^A
Rataan	50,27 ^c	52,48 ^b	54,97 ^a	

Tingginya kecernaan serat kasar pada dosis 6%, 8% dan 10% dengan lama fermentasi 11 hari berkaitan dengan kandungan serat kasar yang rendah pada perlakuan tersebut. Rendahnya kandungan serat kasar disebabkan kandungan lignin dan selulosa yang terkandung dalam pod kakao fermentasi didegradasi oleh enzim ligninase dan enzim selulase yang

dihasilkan oleh jamur *Lentinus edodes* sehingga lebih mudah dicerna dan pencernaan meningkat.

Semakin rendah serat kasar maka semakin tinggi pencernaan serat kasar sesuai dengan pendapat Despal (2000) bahwa serat kasar memiliki hubungan yang negatif dengan pencernaan serat kasar. Pendapat Kassim *et al.*, (1985) menyatakan bahwa semakin banyak selulase yang dihasilkan untuk memecah selulosa menjadi glukosa akibatnya semakin meningkat pencernaan serat kasar.

Ditinjau dari segi kandungan protein kasar dari pod kakao fermentasi dengan *Lentinus edodes* (Tabel 15). Pod kakao 80% + dedak 20% sebelum fermentasi memiliki kandungan protein kasar sebesar 10,92%. Setelah difermentasi dengan *Lentinus edodes* terjadi peningkatan protein kasar pada setiap perlakuan. Tingginya kandungan protein kasar pada perlakuan dosis 10% dan lama fermentasi 11 Hari, disebabkan dosis inokulum banyak dan lama fermentasi yang panjang, menyebabkan pertumbuhan mikroba meningkat dan merata sehingga adanya kesempatan bagi mikroba memberikan sumbangan protein yang cukup tinggi, yang menyebabkan protein kasar meningkat.

Tabel 15. Kandungan Protein Kasar dari Pod Kakao Fermentasi dengan *Lentinus edodes*

Faktor A Dosis Inokulum	Faktor B (Lama Fermentasi)			Rataan
	B1 (7 hari)	B2 (9 hari)	B3 (11 hari)	
A1 (6%)	15,88 ^e	16,60 ^d	17,12 ^{cd}	16,53 ^C
A2 (8%)	17,08 ^{cd}	17,50 ^b	18,58 ^b	17,72 ^B
A3 (10%)	17,45 ^{bc}	19,13 ^a	19,62 ^a	18,73 ^A
Rataan	16,80 ^c	17,74 ^b	18,44 ^a	

Semakin banyak dosis inokulum maka semakin banyak bahan yang dirombak, sehingga dosis inokulum dan substrat fermentasi akan meningkatkan nilai produk karena mikroba mengandung protein yang cukup tinggi yaitu 40-60% dan sumbangan dari enzim yang dihasilkan. Enzim merupakan protein yang berfungsi sebagai katalis atau senyawa yang dapat mempercepat suatu reaksi. Cepat lambatnya fermentasi akan menentukan jumlah enzim yang dihasilkan, semakin lama waktu fermentasi maka semakin banyak bahan yang dirombak oleh enzim dan enzim yang dihasilkan oleh mikroba juga merupakan protein.

Retensi nitrogen dari fermentasi pod kakao fermentasi dengan *Lentinus edodes* untuk masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Retensi Nitrogen dari Pod Kakao Fermentasi dengan *Lentinus edodes*

Faktor A Dosis Inokulum	Faktor B (Lama Fermentasi)			Rataan
	B1 (7 hari)	B2 (9 hari)	B3 (11 hari)	
A1 (6%)	52,61 ^d	54,20 ^{cd}	55,74 ^c	54,18 ^B
A2 (8%)	54,51 ^{cd}	59,57 ^b	61,20 ^{ab}	58,42 ^B
A3 (10%)	56,28 ^c	61,74 ^a	62,72 ^a	60,24 ^A
Rataan	54,46 ^b	58,50 ^b	59,89 ^a	

Tingginya retensi nitrogen pada perlakuan dosis 10% dan lama fermentasi 11 hari disebabkan kandungan protein kasar yang dikonsumsi ternak juga tinggi, yaitu 2,79 g/ekor. Hal ini juga berkaitan dengan kandungan protein kasar yang juga tinggi pada perlakuan tersebut yaitu 19,62%. Faktor-faktor yang mempengaruhi besar kecil retensi nitrogen adalah konsumsi ransum terutama konsumsi protein, apabila kualitas protein rendah (asam amino) maka retensi nitrogen akan rendah.

Retensi nitrogen dipengaruhi oleh peningkatan level protein dalam pakan. Apabila kualitas protein rendah, atau salah satu asam aminonya kurang maka retensi nitrogen akan rendah (Corzo *et al.*, 2005).

3.4. Profil Kualitas Nutrisi Pod Kakao Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus*

Substrat yang digunakan terdiri dari pod kakao 80%, dan ampas tahu 20% yang ditambah aquades (kadar air 70%), Pod kakao dan ampas tahu dikukus selama 30 menit setelah air mendidih, lalu dibiarkan sampai suhu turun inokulum *Phanerochaete chrysosporium* dan diinkubasi selama 7 hari dengan ketebalan 1 cm. Produk fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* (Gambar 10). Peningkatan protein kasar dan penurunan serat kasar campuran pod kakao ampas tahu produk fermentasi (PKATF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* dapat dilihat pada Tabel 17.

Peningkatan protein kasar PKATF yang tertinggi terdapat pada perlakuan C yaitu 54,69% dan yang terendah pada perlakuan A yaitu 34,42 %. Tingginya persentase peningkatan protein kasar pada perlakuan C disebabkan sumbangan protein tubuh kapang ke dalam substrat yang lebih banyak dari perlakuan A, perlakuan B dan perlakuan D. Kapang mengandung protein yang cukup tinggi yaitu 40 - 60%.



Gambar 16. Produk Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* (Dokumen Pribadi Nuraini dkk, 2018)

Pada perlakuan C fermentasi dilakukan berturut-turut dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* sehingga sumbangan protein kasar pada substrat lebih tinggi. Peningkatan kandungan protein sesudah fermentasi dapat dikatakan sebagai proses “*protein enrichment*” yang berarti proses pengayaan protein bahan mikroorganisme tertentu karena proses tersebut identik dengan pembuatan *single cell protein* dan pada proses ini tidak dipisahkan antara sel mikroba yang tumbuh dengan substratnya.

Disamping itu *Monascus purpureus* dapat menghasilkan enzim protease yang dapat merombak protein menjadi peptida dan asam amino. Menurut Hidayat (2007) bahwa fermentasi merupakan kegiatan mikroba pada bahan pangan sehingga dihasilkan produk yang dikehendaki dan fermentasi dapat meningkatkan kandungan gizi dan daya cerna suatu bahan.

Pada Tabel 17 di atas dapat dilihat bahwa penurunan serat kasar tertinggi adalah 39,45% yang terdapat pada perlakuan C (PKATF) *Phanerochaete chrysosporium* dilanjutkan dengan *Monascus purpureus*) dan yang terendah adalah 23,03% pada perlakuan B (PKATF *Monascus purpureus*).

Tingginya persentase penurunan serat kasar pada perlakuan C disebabkan terjadinya degradasi serat kasar dari pod kakao dan ampas tahu selama fermentasi oleh kapang *Phanerochaete chrysosporium*. Kapang *Phanerochaete chrysosporium* dapat menghasilkan enzim ligninase dan selulase yang dapat menghidrolisa lignin dan selulosa menjadi komponen yang lebih sederhana sehingga mengakibatkan penurunan kandungan serat kasar. Kapang *Phanerochaete chrysosporium* dapat mendegradasi lignin dan senyawa turunannya secara efektif dengan cara

menghasilkan enzim peroksidase ekstra-selular yang berupa lignin peroksidase (LiP) dan mangan peroksidase (MnP) (Howard, *et. al*, 2003).

Tabel 17. Persentase Peningkatan Protein Kasar dan Penurunan Serat Kasar PKATF

Perlakuan	Peningkatan Protein kasar (%)	Penurunan Serat kasar (%)
A (Fermentasi dengan <i>P. Chrysosporium</i>)	34,42 ^c	32,70 ^b
B (Fermentasi dengan <i>M. purpureus</i>)	42,46 ^b	23,03 ^c
C (Fermentasi dengan <i>P. chrysosporium</i> dan <i>M. purpureus</i>)	54,69 ^a	39,45 ^a
D (50% A dan 50% B)	35,73 ^c	29,28 ^b

Disamping itu pada perlakuan C fermentasi dilakukan dengan 2 kapang, setelah serat kasar turun dengan *Phanerochaete chrysosporium* dilanjutkan fermentasi dengan kapang *Monascus purpureus* yang juga dapat menurunkan serat kasar, sehingga penurunan serat kasar lebih tajam pada perlakuan C. Tingginya penurunan serat kasar pada perlakuan A disebabkan terjadinya degradasi serat kasar dari pod kakao ampas tahu selama fermentasi oleh kapang *Phanerochaete chrysosporium* tetapi tetapi tidak setinggi pada perlakuan C.

Ditinjau dari segi kualitas nutrisi maka retensi nitrogen, pencernaan serat kasar dan energi metabolisme campuran pod kakao ampas tahu fermentasi (PKATF) *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* dapat dilihat pada Tabel 18.

Pada Tabel 18 dapat dilihat bahwa retensi nitrogen tertinggi adalah 65,41% pada perlakuan C (PKATF *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* berkaitan juga dengan jumlah protein kasar yang dikonsumsi lebih tinggi dari lainnya. Protein berasal dari protein tubuh kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* dan sebagian berasal dari enzim ligninase dan selulose yang dihasilkan *Phanerochaete chrysosporium* dan enzim karboksi-peptidase, protease dan amilase yang dihasilkan *Monascus purpureus*.

Tabel 18. Retensi Nitrogen, Pencernaan Serat Kasar dan Energi Metabolisme PKATF

Perlakuan	Retensi nitrogen (%)	Kecernaan Serat kasar (%)	Energi metabolisme (kkal/kg)
A (Fermentasi dengan <i>P. Chrysosporium</i>)	54,65 ^c	35,50 ^b	1221,20 ^b
B (Fermentasi dengan <i>M. purpureus</i>)	59,30 ^b	24,94 ^c	1039,06 ^c
C (Fermentasi dengan <i>P. chrysosporium</i> dan <i>M. purpureus</i>)	65,41 ^a	43,40 ^a	1356,96 ^a
D (50% A dan 50% B)	55,29 ^c	32,90 ^b	1162,39 ^b
SE	1,20	1,86	27,04

Pada Tabel 18 dapat dilihat bahwa pencernaan serat kasar tertinggi adalah 43,40% pada perlakuan C (PKATF *Phanerochaete chrysosporium* dilanjutkan dengan *Monascus purpureus*). Hal ini berkaitan dengan fermentasi PKATF oleh kapang *Phanerochaete chrysosporium* menghasilkan penurunan serat kasar yang lebih tinggi karena mikroorganisme bersifat katabolik atau memecah komponen yang kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna. Terjadinya fermentasi ini dapat menyebabkan perubahan sifat bahan sebagai akibat pemecahan kandungan bahan pangan tersebut yaitu protein, lemak dan polisakarida dapat dihidrolisis sehingga bahan pangan yang dihasilkan mempunyai pencernaan yang tinggi.

Menurunnya kandungan serat kasar oleh enzim selulase pada proses fermentasi substrat akan meningkatkan pencernaan serat kasar pada ternak monogastrik karena ternak tersebut tidak mempunyai enzim selulase untuk mencerna serat kasar.

Pada Tabel 18 dapat dilihat bahwa energi metabolisme (ME) yang tertinggi adalah 1356,96 kkal/kg pada perlakuan C berhubungan dengan peningkatan retensi nitrogen dan pencernaan serat kasar yang mengakibatkan energi yang dapat

dimanfaatkan oleh tubuh ternak juga semakin meningkat. Hal ini disebabkan campuran pod kakao ampas tahu difermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium*, dilanjutkan dengan *Monascus purpureus* dan menghasilkan retensi nitrogen dan pencernaan serat kasar yang tinggi.

Energi metabolisme merupakan energi makanan dikurangi energi yang hilang dalam feces dan urin. Tidak semua energi yang terkandung dalam ransum dapat digunakan ternak, akan tetapi sebagian akan terbuang melalui feces dan urin.

3.5. Profil Kualitas Nutrisi Pod Kakao Fermentasi dengan Natura Organik Dekomposer

Fermentasi pod kakao dengan Natura organik dekomposer yaitu substrat pod kakao ditambah aquades (kadar air 70%), disterilisasi dan selanjutnya diinokulasi dengan Natura 3% dan diinkubasi selama 7 hari (Gambar 11).

Aktivitas enzim selulase dari pod kakao fermentasi (PKF) dengan Natura Organik Dekomposer dapat dilihat pada Tabel 19. Aktivitas enzim selulase dari PKF menggunakan Natura Organik Dekomposer ditinjau dari dosis inokulum (faktor A) rata-rata yang tertinggi pada perlakuan A3 (dosis inokulum 7%)

Pod Kakao Fermentasi Untuk Unggas

yaitu 2,00 U/ml. Ditinjau dari lama fermentasi (faktor B) rata-rata yang tertinggi pada perlakuan B3 (lama fermentasi 11 hari) yaitu 2,15% U/ml.



Gambar 17. Produk Fermentasi dengan Natura organik Dekomposer (Dokumen Nuraini dkk, 2017)

Tabel 19. Aktivitas Enzim Selulase (U/ml) dari Pod Kakao Fermentasi (PKF) dengan Natura Organik Dekomposer

Faktor A Dosis Inokulum	Faktor B (Lama Fermentasi)			Rataan
	B1 (7hari)	B2 (9 hari)	B3 (11 hari)	
A1 (3%)	1,13	1,74	2,05	1,64 ^b
A2 (5%)	1,45	1,78	2,10	1,78 ^{ab}
A3 (7%)	1,70	2,02	2,29	2,00 ^a
Rataan	1,43 ^b	1,85 ^a	2,15 ^a	

Ditinjau dari segi dosis inokulum (faktor A) tingginya aktivitas enzim selulase pada perlakuan dosis inokulum 5% dan 7% disebabkan oleh dosis Natura Organik Dekomposer yang diberikan semakin banyak. Semakin banyak dosis Natura Organik Dekomposer yang diberikan pada pod kakao maka semakin cepat proses fermentasi menyebabkan pertumbuhan mikroba pada substrat semakin banyak pula dan aktivitas enzim selulase meningkat.

Ditinjau dari segi lama fermentasi tingginya aktivitas enzim selulase pada 9 hari dan 11 hari disebabkan oleh lama fermentasi yang panjang sehingga semakin banyak pertumbuhan mikroba pada PKF menggunakan Natura Organik Dekomposer sehingga aktivitas enzim selulase meningkat. Lama fermentasi berkaitan erat dengan waktu yang dapat digunakan mikroba untuk tumbuh dan berkembang biak, sehingga aktivitas enzim meningkat.

Cara kerja dari 3 tipe enzim selulase, pertama yaitu Endo-1,4- β -D-glucanase (endoselulase, carboxymethyl cellulase atau CMCase), yang mengurai polimer selulosa secara random pada ikatan internal α -1,4-glikosida untuk menghasilkan oligodekstrin

dengan panjang rantai yang bervariasi. Kedua yaitu Exo-1,4- β -D-glucanase (cellobiohydrolase), yang mengurai selulosa dari ujung pereduksi dan non pereduksi untuk menghasilkan seliobosa untuk glukosa. Ketiga yaitu β -glucosidase (cellobiose), yang mengurai selobiosa untuk menghasilkan glukosa (Ikram *et al.*, 2005). Aktivitas enzim selulase dipengaruhi beberapa faktor antara lain suhu, PH, konsentrasi substrat, enzim, keberadaan inhibitor dan lama inkubasi (Hames dan Hooper, 2005).

Kandungan serat kasar (%BK) dari pod kakao fermentasi (PKF) dengan Natura Organik Dekomposer dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Kandungan Serat Kasar (%BK) dari Pod Kakao Fermentasi (PKF) dengan Natura Organik Dekomposer

Faktor A (Dosis Inokulum)	Faktor B (Lama fermentasi)			Rataan
	B1 (7hari)	B2 (9 hari)	B3 (11 hari)	
A1 (3%)	28,60 ^a	25,30 ^c	24,39 ^{cd}	26,10 ^a
A2 (5%)	27,30 ^b	25,18 ^c	21,64 ^d	24,71 ^b
A3 (7%)	26,18 ^c	24,43 ^{cd}	18,68 ^e	23,10 ^c
Rataan	27,36 ^a	24,97 ^b	21,57 ^c	

Kandungan serat kasar terendah terdapat pada dosis inokulum 7% dan lama fermentasi 11 hari, disebabkan oleh

pemberian dosis Natura Organik Dekomposer dalam jumlah yang banyak, maka mikroba semakin banyak yang tumbuh dan enzim selulase semakin meningkat yang merombak serat kasar yang mengakibatkan serat kasar PKF menjadi rendah. Sebelum di fermentasi kandungan serat kasar pod kakao yaitu 30,13% setelah difermentasi menggunakan Natura Organik Dekomposer turun menjadi 18,68% (penurunan kandungan serat kasar sebesar 38,00%).

Serat kasar turun dapat terjadi karena proses degradasi komponen serat oleh enzim. Natura Organik Dekomposer merupakan produk kemasan multi enzim yang memiliki banyak kandungan enzim yaitu enzim selulase, amylase, lipase, protease, xylanase, beta-glucanase, pectinase, dan phytase. (Natura BioResearch, 2013).

Kecernaan serat kasar dari pod kakao yang difermentasi (PKF) dengan Natura Organik Dekomposer dapat dilihat pada Tabel 21. Kecernaan serat kasar dari PKF menggunakan Natura Organik Dekomposer memiliki rata-rata 45,05% sampai 53,85%, kecernaan serat kasar ini lebih tinggi dari pada kecernaan serat kasar pod kakao sebelum fermentasi yaitu 40,11%. Tingginya

kecernaan serat kasar pada perlakuan A3B3, A2B3 dan A1B3 berkaitan dengan rata-rata kandungan serat kasar yang rendah pada perlakuan dosis inokulum 7% lama fermentasi 11 hari yaitu 18,68%, perlakuan dosis inokulum 5% dan lama fermentasi 11 hari yaitu 21,64% dan perlakuan dosis inokulum 3% dan lama fermentasi 11 hari yaitu 24,39%.

Tabel 21. Kecernaan Serat Kasar (%BK) Pod Kakao Fermentasi (PKF) dengan Natura Organik Dekomposer

Faktor A (Dosis Inokulum)	Faktor B (Lama Fermentasi)			Rataan
	B1 (7 hari)	B2 (9 hari)	B3 (11 hari)	
A1 (3%)	45.05 ^d	48.29 ^c	51.40 ^{ab}	48.25 ^b
A2 (5%)	46.29 ^d	49.26 ^c	52.56 ^a	49.37 ^{ab}
A3 (7%)	47.22 ^{cd}	50.12 ^{bc}	53.85 ^a	50.40 ^a
Rataan	46.19 ^c	49.22 ^b	52.60 ^a	

Rendahnya kandungan serat kasar disebabkan oleh pemberian dosis Natura Organik Dekomposer dalam jumlah yang banyak sehingga mikroba semakin banyak yang tumbuh dan enzim semakin meningkat terutama enzim selulase yang merombak serat kasar menjadi optimal dan lama fermentasi yang panjang mengakibatkan substrat yang akan dirombak semakin banyak pula, sehingga kerja enzim selulase untuk merombak

serat kasar (terutama selulosa) menjadi glukosa lebih optimal. Menurunnya kandungan serat kasar, maka pencernaan serat kasar akan meningkat.

Pengukuran pencernaan adalah usaha untuk menentukan jumlah makanan yang terserap dalam saluran pencernaan, daya cerna serat kasar dipengaruhi oleh faktor serat kasar dalam pakan, komposisi penyusun serat kasar dan aktivitas mikro-organisme, semakin rendah serat kasar maka semakin tinggi pencernaan serat kasar yang terserap dalam saluran pencernaan unggas.

Kecernaan serat kasar yang tinggi pada perlakuan A3B3, juga disebabkan oleh adanya probiotik *Saccaromyces sp* pada produk Natura Organik Dekomposer di tandakan tumbuhnya kapang berwarna putih pada PKF dan baunya manis seperti bau tape. *Saccaromyces sp* dapat menghasilkan enzim selulase yang berguna memecah selulosa menjadi glukosa. Menurut Kartaningsih (2007) bahwa penambahan probiotik *Saccaromyces sp* dalam ransum broiler dapat meningkatkan pencernaan serat kasar dan protein kasar.

BAB IV

PENGGUNAAN POD KAKAO FERMENTASI DALAM RANSUM UNGGAS PEDAGING

4.1. Penggunaan Pod Kakao Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* terhadap Broiler

Pengaruh penggunaan pod kakao fermentasi (PKF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* terhadap performa broiler dapat dilihat pada Tabel 22.

Konsumsi ransum broiler sama antara perlakuan 5, 10, 15 dan 20% PKF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dalam ransum dengan control, menunjukkan bahwa pemberian produk fermentasi PKF sebagai bahan pakan alternatif masih disukai oleh broiler tanpa menurunkan konsumsi walaupun terjadi pengurangan jagung dan bungkil kedelai masing-masing sebanyak 16,75% dan 4,5% dari ransum kontrol memberikan aroma dan bentuk yang tidak jauh berbeda dengan ransum kontrol. Fermentasi limbah buah coklat dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat me-

meningkatkan flavor dari substrat sehingga palatabilitas produk fermentasi meningkat.

Tabel 22. Performa Broiler yang Mengonsumsi Pod Kakao Fermentasi (PKF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*

Perlakuan	Konsumsi (g/ekor)	PBB (g/ekor)	Konversi Ransum
A (0%PKF)	1264,00	769,15	1,65
B (5% PKF)	1290,30	790,35	1,63
C (10% PKF)	1308,45	800,75	1,64
D (15% PKF)	1299,00	787,50	1,65
E (20% PKF)	1301,70	781,35	1,67
SE	12,37	12,41	0,04

Proses fermentasi dapat memberikan perubahan fisik dan kimia yang menguntungkan seperti aroma, tekstur dan daya cerna lebih baik dari bahan asalnya. Mikroorganisme dengan enzim yang dihasilkannya dapat merombak senyawa kompleks seperti karbohidrat dan protein menjadi senyawa yang sederhana seperti glukosa dan asam amino. Ini membuktikan enzim selulase dan ligninase yang dihasilkan kapang *Phanerochaete chrysosporium* mampu merombak sebagian selulosa dan lignin pada limbah buah coklat sehingga bisa digunakan lebih banyak dalam ransum broiler.

Penggunaan PKF sampai level 20% dalam ransum dapat memberikan pertambahan bobot badan broiler yang sama dengan ransum kontrol yang tidak menggunakan produk fermentasi. Pertambahan bobot badan yang tidak berbeda disebabkan konsumsi ransum masing-masing perlakuan juga sama. Ini disebabkan pertambahan bobot badan dipengaruhi oleh jumlah ransum yang dikonsumsi dan kualitas dari ransum.

Disamping itu juga disebabkan bahan yang mengalami fermentasi kualitasnya lebih baik, sehingga terlihat dari pertambahan bobot badan yang tidak berbeda dengan pertambahan bobot badan ransum kontrol walaupun pemberian PKF sampai level 20% dapat mengurangi penggunaan jagung sebesar 16,75% dan pengurangan bungkil kedelai sebesar 4,5%.

Pertambahan bobot badan yang sama pada setiap perlakuan juga disebabkan oleh konsumsi ransum terutama konsumsi protein yang sama. Samanya konsumsi protein pada setiap perlakuan berarti jumlah asam amino esensial (terutama metionin, lisin dan triptopan) yang dikonsumsi broiler juga sama, karena pada perlakuan 20% PKF dalam ransum terdapat kandungan asam amino esensial dalam ransum yaitu metionin

0,38%, lisin 1,07% dan triptopan 0,18% hampir sama dengan perlakuan 0, 5, 10 dan 15%PKF dalam ransum, akibatnya penambahan bobot badan yang dihasilkan seragam.

Samanya kandungan asam amino dalam ransum pada semua perlakuan disebabkan produk fermentasi mempunyai kandungan gizi yang lebih tinggi dibandingkan bahan asalnya (sebelum fermentasi). Peningkatan kandungan gizi ini terutama dapat dilihat dari peningkatan kandungan protein kasar dan kandungan asam amino esensial. Kandungan protein kasar limbah buah coklat sebelum fermentasi berdasarkan bahan kering adalah 12,48% dan terjadi peningkatan setelah difermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* menjadi 19,54%. Demikian juga dengan kandungan asam amino esensial PKC sebelum fermentasi terjadi peningkatan setelah difermentasi PKF.

Pertambahan bobot badan sama juga disebabkan produk fermentasi ini dapat meningkatkan nilai pencernaan karena enzim yang dihasilkan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat merombak bahan yang sulit dicerna oleh unggas menjadi bahan yang mudah dicerna sehingga nilai

manfaatnya meningkat. Dengan penggunaan jagung dan bungkil kedelai yang sedikit tetapi memberikan penambahan bobot badan yang sama dengan ransum kontrol (0% PKF) dengan penggunaan jagung dan bungkil kedelai yang lebih banyak.

Ditinjau dari segi konversi ransum, maka konversi ransum yang sama berkaitan dengan konsumsi ransum dan penambahan bobot badan broiler yang masing-masing juga seragam dipengaruhi perlakuan, karena konversi ransum diperoleh dari perbandingan ransum yang dikonsumsi dengan penambahan bobot badan dalam waktu tertentu. Nilai konversi ransum ditentukan oleh banyaknya konsumsi ransum dan penambahan bobot badan yang dihasilkan. Jadi dengan konsumsi ransum yang sama yang diikuti dengan penambahan bobot badan yang seragam akan menghasilkan konversi ransum yang tidak berbeda. Faktor-faktor yang mempengaruhi konversi ransum antara lain kecepatan pertumbuhan, konsumsi, kandungan energi dalam ransum, besar ternak, terpenuhinya zat-zat nutrisi dalam ransum, temperatur lingkungan dan kesehatan ternak.

Konversi ransum broiler dengan penggunaan produk PKF sampai 20% dalam ransum adalah 1,65. Semakin rendah nilai konversi ransum, berarti ransum tersebut semakin baik nilai gizinya dan nilai konversi ransum broiler umur 0-7 minggu dengan kandungan energi metabolis 2900-3200 kkal/kg adalah 1,82 - 1,94 (Leeson dan Summer, 2001 dan Amrullah, 2004).

Konversi ransum broiler yang diperoleh selama 4 minggu penelitian adalah 1,65. Hasil ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian penggunaan limbah buah pisang fermentasi dengan kapang *Phanerochaeta chrysosporium* dan *Neurospora crassa* selama 4 minggu penelitian memberikan hasil konversi ransum sebesar 1,86.

Pengaruh penggunaan pod kakao fermentasi (PKF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* terhadap performa karkas dapat dilihat pada Tabel 23.

Tabel 23. Persentase Karkas dan Kolesterol Daging Broiler Mengonsumsi PKF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*

Perlakuan	Persentase Karkas (%)	Kolesterol Daging (mg/100g)
A (0% PKF)	68,36	326,31 ^a
B (5% PKF)	67,83	295,12 ^{ab}
C (10% PKF)	68,80	263,85 ^b
D (15% PKF)	68,25	234,42 ^c
E (20% PKF)	67,31	215,88 ^{cd}
SE	0,37	10,74

Performa karkas yang sama pada penggunaan 5%, 10%, 15% dan 20% PKF dalam ransum broiler dengan perlakuan kontrol (0% PKF) seiring dengan bobot hidup dan penambahan bobot badan yang juga sama. Persentase karkas dipengaruhi oleh bobot hidup yang sama, pengolahan yang dilakukan seragam saat pemotongan.

Fakta ini membuktikan bahwa penggunaan produk PKF sampai level 20% yang dapat mengurangi penggunaan jagung dan bungkil kedelai dalam ransum dapat dilakukan karena tidak menurunkan persentase karkas broiler. Persentase karkas yang diperoleh pada perlakuan penggunaan 20% PKF dalam ransum adalah 67,31%. Hasil ini termasuk dalam kisaran persentase karkas broiler menurut Cherry *et al.* (1998) yaitu 65-75% dari bobot hidup.

Kolesterol daging broiler yang mengkonsumsi pod kakao fermentasi sampai umur 4 minggu (Tabel 23) terjadi penurunan pada 15% dan 20% PKF dalam ransum. Pada 20% PKF dalam ransum, mampu menurunkan kolesterol daging broiler tertinggi yaitu sebanyak 33,84% dari 326,31 mg/100 g menjadi 215,88 mg/100g.

Kolesterol daging pada 20% PKF dalam ransum rendah disebabkan semakin banyak digunakan produk PKF dalam ransum sehingga kandungan β -karoten dalam ransum semakin meningkat. β -karoten dihasilkan oleh *Neurospora crassa* (Nuraini, 2006 dan Nuraini *et al.*, 2009). Semakin banyak β -karoten dalam ransum maka jumlah β -karoten yang dikonsumsi broiler juga semakin banyak sehingga semakin rendah kandungan kolesterol, karena β -karoten dapat menghambat kerja enzim HMG-KoA reduktase (Hydroksi-metyl glutaryl-KoA) yang berperan dalam pembentukan mevalonat. Mevalonat diperlukan dalam proses sintesis kolesterol sehingga dengan terhambatnya kerja enzim Hasting, 1995).

Pod kakao saja hanya 5% dapat digunakan pada broiler dan yang telah difermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat diberikan sampai level 20% dalam ransum broiler tanpa memberikan efek negatif terhadap performa broiler, tetapi dapat menurunkan kolesterol daging broiler sebesar 33.84%.

4.2. Penggunaan Pod Kakao Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* pada Broiler



Gambar 18. DOC Broiler yang digunakan untuk Pemberian PKF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* ke Broiler

Pengaruh penggunaan campuran pod kakao dan ampas tahu yang difermentasikan (PKATF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* terhadap performa broiler tertera pada Tabel 24.

Tabel 24. Performa Broiler yang Mengonsumsi PKATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus*

Perlakuan	Konsumsi (g/ekor)	PBB (g/ekor)	Konversi (g/ekor)	Bobot hidup (g/ekor)
A (0 % PKATF)	2430.95 ^c	1227.64 ^c	1,98 ^a	1010,40 ^c
B (5 % PKATF)	2460.38 ^b	1260.38 ^c	1,95 ^{ab}	1037,19 ^{bc}
C (10% PKATF)	2495.06 ^a	1300.60 ^b	1,92 ^{bc}	1064,48 ^b
D (15 % PKATF)	2526.60 ^a	1351.50 ^a	1,87 ^c	1112,68 ^a

Tingginya konsumsi ransum badan broiler pada perlakuan 15 % PKATF ini menunjukkan bahwa produk pod kakao ampas tahu fermentasi (PKATF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* disukai (palatable) sampai level 15% dalam ransum broiler walaupun terjadi lebih banyak pengurangan jagung dan bungkil kedelai pada perlakuan tersebut. Ini karena produk fermentasi mempunyai flavour yang lebih disukai dan memiliki beberapa vitamin (B1, B2, dan B12) sehingga lebih palatable (disukai) bila dibandingkan bahan asalnya. Dilakukannya fermentasi pod kakao ampas tahu dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* maka meningkatkan flavor sehingga palatabilitas juga meningkat. proses fermentasi dapat memberikan perubahan fisik dan kimia

yang menguntungkan seperti aroma, rasa, tekstur yang lebih baik dari bahan asalnya.

Disamping itu tingginya konsumsi ransum juga dipengaruhi oleh warna ransum. Pada perlakuan 15% PKATF warna ransum lebih terang yang merupakan sumbangan warna merah yang dihasilkan dari fermentasi dengan kapang *Monascus purpureus* sehingga warna ransum lebih terang dibandingkan ransum dengan perlakuan A. Menurut Rasyaf (1995), warna ransum mempengaruhi konsumsi ransum dan ternak lebih menyukai ransum yang berwarna terang.

Tinggi penambahan bobot badan disebabkan oleh konsumsi ransum yang juga sama) antar perlakuan. Pertambahan bobot badan juga ditentukan oleh jumlah ransum yang dikonsumsi, semakin tinggi tingkat konsumsi ransum semakin tinggi pula penambahan bobot badan yang dihasilkan dan sebaliknya semakin rendah konsumsi semakin rendah pula penambahan bobot badan.

Pemberian PKATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* yang semakin tinggi yang menyebabkan berkurangnya penggunaan jagung dan bungkil kedelai dalam

ransum ternyata masih disukai oleh broiler. Palatabilitas yang tinggi menyebabkan meningkatnya jumlah ransum yang dikonsumsi yang akan diiringi dengan peningkatan berat badan.

Konversi ransum pada 15% PKATF adalah 1,87. Konversi ransum merupakan perbandingan antara ransum yang dihabiskan dibagi dengan pertambahan bobot badan. Ransum yang mengandung pod kakao dan ampas tahu fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* sampai level 15% lebih efisien dalam memanfaatkan ransum sehingga mampu mendapatkan pertambahan bobot badan yang optimal dengan konversi ransum yang lebih rendah dari pada ransum kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa broiler semakin efisien dalam memanfaatkan ransum yang menggunakan pod kakao dan ampas tahu fermentasi (PKATF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* walaupun terjadi pengurangan jagung dan bungkil kedelai.

Konversi ransum dapat digunakan sebagai gambaran koefisien produksi, semakin kecil nilai konversi ransum maka semakin efisien penggunaan ransum dan demikian sebaliknya. Konversi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain energi

metabolisme dan zat-zat makanan, strain, jenis kelamin, temperatur lingkungan, kesehatan, kepadatan, kandang dan tipe lantai.

Pengaruh penggunaan campuran pod kakao dan ampas tahu yang difermentasikan (PKATF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* terhadap performa karkas tertera pada Tabel 25.

Rendahnya persentase lemak abdomen pada perlakuan 15% PKATF karena tingginya penggunaan PKATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* sampai 15% dalam ransum. Semakin tinggi penggunaan PKATF

Tabel 25. Kualitas Karkas yang Mengonsumsi Pod Kakao Fermentasi (PKATF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus*

Perlakuan	Persentase Lemak Abdomen (%)	Persentase Karkas (%)
A (0% PKATF)	1,02 ^a	68,24 ^c
B (5% PKATF)	0,96 ^b	70,05 ^{bc}
C (10% PKATF)	0,90 ^c	71,40 ^{ab}
D (15% PKATF)	0,84 ^d	72,69 ^a

dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus*, berkaitan dengan kandungan monakolin dalam ransum yang semakin tinggi yaitu 52,31 µg/g. Menurut Pattanagul *et al.*

(2007) *Monascus purpureus* dapat menghasilkan pigmen karotenoid monakolin atau malonin yang tinggi. Monakolin dapat menurunkan kolesterol daging. Rendahnya kolesterol mengakibatkan terjadinya penurunan lemak, karena kolesterol merupakan salah satu komponen lemak. Klasifikasi lemak terdiri dari asam lemak, ester gliseril, sfingolipid, derivat sterol, dan terpen. Didalam derivat sterol salah satunya adalah kolesterol. Hardianto dan Lia *et al.* (2006) bahwa monakolin K merupakan lovastatin yang mempunyai aktifitas *anti hyperkolesterolemia*.

Pendapat Suwanto (1985) secara alami *Monascus purpureus* ini dapat memproduksi monakolin (lovastatin) yang dapat menghambat sintesis kolesterol. Lovastatin merupakan obat yang banyak digunakan untuk mengontrol jalur biosintesis kolesterol dalam darah, menurunkan kolesterol LDL dan dapat meningkatkan HDL serum darah (Brown dan Goldstein, 1991). *Monascus purpureus* atau angkak dengan kandungan monakolin merupakan salah satu bahan alami yang banyak digunakan untuk mencegah dan mengobati hyperkolesterolemia secara tradisional.

Penurunan lemak abdomen pada perlakuan D juga disebabkan oleh kandungan theobromin yang masih ada pada produk PKATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* yaitu 0,08% (theobromin KBC sebelum 0,15% Nuraini dkk. 2012b). Menurut Lehninger (1978) bahwa melalui proses metylase, theobromin dapat diubah menjadi kafein yang berfungsi sebagai pengaktif didalam siklus AMP (adenosin monofosfat) yang selanjutnya mengakibatkan perombakan glikogen menjadi glukosa, sehingga terjadi proses glikogenolisis akibatnya kadar glikogen berkurang dan bisa berakibat kandungan lemak abdomen menjadi turun. Hal ini didukung oleh Pyo dan Seong (2009) bahwa fermentasi dengan *Monascus* dapat menyebabkan penurunan lipid dalam darah (Hypolipidemic effects). Rendahnya lipid dalam darah akan mengakibatkan berkurangnya lemak yang menumpuk sebagai lemak abdomen.

Persentase karkas broiler tertinggi yang menggunakan produk PKATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* dalam ransum terdapat pada perlakuan 15%

PKATF yaitu 72,69% dan rataan persentase karkas terendah terdapat pada perlakuan A (0% PKATF) yaitu 68,24%.

Tingginya persentase karkas pada perlakuan D (15% PKATF) disebabkan oleh bobot hidup dan berat karkas yang semakin tinggi pula pada perlakuan tersebut, karena persentase karkas merupakan cerminan dari bobot hidup dan berat karkas. Tingginya bobot hidup pada perlakuan D (15% PKATF) berkaitan dengan kandungan asam lemak linoleat yang dihasilkan PKATF yang berpengaruh terhadap bobot hidup.

Pengaruh penggunaan campuran pod kakao dan ampas tahu yang difermentasi (PKATF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* terhadap kolesterol darah dapat dilihat pada Tabel 26.

Rendahnya kandungan total kolesterol plasma darah broiler pada perlakuan 15% PKATF ini karena *Monascus purpureus* merupakan kapang yang dapat menghasilkan monakolin atau lovastatin. Semakin tinggi kandungan monakolin dalam ransum (52,31 µg/g). Sesuai pendapat (Einsen-brand,2005) kemampuan karotenoid monakolin dalam menurunkan kolesterol dapat menghambat kerja aktivitas enzim HMG-KoA reduk-

tase sehingga tidak terbentuk mevalonat yang diperlukan untuk sintesis kolesterol.

Tabel 26. Kandungan Total Kolesterol Plasma Darah dan Trigliserida Serum Darah yang Mengonsumsi Pod Kakao Fermentasi (PKATF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus*

Perlakuan	Total kolesterol (mg/dl)	Trigliserida (mg/dl)
A (0% PKATF)	150,20 ^a	70,60 ^a
B (5% PKATF)	138,60 ^b	63,40 ^b
C (10% PKATF)	136,40 ^{bc}	51,60 ^c
D (15% PKATF)	134,20 ^c	45,20 ^d

Rendahnya kandungan total kolesterol plasma darah broiler pada perlakuan 15% PKATF juga berkaitan dengan kandungan niasin yang dihasilkan melalui fermentasi dengan *Monascus purpureus* sebanyak 76,58 mg. Meningkatnya niasin dalam ransum juga akan menghambat aktivitas HMG-KoA reduktase. Akibatnya, terjadi penurunan produksi asam mevalonat dan menghambat aktivitas lipoprotein yang menyebabkan produksi VLDL di hati turun, dan aliran VLDL yang keluar dari hati berkurang. Akibatnya, produksi total kolesterol dan LDL menurun (Sutarpa, 1998). Niasin dalam ransum dapat memperlancar pengeluaran zat-zat yang tidak digunakan tubuh.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Iwan (1989), yang menyatakan bahwa pemberian niasin sampai 1% dalam ransum nyata ($P < 0,05$) menurunkan kolesterol darah broiler.

Turunnya kandungan total kolesterol plasma darah broiler perlakuan D juga di sebabkan karena adanya kandungan asam linoleat yang dihasilkan melalui fermentasi dengan kapang *Monascus purpureus* yaitu 2,14%. Sesuai dengan pendapat (Agnesia, 2010) asam linoleat dapat menurunkan LDL dan total kolesterol darah broiler. Selanjutnya dijelaskan fermentasi dengan kapang *Monascus purpureus* menghasilkan asam oleat, linoleat dan linolenat.

Trigliserida plasma darah broiler terendah yang mengkonsumsi produk PKATF (pod kakao dan ampas tahu fermentasi) dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* dalam ransum adalah pada perlakuan D (15% PKATF) yaitu 45,20 mg/dl dan rata-rata trigliserida tertinggi terdapat pada perlakuan A (0% PKATF) yaitu 70,60mg/dl.

Rendahnya kandungan trigliserida plasma darah broiler pada perlakuan 15% PKATF disebabkan karena adanya kandungan niasin yang di fermentasi dengan *Monascus purpureus*

yaitu 76,58%. Angkak atau *Monascus purpureus* mengandung niasin (Vitamin B3) yang bermanfaat dalam membantu penurunan kadar trigliserida, penurunan LDL dan peningkatan HDL. Mekanisme kerja dari vitamin B3 atau niasin menurut Adam (2006) adalah menghambat kerja enzim lipase di jaringan adipose, dengan demikian akan mengurangi jumlah asam lemak bebas sehingga sintesis VLDL rendah (asam lemak bebas yang ada di dalam darah sebagian akan ditangkap oleh hati dan akan menjadi sumber pembentukan VLDL). Dengan menurunnya sintesis VLDL di hati, akan mengakibatkan penurunan kadar trigliserida dan LDL.

Rendahnya trigliserida juga berkaitan dengan terhambatnya kerja enzim HMG CoA reduktase untuk membentuk mevalonat yang disebabkan fermentasi dengan *Monascus purpureus*. Menurut Pyo dan Seong (2009) bahwa fermentasi dengan *Monascus* dapat menyebabkan penurunan lipid dalam darah (Hypolipidemic effects).

Pengaruh penggunaan campuran pod kakao dan ampas tahu yang difermentasi (PKATF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* terhadap kandungan HDL

plasma darah (mg/dl) dan kandungan LDL plasma darah (mg/dl) pada perlakuan selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 27.

HDL plasma darah broiler tertinggi yang meng-konsumsi produk PKATF (pod kakao dan ampas tahu fermentasi) dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* dalam ransum adalah pada perlakuan 15% PKATF, yaitu 92,20 mg/dl. Tingginya kandungan HDL plasma darah broiler pada perlakuan D dengan 15% PKATF ini berkaitan dengan tingginya karotenoid monakolin (52,31 μ g/g) yang dihasilkan melalui fermentasi dengan *Monascus purpureus*. Monakolin dikenal juga dengan lovastatin, lovastatin merupakan obat yang banyak digunakan untuk mengontrol jalur biosintesis kolesterol dalam darah, menurunkan kolesterol LDL dan dapat meningkatkan HDL pada darah. Angkak yang merupakan produk fermentasi beras dengan *Monascus purpureus* yang dapat menghasilkan monakolin merupakan salah satu bahan alami yang banyak digunakan untuk mencegah dan mengobati hiperkolesterolemia secara tradisional.

Tabel 27. Kandungan HDL Plasma Darah dan Kandungan LDL Plasma Darah yang Mengonsumsi PKATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus*

Perlakuan	HDL (mg/dl)	LDL (mf/dl)
A (0% PKATF)	81,40 ^d	48,20 ^a
B (5% PKATF)	84,60 ^c	45,80 ^b
C (10% PKATF)	87,40 ^b	43,40 ^c
D (15% PKATF)	92,20 ^a	39,40 ^d

Selain itu meningkatnya kandungan HDL plasma darah broiler pada perlakuan 15% PKATF berkaitan dengan kandungan niasin yang dihasilkan kapang *Monascus purpureus*. Menurut Nuraini dkk (2012b) fermentasi PKATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* menghasilkan niasin 76,58mg. Niasin dapat menyebabkan produksi VLDL di hati turun, dan aliran VLDL yang keluar dari hati berkurang. Akibatnya, produksi total kolesterol, LDL, trigliserida menurun dan diikuti dengan meningkatnya HDL. Pemberian ekstrak angkak mampu meningkatkan kadar HDL darah broiler (Wong, 2006). Sesuai dengan hasil penelitian Ardiansyah (2005) bahwa dalam penelitiannya berhasil dibuktikan tepung angkak dapat meningkatkan kadar HDL darah pada tikus *Sprague dawley* dengan diet tinggi fruktosa.

LDL plasma darah broiler terendah yang mengkonsumsi produk PKATF dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* adalah pada perlakuan 15% PKATF yaitu 39,40 mg/dl. Ini menunjukkan bahwa semakin banyak penggunaan produk PKATF maka semakin tinggi kandungan monakolin dalam ransum (52,31 µg/g).

Mevinolin atau lovastatin (monakolin) merupakan komponen bioaktif yang ada di dalam kapang *Monascus purpureus* yang dapat menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Senyawa-senyawa ini mampu menghambat kerja enzim 3-hydroxy-3-methylglutaryl CoA reductase (HMG-CoA reductase), yaitu enzim yang bertanggung jawab dalam proses sintesis kolesterol inhibitor, yang dapat menurunkan simpanan kolesterol intrasel serta menghambat sintesis very low density lipoprotein (VLDL) di hati. Mengingat VLDL adalah prekursor LDL, maka penghambatan sintesis VLDL secara otomatis akan menurunkan jumlah LDL (King, 2007). Hal ini di dukung oleh pendapat Eisenbrand (2005) pemberian 2,4 g/hari produk kaya monokolin setelah difermentasi dengan *Monascus purpureus* yang mengandung 10 mg monakolin, selama 12 minggu dapat me-

nurunkan total kolesterol, menurunkan LDL dan trigliserida serta meningkatkan HDL kolesterol serum darah tikus.

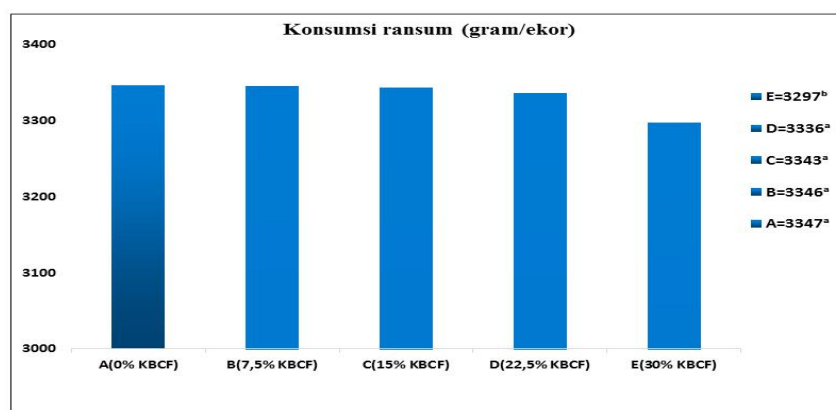
Rendahnya kandungan LDL plasma darah broiler pada perlakuan 15% PKATF berkaitan dengan kandungan Niasin yang dihasilkan melalui fermentasi dengan *Monascus pur-pureus* 76,58 mg. Meningkatnya niasin dalam ransum akan menghambat aktivitas HMG-KoA reduktase (Harper,1992). Akibatnya, terjadi penurunan produksi asam mevalonat dan menghambat aktivitas lipoprotein (Hotz, 1983), yang menyebabkan produksi VLDL di hati turun, dan aliran VLDL yang keluar dari hati berkurang. Akibatnya, produksi total kolesterol dan LDL menurun (Sutarpa, 1998).

Turunnya kandungan LDL plasma darah broiler perlakuan D juga disebabkan karena adanya kandungan asam linoleat yang dihasilkan melalui fermentasi dengan kapang *Monascus pur-pureus* yaitu 2,14%. Sesuai dengan pendapat (Agnesia, 2010) asam linoleat dapat menurunkan LDL dan total kolesterol darah broiler. Selanjutnya dijelaskan fermentasi dengan kapang *Monascus purpureus* menghasilkan asam oleat, linoleat dan linolenat.

Pod kakao yang telah difermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* dapat diberikan sampai level 15% dalam ransum broiler tanpa memberikan efek negatif terhadap performa broiler, tetapi dapat menurunkan kolesterol darah sebesar 10.65%, menurunkan LDL sebesar 18.25%, menurunkan trigliserida 35.98% karena adanya kandungan monakolin (berfungsi sama dengan lovastatin) yang berfungsi sebagai anti *hypercholesterolemia*.

4.3. Penggunaan Pod Kakao Fermentasi dengan *Lentinus edodes* pada Broiler

Pengaruh penggunaan pod kakao fermentasi (PKF) dengan *Lentinus edodes* terhadap performa broiler dapat dilihat pada Gambar 19, 20 dan 21.



Keterangan : Berbeda nyata ($P < 0,05$) KBC = PK

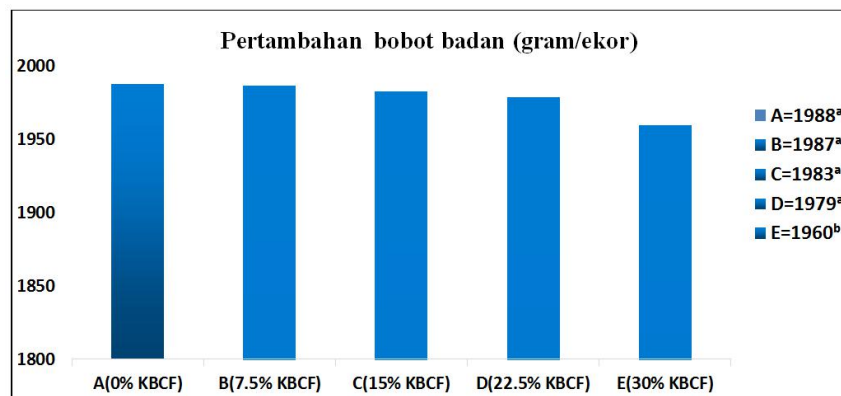
Gambar 19. Rataan Konsumsi Ransum Broiler

Gambar 19 menunjukkan bahwa konsumsi ransum broiler sama, ini disebabkan ransum pada setiap perlakuan memiliki palatabilitas yang sama, pada perlakuan D (22,5% PKF) mengandung jagung dan bungkil kedelai yang lebih sedikit, memiliki palatabilitas yang sama dengan perlakuan A (0% PKF) yang memiliki kandungan jagung dan bungkil kedelai yang lebih banyak. Palatabilitas sama karena fermentasi pod kakao dengan *Lentinus edodes* dapat menghasilkan flavor yang sama antara perlakuan B, C, dan D dengan perlakuan A/control, ini terjadi karena produk fermentasi mempunyai flavor yang lebih disukai ternak dan memiliki beberapa vitamin (B₁, B₂ dan B₃) sehingga lebih palatable (disukai) bila dibandingkan bahan asalnya.



Gambar 20. Broiler yang digunakan untuk Pemberian PKF dengan *Lentinus edodes*

Turunnya konsumsi ransum pada perlakuan E (30% PKF) disebabkan tingginya kandungan serat kasar dalam ransum yaitu 7,85%. Serat kasar yang tinggi dalam ransum akan menyebabkan ternak cepat kenyang. Kandungan serat kasar yang tinggi dalam ransum menyebabkan broiler cepat merasa kenyang karena serat bersifat voluminous. Menurut SNI (2008) maksimum serat kasar dalam ransum broiler yaitu 7,0%.



Keterangan : Berbeda nyata ($P < 0,05$)

Gambar 21. Rataan Pertambahan Bobot Badan

Pertambahan bobot badan yang sama pada perlakuan A, B, C, dan D disebabkan jumlah ransum yang dikonsumsi sama. Konsumsi yang sama mempengaruhi jumlah zat makanan yang dimanfaatkan untuk pembentukan jaringan tubuh sehingga per-

tambahan bobot badan yang dihasilkan sama. Pertambahan bobot badan yang sama pada setiap perlakuan disebabkan oleh pengolahan pod kakao fermentasi dengan *Lentinus eddes* yang memiliki kualitas baik, karena telah terjadi peningkatan protein kasar dan asam-asam amino dan penurunan serat kasar (selulosa dan lignin) serta dihasilkan produk fermentasi yang palatable (disukai ternak). Produk fermentasi memiliki kualitas nutrisi yang baik, bahan pakan yang difermentasi menyebabkan terjadinya perubahan sifat substrat dari yang sebelumnya sulit dicerna menjadi mudah dicerna sehingga lebih bermanfaat.

Kualitas ransum perlu diperhatikan untuk memperoleh pertambahan bobot badan yang maksimal, kondisi ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh Rasyaf (2006) bahwa faktor pendukung pertumbuhan unggas salah satunya adalah makanan yang menyangkut kualitas dan kuantitasnya. Ransum harus mengandung zat-zat nutrisi dalam keadaan cukup dan seimbang, sehingga dapat menunjang pertumbuhan maksimal

Pertambahan bobot badan yang sama juga ditentukan oleh tinggi rendahnya retensi nitrogen ransum yang diberikan. Pertambahan bobot badan yang sama dari perlakuan A (0% PKF)

sampai perlakuan D (22,5% PKF) menunjukkan bahwa kualitas protein ransum yang sama pada 4 perlakuan tersebut. Kualitas protein dapat dilihat salah satunya dengan cara mengukur retensi nitrogen. Retensi nitrogen dari kulit buah coklat fermentasi dengan *Lentinus edodes* meningkat dari 43,15% menjadi 61,74% (Nuraini dkk, 2018).

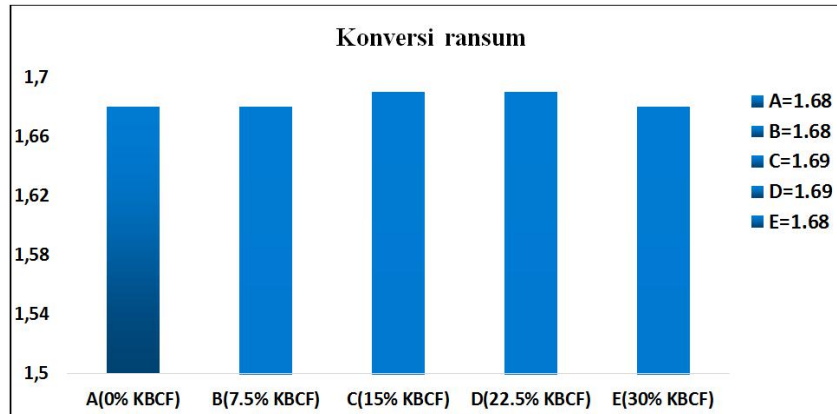
Pertambahan bobot badan yang rendah pada perlakuan 30% PKF, karena kandungan serat kasar dalam ransum perlakuan tersebut tinggi yaitu 7,85%. Serat kasar yang tinggi menyebabkan unggas cepat merasa kenyang, sehingga dapat menurunkan konsumsi karena serat kasar bersifat voluminous. Ayam broiler tidak dapat mencerna serat kasar yang terlalu tinggi yang akan menyebabkan efisiensi penggunaan zat-zat makanan mengalami penurunan, sehingga konsumsi ransum menurun dan pertambahan bobot badan pun cenderung menurun.

Penggunaan pod kakao fermentasi sampai level 22,5% dapat mengurangi penggunaan bahan pakan impor seperti jagung sebanyak 47,87% dan bungkil kedelai sebanyak 87,87%. Hal ini dapat mengurangi harga ransum yang mana harga

ransum perlakuan A = Rp 13.375/kg dan berkurang harga pakan pada perlakuan D = Rp 11.059/kg.

Rataan pertambahan bobot badan broiler strain Abror Acres CP-707 yang diperoleh selama 6 minggu pada perlakuan D adalah 1979,25 gram/ekor. Hasil ini lebih tinggi dari Noferdiman (2011) yang melaporkan bahwa broiler umur 6 minggu menghasilkan pertambahan bobot badan 1642,57 gram/ekor.

Pengaruh penggunaan pod kakao fermentasi (PKF) terhadap konversi ransum broiler dapat dilihat pada Gambar 22. Konversi ransum yang sama disebabkan oleh konsumsi ransum dan pertambahan bobot badan yang sama dari perlakuan A (0% PKF) sampai perlakuan E (30% PKF) sehingga konversi ransum yang dihasilkan juga sama. Sejalan dengan pendapat Wardiny (2011) bahwa tinggi rendahnya angka konversi ransum sangat dipengaruhi oleh banyaknya konsumsi ransum dan besarnya pertambahan bobot badan. Angka konversi ransum menunjukkan suatu prestasi penggunaan ransum oleh seekor ternak ayam.



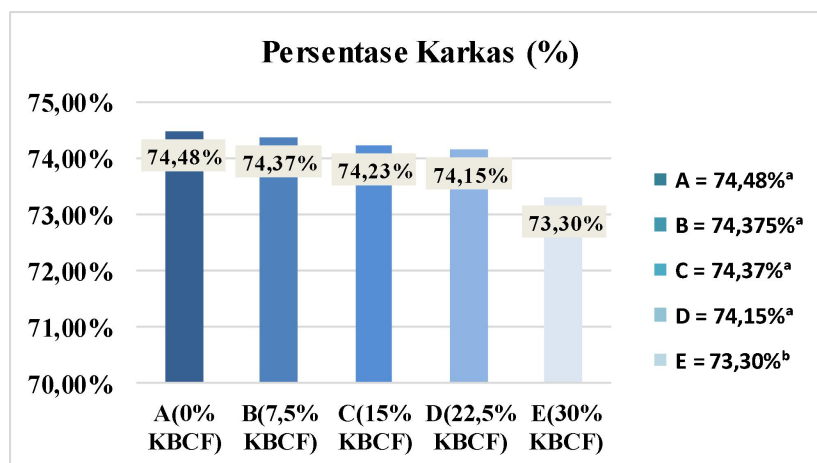
Gambar 22. Rataan Konversi Ransum Mengonsumsi PKF dengan *Lentinus edodes*

Semakin tinggi nilai konversi ransum menunjukkan semakin banyak ransum yang dibutuhkan untuk meningkatkan bobot badan per satuan berat. Semakin rendah nilai konversi ransum semakin efisien penggunaan ransum tersebut oleh ternak ayam. Konversi ransum memiliki hubungan erat dengan penambahan bobot badan broiler, semakin kecil angka konversi ransum yang dihasilkan berarti semakin baik dan diikuti dengan keuntungan yang meningkat.

Rataan konversi ransum broiler strain Abror Acres CP-707 yang diperoleh selama 6 minggu pada perlakuan D adalah 1,69. Hasil konversi ransum ini lebih baik dibandingkan hasil dari

penelitian Noferdiman (2011) broiler sampai umur 6 minggu diperoleh konversi ransum broiler yaitu 1,71.

Penggunaan PKF dengan *Lentinus edodes* terhadap persentase karkas tertera pada Gambar 23.



Keterangan : Berbeda nyata ($P < 0,05$)

Gambar 23. Persentase Karkas Broiler

Persentase karkas pada perlakuan sampai 22,5% PKF adalah sama dengan kontrol, disebabkan bobot hidup dan konsumsi ransum broiler pada 4 perlakuan tersebut juga sama. Persentase karkas yang sama juga disebabkan kualitas ransum yang sama. Jika dibandingkan pada perlakuan 22,5% PKF menggunakan jagung dan bungkil kedelai lebih sedikit sedang-

kan perlakuan A (0% PKF) menggunakan jagung dan bungkil lebih banyak. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas pod kakao fermentasi dengan *Lentinus edodes* sampai pemberian 22,5% dalam ransum broiler hampir menyamai kualitas ransum A (0% PKF) yang merupakan ransum kontrol. Hal ini berkaitan kemampuan jamur *Lentinus edodes* dalam proses fermentasi yang menghasilkan enzim ligninase dan selulase sehingga mampu mendegradasi komponen serat kasar berupa lignin dan selulosa dari pod kakao yang menyebabkan turunnya kandungan serat kasar sehingga dapat dimanfaatkan dalam ransum broiler. Fermentasi merupakan cara memperbaiki nilai gizi pakan menjadi pakan yang berkualitas, karena dalam proses fermentasi mikroba memecah komponen kompleks yang tidak dapat dicerna menjadi sederhana sehingga dapat dicerna.

Persentase karkas yang didapatkan pada perlakuan E (30% PKF) menurun, disebabkan bobot hidup pada perlakuan tersebut juga turun. Bobot karkas yang dihasilkan dipengaruhi oleh bobot hidup, semakin bertambah bobot hidupnya maka produksi karkas semakin meningkat.

Rendahnya persentase karkas pada perlakuan 30% PKF karena tingginya serat kasar dalam ransum dan rendahnya konsumsi ransum pada perlakuan 30% PKF, sehingga mempengaruhi produksi karkas. Konsumsi ransum yang menurun pada 30% PKF menyebabkan turunnya pertambahan bobot hidup broiler, karena nutrisi yang diserap rendah sehingga dapat menurunkan persentase karkas. Hatta (2005) melaporkan bahwa semakin tinggi kandungan serat kasar pada ransum maka semakin rendah konsumsi ransum

Persentase karkas broiler umur 6 minggu dalam penelitian ini berkisar 73,30-74,48%. Persentase karkas dalam penelitian ini masih lebih tinggi dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Lubis *et al.*, (2007) memperoleh kisaran persentase karkas umur 6 minggu 68,89%-70,78%.

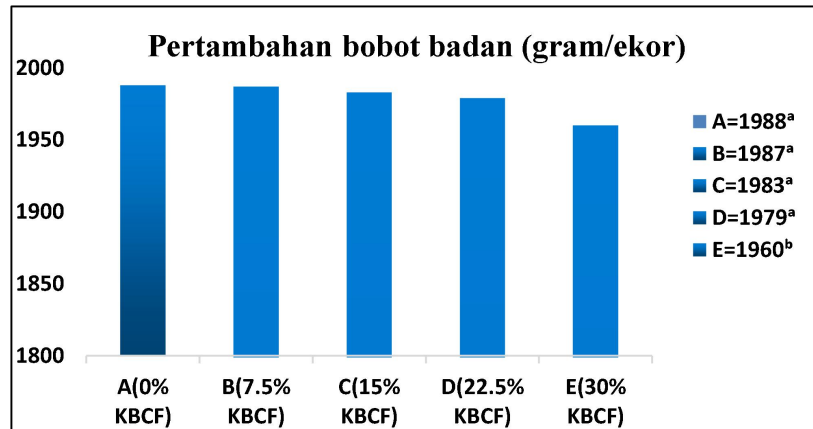
4.4. Penggunaan Pod Kakao Fermentasi dengan *Lentinus edodes* pada Broiler

Pengaruh penggunaan pod kakao fermentasi (PKF) dengan *Lentinus edodes* terhadap pertambahan bobot badan broiler dapat dilihat pada Gambar 24. Pertambahan bobot badan yang sama pada perlakuan 7.5%, 15% dan 22.5% PKF dengan

Lentinus eddes dengan 0% PKF, disebabkan jumlah ransum yang dikonsumsi juga sama. Konsumsi yang sama mempengaruhi jumlah zat makanan yang dimanfaatkan untuk pembentukan jaringan tubuh sehingga penambahan bobot badan yang dihasilkan sama. Pertambahan bobot badan yang sama pada setiap perlakuan disebabkan oleh pengolahan pod kakao fermentasi dengan *Lentinus edodes* yang memiliki kualitas baik, karena telah terjadi peningkatan protein kasar dan asam-asam amino dan penurunan serat kasar (selulosa dan lignin) serta dihasilkan produk fermentasi yang palatable (disukai ternak). Hal ini sesuai dengan pendapat Nuraini (2006) bahwa produk fermentasi memiliki kualitas nutrisi yang baik, bahan pakan yang difermentasi menyebabkan terjadinya perubahan sifat substrat dari yang sebelumnya sulit dicerna menjadi mudah dicerna sehingga lebih bermanfaat.

Kualitas ransum perlu diperhatikan untuk memperoleh pertambahan bobot badan yang maksimal, karena faktor-faktor pendukung pertumbuhan broiler yang baik salah satunya adalah makanan yang menyangkut kualitas dan kuantitasnya. Ransum

harus mengandung zat-zat nutrisi dalam keadaan cukup dan seimbang, sehingga dapat menunjang pertumbuhan maksimal.



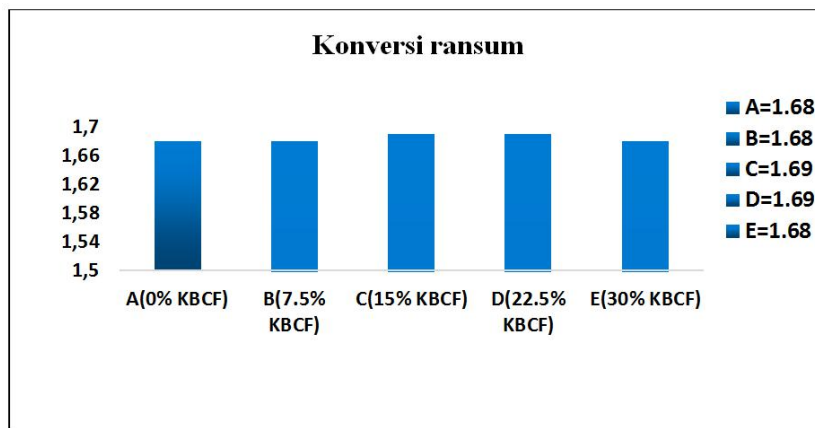
Gambar 24. Pertambahan Bobot Badan Broiler Mengonsumsi PKF dengan *Lentinus edodes*

Pertambahan bobot badan yang sama juga ditentukan oleh tinggi rendahnya retensi nitrogen ransum yang diberikan. Pertambahan bobot badan yang sama dari perlakuan A (0% PKF) sampai perlakuan D (22,5% PKF) menunjukkan bahwa kualitas protein ransum yang sama pada 4 perlakuan tersebut. Kualitas protein dapat dilihat salah satunya dengan cara mengukur retensi nitrogen. Retensi nitrogen dari pod kakao fermentasi dengan *Lentinus edodes* meningkat dari 43,15% menjadi 61,74%.

Pertambahan bobot badan yang turun pada perlakuan 30% PKF karena kandungan serat kasar dalam ransum E tinggi yaitu 7,85%. Serat kasar yang tinggi menyebabkan unggas cepat merasa kenyang, sehingga dapat menurunkan konsumsi karena serat kasar bersifat voluminous (Amrullah, 2003). Serat kasar dalam ransum broiler maksimum 7,0% (SNI,2008). Broiler tidak dapat mencerna serat kasar yang terlalu tinggi yang akan menyebabkan efisiensi penggunaan zat-zat makanan mengalami penurunan, sehingga konsumsi ransum menurun dan pertambahan bobot badan pun cenderung menurun.

Dari segi konversi ransum yang sama (Gambar 25), disebabkan oleh konsumsi ransum dan pertambahan bobot badan yang sama dari perlakuan 0% PKF sampai perlakuan 22.5% PKF sehingga konversi ransum yang dihasilkan juga sama. Tinggi rendahnya angka konversi ransum sangat dipengaruhi oleh banyaknya konsumsi ransum dan besarnya pertambahan bobot badan. Angka konversi ransum menunjukkan suatu prestasi penggunaan ransum oleh seekor ternak ayam. Semakin tinggi nilai konversi ransum menunjukkan semakin banyak ransum yang dibutuhkan untuk meningkatkan bobot badan per satuan

berat. Semakin rendah nilai konversi ransum semakin efisien penggunaan ransum tersebut oleh ayam. Pendapat Fadillah (2006) konversi ransum memiliki hubungan erat dengan penambahan bobot badan broiler, semakin kecil angka konversi ransum yang dihasilkan berarti semakin baik dan diikuti dengan keuntungan yang meningkat.



Gambar 25. Konversi Ransum Broiler Mengonsumsi PKF dengan *Lentinus edodes*

Pod kakao yang telah difermentasi dengan *Lentinus edodes* dapat diberikan sampai level 22.5% dalam ransum broiler dan masih memberikan pengaruh sama dengan kontrol terhadap performa broiler.

4.5. Penggunaan Pod Kakao Fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus* pada Broiler

Penggunaan pod kakao fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus* pada broiler dapat dilihat pada Gambar 26 dan Tabel 28.



Gambar 26. Pemberian Produk Pod Kakao Fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus* ke Broiler
(Dokumen Pribadi Nuraini dkk, 2019)

Tabel 28. Performa Broiler yang Mengonsumsi Pod Kakao Fermentasi (PKATF) dengan *Pleurotus ostreatus*

Perlakuan	Konsumsi Ransum (g/ekor/hari)	PBB (g/ekor/hari)	Konversi Ransum
A (0% PKATF)	73.88	46.12	1.60
B (6% PKATF)	74.17	45.07	1.65
C (12% PKATF)	74.14	44.30	1.67
D (18% PKATF)	73.95	43.77	1.69
E (24% PKATF)	73.52	43.57	1.69

Pengaruh penggunaan campuran pod kakao dan ampas tahu yang difermentasi (PKATF) dengan *Pleurotus ostreatus* terhadap performa broiler dapat dilihat pada tabel 28. Konsumsi ransum memberikan efek yang sama seiring dengan peningkatan PKATF dalam ransum. Hal ini disebabkan palatabilitas dari ternak terhadap setiap komposisi ransum itu hampir sama. Pond *et.al* (1995) menyatakan bahwa palatabilitas merupakan daya tarik suatu pakan untuk menimbulkan selera makan ternak. Salah satu faktor yang mempengaruhi konsumsi ransum yaitu palatabilitas. Palatabilitas tinggi maka tingkat konsumsi ransum juga akan semakin meningkat.

Peningkatan penggunaan PKATF dalam ransum tidak menjadikan ransum mengalami perubahan yang signifikan terutama dari segi warna, struktur, dan bau ransum dibandingkan dengan pakan kontrol dan juga setiap ransum bersifat iso protein dan iso energi dimana kandungan protein dan energi dari setiap ransum itu relatif sama. Rasyaf (2007) menjelaskan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi konsum ransum unggas adalah warna ransum, unggas akan lebih menyukai ransum yang berwarna lebih terang dibandingkan dengan

ransum yang berwarna gelap. Peningkatan penggunaan PKATF dalam ransum menyebabkan perubahan warna dari ransum itu sendiri namun tidak signifikan, warna antara ransum A hingga ransum E tidak berbeda jauh.

Kandungan dari energi dan protein dari ransum sangat berpengaruh terhadap konsumsi pakan dengan demikian imbalan kandungan protein dan energi yang sama didalam pakan akan menyebabkan konsumsi ransum yang juga sama. Jumlah pakan yang dikonsumsi ditentukan oleh kandungan tingkat energi dalam pakan, selain itu kecenderungan kandungan serat kasar pada pakan juga dapat mempengaruhi konsumsi ransum. Konsumsi ransum dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas ransum, umur ternak, aktivitas ternak, pengelolaan ternak, tingkat produksi, palatabilitas ransum, komposisi kimia ransum dan keragaman bahan penyusun ransum berhubungan erat dengan konsumsi ransum (Wahju, 2006).

Ditinjau dari penambahan bobot badan dapat dilihat bahwa peningkatan level penggunaan PKATF dalam ransum juga memberikan pengaruh yang sama. Pertambahan bobot badan dihitung dengan cara selisih bobot badan minggu akhir

dengan minggu awal. Jika kualitas ransum relatif sama maka pertambahan bobot badan juga tidak berbeda, karena sangat berkaitan dengan konsumsi ransum, semakin tinggi konsumsi ransum makan pertambahan bobot badan semakin meningkat dan begitu juga sebaliknya. Menurut Fadilah (2005) menjelaskan bahwa salah satu yang mempengaruhi besar kecilnya pertambahan bobot badan adalah tingkat konsumsi ransum pakan dan juga terpenuhinya kebutuhan zat makanan dari broiler.

Ditinjau dari konversi ransum dapat dilihat bahwa peningkatan penggunaan PKATF dalam ransum memberikan pengaruh yang sama. Ini disebabkan karena zat nutrisi yang dibutuhkan tubuh broiler tercukupi. Konversi ransum merupakan hasil pembagian antara konsumsi ransum dengan pertambahan bobot badan, menyebabkan jumlah ransum yang dikonsumsi mempengaruhi perhitungan konversi dari ransum.

Pengaruh penggunaan campuran pod kakao dan ampas tahu yang difermentasi (PKATF) dengan *Pleurotus ostreatus* terhadap performa karkas (bobot hidup, persentase karkas, dan persentase lemak abdomen) dapat dilihat pada Tabel 29. Bobot hidup dan persentase karkas memberikan pengaruh yang sama,

ini berkaitan dengan konsumsi ransum yang sama pada setiap perlakuan, menunjukkan palatabilitas ransum pada perlakuan E (24% PKATF dalam ransum) sama dengan perlakuan kontrol, padahal perlakuan E terjadi pengurangan jagung sebanyak 20,75% dan pengurangan bungkil kedelai sebanyak 14,75%.

Tabel 29. Kualitas Karkas yang Mengonsumsi Pod Kakao Fermentasi (PKATF) dengan *Pleurotus ostreatus*

Perlakuan	Bobot Hidup (g/ekor)	Persentase Karkas (%)	Persentase Lemak Abdomen (%)
A (0% PKATF)	1036,00	67,71	0,72 ^a
B (6% PKATF)	1025,50	67,47	0,60 ^b
C (12% PKATF)	1033,00	67,30	0,56 ^b
D (18% PKATF)	1009,75	66,69	0,50 ^{bc}
E (24% PKATF)	1034,75	65,14	0,45 ^c

Kekurangan zat makanan pada jagung dan bungkil kedelai ditutupi oleh penggunaan campuran pod kakao (*Theobroma cacao*) dan ampas tahu fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus*. Hal ini menunjukkan bahwa produk fermentasi disukai oleh broiler. Konsumsi ransum yang sama menunjukkan bahwa jumlah ransum yang digunakan untuk pertumbuhan jaringan-jaringan tubuh juga sama sehingga membentuk berat hidup yang sama. Faktor-faktor yang mempengaruhi bobot hidup ayam yaitu

Pod Kakao Fermentasi Untuk Unggas

konsumsi ransum, kualitas ransum, jenis kelamin, lama pemeliharaan dan aktivitas.

Ditinjau dari segi persentase karkas yang sama, menunjukkan bahwa penggunaan campuran pod kakao dan ampas tahu fermentasi (PKATF) dengan *Pleurotus ostreatus* dalam ransum masih bisa menyamai kualitas ransum kontrol.



Gambar 27. Broiler dan Karkas dengan Pemberian PKF dengan *Pleurotus ostreatus* ke Broiler (Dokumen Nuraini dkk, 2019)

Fermentasi memiliki kualitas dan daya cerna yang lebih baik karena fermentasi dapat meningkatkan nilai gizi dan produk fermentasi mempunyai daya cerna yang lebih tinggi dari bahan asalnya. *Pleurotus ostreatus* mampu mendegradasi lignin karena memproduksi enzim ligninolitik ekstraselular seperti

lignin peroxidase, mangan peroxidase dan laccase (Periasamy dan Natarajan 2004; Mayer dan Staples 2002).

Selain itu enzim selulase, enzim amilase dan enzim protease juga dihasilkan *Pleurotus ostreatus* (Sudiana dan Rahmansyah, 2002). Hal ini menunjukkan bahwa pemakaian campuran pod kakao ampas tahu fermentasi (PKATF) sampai 24% dalam ransum tidak menurunkan persentase karkas ayam broiler, karena fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus* terhadap campuran 80% pod kakao dan 20% ampas tahu kandungan serat kasar menurun dari 24,46% menjadi 16,24% dengan pencernaan serat kasar 53,81% (Nuraini dkk, 2018).

Samanya persentase karkas menunjukkan bahwa pemberian campuran pod kakao ampas tahu fermentasi (PKATF) dengan *Pleurotus ostreatus* dalam ransum broiler sampai level 24% dengan pengurangan jagung sebanyak 20,75% dan pengurangan bungkil kedelai 14,75% dalam ransum E (24% PKATF) sama baiknya dengan ransum tanpa campuran pod kakao dan ampas tahu fermentasi (0% PKATF) dengan *Pleurotus ostreatus* dengan jagung dan bungkil kedelai yang lebih banyak.

Ditinjau dari pengaruh penggunaan campuran pod kakao ampas tahu fermentasi (PKATF) dengan *Pleurotus ostreatus* dalam ransum dapat menurunkan persentase lemak abdomen broiler. Pemberian PKATF 6% dan 12% belum memperlihatkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap persentase lemak abdomen broiler, sedangkan pemberian 18% dan 24% PKATF dalam ransum dapat menurunkan persentase lemak abdomen broiler.

Penurunan kandungan lemak abdomen pada perlakuan pemberian PKATF 18% dan perlakuan PKATF 24% dalam ransum disebabkan oleh senyawa lovastatin yang terdapat pada jamur *Pleurotus ostreatus*. Menurut Alarcon *et al.*(2013) keuntungan lain fermentasi dengan jamur *Pleurotus ostreatus* adalah terdapatnya senyawa lovastatin yang dapat menghambat terbentuknya kolesterol. Mekanisme kerja lovastatin adalah dapat menghambat kerja enzim HMG-CoA reductase yang berperan untuk mensintesis mevalonate (mevalonate dibutuhkan untuk sintesis kolesterol) sehingga produksi kolesterol berkurang (Barrios dan Miranda, 2010).

Lovastatin telah ditemukan pada *Aspergillus terreus* dan berbagai cendawan genus *Pleurotus* seperti *P.sapidus*, *P.erynggi*, *P.cornucopial* dan *P.ostreatus*. Lovastatin diperoleh antara lain melalui fermentasi bawah permukaan berbagai jamur berfilamen khususnya dari kelas Basidiomycetes atau melalui ekstraksi tubuh buah secara kimiawi (Samiee, 2003).

Rendahnya persentase lemak abdomen yang dihasilkan menunjukkan bahwa kondisi perlemakan yang dihasilkan cenderung lebih baik. Sebagaimana yang telah diketahui bahwa lemak abdomen merupakan hasil ikutan yang dapat mempengaruhi kualitas karkas. Oleh karena itu semakin rendah persentase lemak abdomen maka semakin baik karkas yang diperoleh. Hal ini sesuai dengan Yuniastuti (2002) bahwa tinggi rendahnya kualitas karkas broiler ditentukan dari jumlah lemak abdomen yang terdapat dari broiler.

BAB V

PENGGUNAAN POD KAKAO FERMENTASI DALAM RANSUM UNGGAS PETELUR

5.1. Penggunaan Pod Kakao Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* pada Puyuh Petelur

Penggunaan Pod Kakao Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* pada puyuh petelur dapat dilihat pada gambar 28. Pengaruh penggunaan campuran pod kakao dan ampas tahu yang difermentasikan (PKATF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* terhadap performa produksi puyuh petelur dapat dilihat pada Tabel 30.



Gambar 28. Pemberian PKF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* ke Puyuh Petelur

Samanya konsumsi ransum puyuh dengan pemberian PKATF sampai level 14% dalam ransum menunjukkan bahwa PKATF palatable (disukai) oleh puyuh, walaupun terjadi pengurangan penggunaan jagung sebanyak 20,44% dan pengurangan bungkil kedelai sebanyak 23,12%. Sebelumnya pod kakao merupakan limbah agroindustri yang mengandung serat kasar tinggi (hanya bisa digunakan sampai level 5% dalam ransum broiler), tetapi setelah difermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* terjadi peningkatan protein kasar, penurunan serat kasar dan terjadi peningkatan palatabilitas, akibatnya meningkat penggunaan PKATF dalam ransum ternak.

Tabel 30. Performa Puyuh yang Mengonsumsi Pod Kakao Fermentasi (PKATF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus*

Perlakuan	Konsumsi pakan	Produksi telur harian	Konversi pakan
A (0% PKATF)	24,63	77,33	3,32
B (3,5% PKATF)	24,84	78,67	3,28
C (7% PKATF)	25,32	79,67	3,24
D (10,5%PKATF)	25,51	80,67	3,23
E (14% PKATF)	25,92	82,83	3,14
SE	0,75	2,81	0,16

Ini berhubungan dengan produk fermentasi yang dapat menghasilkan flavor yang di sukai ternak dan memiliki beberapa vitamin (B1,B2,dan B12) sehingga disukai ternak (palatable) dibandingkan dengan bahan asalnya. Keuntungan fermentasi yaitu meningkatnya palatabilitas (kesukaan) ternak, dapat merombak senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana, dan dapat mengurangi senyawa anti nutrisi. *Phanerochaete chrysosporium* dapat mendegradasi lignin dan senyawa turunannya secara efektif dengan cara menghasilkan enzim peroksidase ekstraseluler yang berupa lignin peroksidase (LiP) dan mangan peroksidase (MnP) sehingga serat kasar menjadi turun. Menurut Liu *et al.*, (2005) *Monascus purpureus* dapat menghasilkan enzim karboksipeptidase juga menghasilkan enzim protease yang dapat menghidrolis protein.

Produksi telur harian dari perlakuan A (0% PKATF) sampai perlakuan E (14% PKATF) disebabkan oleh konsumsi ransum yang sama setiap perlakuan. Konsumsi yang sama berarti jumlah zat-zat makanan yang terkandung didalam ransum yang diperlukan dalam pembentukan telur juga sama,

sehingga produksi telur juga sama. Ini menunjukkan bahwa produksi telur dipengaruhi oleh konsumsi ransum.

Produksi telur harian yang sama menunjukkan bahwa pemberian PKATF sampai level 14% (perlakuan E) masih disukai puyuh walaupun terjadi pengurangan penggunaan jagung dan bungkil kedelai dalam ransum tetapi masih bisa ditolerir puyuh sehingga memberikan produksi telur yang sama dengan ransum yang banyak menggunakan jagung dan bungkil kedelai. Hal ini berkaitan dengan produk fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* yang dilanjutkan dengan *Monascus purpureus* menghasilkan asam lemak tak jenuh yaitu asam oleat 1,95%, asam linoleat 2,14% dan asam linolenat 0,40% (Nuraini dkk., 2012). Menurut Anggorodi (1995) bahwa sebanyak 1,5% sampai 2% asam linoleat dibutuhkan untuk unggas yang sedang bertelur. Selanjutnya dijelaskan bahwa kekurangan asam linoleat dalam ransum pada unggas yang sedang bertelur dapat menurunkan produksi telur, bentuk telur kecil dan daya tetasnya rendah.

Konversi ransum disebabkan oleh konsumsi ransum dan massa telur juga sama. Konversi ransum merupakan per-

bandingan antara ransum yang dihabiskan dalam menghasilkan sejumlah telur.

Samanya konversi ransum menunjukkan bahwa penggunaan pod kakao dan ampas tahu fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* (PKATF) sampai level 14% dengan pengurangan jagung 20,44% dan bungkil kedelai 23,12% dalam ransum puyuh juga sama efisiennya dalam menghasilkan telur dengan ransum kontrol yang banyak menggunakan jagung dan bungkil kedelai.

Pengaruh penggunaan PKATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* terhadap massa telur (g/ekor/hari) dan berat telur (g/butir) dapat dilihat pada Tabel 31.

Berat telur yang sama disebabkan oleh konsumsi protein yang juga sama yaitu A (4,93g/ekor/hari), B (4,96g/ekor/hari), C (5,07g/ekor/hari), D (5,11g/ekor/hari) dan E (5,19g/ekor/hari). Konsumsi protein yang sama pada setiap perlakuan berarti jumlah zat-zat makanan, terutama protein yang dimakan dan digunakan untuk pembentukan telur juga sama, sehingga memberikan berat telur yang sama pula.

Tabel 31. Massa Telur dan Berat Telur yang Mengonsumsi Pod Kakao Fermentasi (PKATF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus*

Perlakuan	Berat Telur (g/butir)	Massa Telur (g/ekor/hari)
A (0% PKATF)	9,59	7,42
B (3,5% PKATF)	9,66	7,61
C (7% PKATF)	9,69	7,82
D (10,5%PKATF)	9,78	7,94
E (14% PKATF)	9,96	8,34

Disamping itu pengaruh perlakuan terhadap berat telur yang sama disebabkan kandungan zat-zat makanan terutama asam-asam amino yaitu metionin yang diperlukan untuk pembentukan telur pada perlakuan A sampai E juga seimbang. Berat telur dipengaruhi oleh keseimbangan zat-zat makanan terutama asam amino dari ransum. Menurut Amrullah (2003) bahwa asam amino metionin mempengaruhi ukuran telur, bila metionin dalam ransum ditingkatkan maka ukuran telur akan makin besar secara linier.

Ditinjau dari massa telur, maka massa telur sama dari perlakuan A sampai E karena berat telur dan produksi telur yang juga sama, karena massa telur merupakan hasil kali produksi telur dengan berat telur karena massa telur diperoleh

dari hasil perkalian berat telur dengan produksi telur yang dihasilkan.

Pengaruh penggunaan PKATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* terhadap kualitas kuning telur, lemak kuning telur dan warna kuning telur dapat dilihat pada Tabel 32.

Kandungan kolesterol kuning telur terendah terdapat pada perlakuan E (14% PKATF) yaitu 500,87 mg/100 g dan yang tertinggi pada perlakuan A (0% PKATF) yaitu 893,93mg/100 g.

Tabel 32. Kualitas Kuning Telur yang Mengonsumsi Pod Kakao Fermentasi (PKATF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus*

Perlakuan	Kolesterol (mg/100g)	Lemak (%)	Warna
A (0% PKATF)	893,93 ^a	33,68 ^a	5,77 ^d
B (3,5% PKATF)	785,72 ^b	32,91 ^{ab}	6,16 ^d
C (7% PKATF)	708,47 ^c	31,66 ^{bc}	6,76 ^c
D (10,5% PKATF)	601,40 ^d	30,74 ^{cd}	7,47 ^b
E (14% PKATF)	500,87 ^e	29,96 ^d	8,21 ^a

Rendahnya kandungan kolesterol kuning telur pada perlakuan E (14% PKATF), berkaitan dengan penggunaan campuran PKATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* yang semakin meningkat pada perlakuan E sampai

14% PKATF dalam ransum. Semakin tinggi penggunaan campuran PKATF maka semakin tinggi monakolin dalam ransum yaitu pada perlakuan E diperoleh sebanyak 48,82 mg/kg. Penggunaan produk kaya karotenoid seperti monakolin dalam ransum unggas dapat menghasilkan telur rendah kolesterol (Einsenbrand, 2005 dan Nuraini dkk., 2012). Meningkatnya kandungan karotenoid (monakolin) dalam ransum mengakibatkan jumlah monakolin yang dikonsumsi juga meningkat dan dapat menurunkan kolesterol. Menurut Einsenbard (2005) kemampuan monakolin dalam menurunkan kolesterol dengan cara menghambat kerja aktivitas enzim HMG CoA reduktase sehingga tidak terbentuk mevalonat yang di perlukan untuk sintesis kolesterol.

Kandungan lemak kuning telur rendah terdapat pada perlakuan E (14% PKATF) yaitu 29,96% dan yang tertinggi terdapat pada perlakuan A(0%PKATF) yaitu 33,68%. Rendahnya kandungan lemak kuning telur pada perlakuan E berkaitan dengan penggunaan produk PKATF yang semakin meningkat pada perlakuan E (14% PKATF). Semakin banyak penggunaan produk PKATF maka semakin tinggi kandungan monakolin

dalam ransum yaitu pada perlakuan E. Meningkatnya karotenoid (monakolin) pada ransum dapat menurunkan kandungan kolesterol pada kuning telur. Rendahnya kandungan kolesterol berakibat kandungan lemak pada kuning telur juga menurun. Dilihat dari struktur kimianya kolesterol merupakan senyawa lemak yang kompleks dan lemak terdiri dari trigliserida (lemak netral), fosfolipida (umumnya berupa listin) dan kolesterol.

Nilai warna kuning telur tertinggi pada perlakuan E (14% PKATF) yaitu warna kuning telur 8,21 dan terendah pada perlakuan A (0% PKATF) yaitu warna kuning telur 5,77 Menurut Wiradimadja (2005) warna kuning telur puyuh berkisar 7 sampai 11. Tingginya warna kuning telur puyuh pada perlakuan E disebabkan penggunaan PKATF yang semakin meningkat pada perlakuan E yaitu sampai level 14% dengan semakin banyak penggunaan campuran PKATF maka semakin tinggi kandungan karotenoid monakolin. Karoten dan xantophyl merupakan dua komponen utama dari zat warna (pigmen) yang termasuk kedalam golongan karotenoid yaitu *xantophyl*, *lutein*, dan *zeasantin* serta sedikit *betakaroten*. Warna kuning pigmen

yang terdapat dalam kuning telur sangat dipengaruhi oleh jenis pigmen yang terdapat dalam ransum yang dikonsumsi, seperti jagung dapat menyebabkan warna pekat pada kuning telur. Menurut Sudaryani (2003) warna kuning telur lebih berpengaruh pada selera konsumen dan secara umum konsumen lebih menyukai kuning telur dengan warna yang pekat.

5.2. Penggunaan Pod Kakao Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* pada Ayam Arab Petelur

Penggunaan pod kakao fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* pada ayam arab petelur dapat dilihat pada gambar 29. Pengaruh penggunaan campuran pod kakao dan ampas tahu yang difermentasikan (PKATF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* terhadap performa produksi ayam arab petelur dapat dilihat pada Tabel 33.

Samanya konsumsi ransum ayam arab petelur dengan pemberian PKATF sampai level 20% dalam ransum menunjukkan bahwa PKATF palatable (disukai) oleh ayam arab, walaupun terjadi pengurangan penggunaan jagung sebanyak 20,10%

Pod Kakao Fermentasi Untuk Unggas

dan pengurangan bungkil kedelai sebanyak 21,10%. Sebelumnya pod kakao merupakan limbah agroindustri yang mengandung serat kasar tinggi (hanya bisa digunakan sampai 5% dalam ransum broiler, tetapi setelah difermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* terjadi peningkatan protein kasar, penurunan serat kasar dan terjadi peningkatan palatabilitas, akibatnya meningkat penggunaan PKATF dalam ransum ternak.



Gambar 29. Pemberian PKF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* ke Ayam Petelur (Dokumentasi Nuraini dkk, 2016)

Tabel 33. Performa Produksi Ayam Arab Petelur yang Mengonsumsi Pod Kakao Fermentasi (PKATF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus*

Perlakuan	Konsumsi Pakan (g/ekor/hari)	Produksi Telur Harian (%)	Konversi Pakan
A (0% PKATF)	114,60	79,33	2,42
B (5% PKATF)	114,74	79,47	2,48
C (10% PKATF)	115,39	79,87	2,44
D (15% PKATF)	115,57	80,60	2,40
E (20% PKATF)	115,82	80,83	2,40
SE	0,75	2,81	0,16

Ini berhubungan dengan produk fermentasi yang disukai ternak (palatabel) dibandingkan dengan bahan asalnya. Keuntungan fermentasi yaitu meningkatnya palatabilitas (kesukaan) ternak, dapat merombak senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana, dan dapat mengurangi senyawa anti nutrisi. *Phanerochaete chrysosporium* dapat mendegradasi lignin dan senyawa turunannya secara efektif dengan cara menghasilkan enzim peroksidase ekstraseluler yang berupa lignin peroksidase (LiP) dan mangan peroksidase (MnP) sehingga serat kasar menjadi turun. *Monascus purpureus* dapat menghasilkan enzim karboksipeptidase juga menghasilkan enzim protease yang dapat menghidrolis protein.

Produksi telur harian sama dari perlakuan A (0% PKATF) sampai perlakuan E (20% PKATF) disebabkan oleh konsumsi ransum yang sama setiap perlakuan, sehingga jumlah zat-zat makanan yang terkandung didalam ransum yang diperlukan dalam pembentukan telur juga sama, sehingga produksi telur juga sama.

Produksi telur harian yang sama menunjukkan bahwa pemberian PKATF sampai level 20% (perlakuan E) masih disukai ayam arab walaupun terjadi pengurangan penggunaan jagung dan bungkil kedelai dalam ransum tetapi masih bisa ditolerir ayam sehingga memberikan produksi telur yang sama dengan ransum yang banyak menggunakan jagung dan bungkil kedelai. Hal ini berkaitan dengan produk fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* yang dilanjutkan dengan *Monascus purpureus* menghasilkan asam lemak tak jenuh yaitu asam oleat 1,95%, asam linoleat 2,14% dan asam linolenat 0,40% (Nuraini dkk.,2012). Menurut Anggorodi (1995) bahwa sebanyak 1,5% sampai 2% asam linoleat dibutuhkan untuk unggas yang sedang bertelur. Selanjutnya dijelaskan bahwa kekurangan asam linoleat dalam ransum pada unggas yang sedang bertelur dapat

menurunkan produksi telur, bentuk telur kecil dan daya tetasnya rendah.

Konversi ransum disebabkan oleh konsumsi ransum dan massa telur juga sama. Samanya konversi ransum menunjukkan bahwa penggunaan pod kakao dan ampas tahu fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* (PKATF) sampai level 20% dengan pengurangan jagung dan bungkil kedelai dalam ransum ayam arab juga sama efisiennya dalam menghasilkan telur dengan ransum kontrol yang banyak menggunakan jagung dan bungkil kedelai.

Pengaruh penggunaan PKATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* terhadap massa telur dan berat telur dapat dilihat pada Tabel 34.

Tabel 34. Massa Telur dan Berat Telur Ayam Arab yang Mengonsumsi Pod Kakao Fermentasi (PKATF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus*

Perlakuan	Berat Telur (g/butir)	Massa Telur (g/ekor/hari)
A (0% PKATF)	59,59	47,42
B (3,5% PKATF)	59,66	47,61
C (7% PKATF)	59,69	47,82
D (10,5%PKATF)	59,78	47,94
E (14% PKATF)	59,96	48,34
SE	2.81	0,16

Berat telur yang sama disebabkan oleh konsumsi protein yang juga sama, jumlah zat-zat makanan, terutama protein yang dimakan dan digunakan untuk pembentukan telur ayam arab juga sama, sehingga memberikan berat telur yang sama pula.

Ditinjau dari massa telur, maka massa telur sama dari perlakuan A sampai E karena berat telur dan produksi telur yang juga sama, karena massa telur merupakan hasil kali produksi telur dengan berat telur.

Pengaruh penggunaan campuran pod kakao dan ampas tahu yang difermentasikan (PKATF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* terhadap kualitas telur ayam arab petelur dapat dilihat pada Tabel 35 .

Kandungan kolesterol kuning telur terendah terdapat pada perlakuan E (20% PKATF dalam ransum) yaitu 111,20 mg/100g dan yang tertinggi pada perlakuan A (0% PKATF dalam ransum) yaitu 187,80 mg/100 g. Rendahnya kandungan kolesterol kuning telur pada perlakuan E (20% PKATF dalam ransum) dibandingkan perlakuan A (0% PKATF dalam ransum), berkaitan dengan level penggunaan campuran PKATF yang semakin meningkat pada perlakuan E yaitu sampai 20% dalam

ransum ayam Arab. Semakin tinggi level penggunaan campuran PKATF dalam ransum, maka semakin tinggi kandungan monakolin dalam ransum yaitu pada perlakuan E diperoleh sebanyak 69,75 mg/kg. Penggunaan produk kaya karotenoid seperti monakolin dalam ransum unggas dapat menghasilkan telur rendah kolesterol (Nuraini, 2006).

Tabel 35. Kualitas Kuning Telur Ayam Arab yang Mengonsumsi Pod Kakao Ampas Tahu Fermentasi (PKATF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus*

Perlakuan	Kolesterol (mg/100g)	Lemak (%)	Warna
A (0% PKATF)	187,80 ^a	39,72 ^a	8,54 ^e
B (5% PKATF)	164,95 ^b	38,02 ^b	9,25 ^d
C (10% PKATF)	149,80 ^c	37,07 ^c	9,75 ^c
D (15% PKATF)	128,30 ^d	36,25 ^d	10,08 ^b
E (20% PKATF)	111,20 ^e	35,25 ^e	10,50 ^a

Meningkatnya kandungan karotenoid (monakolin) dalam ransum mengakibatkan jumlah monakolin yang dikonsumsi juga meningkat sehingga dapat menurunkan kolesterol. Menurut Einsenbrand (2005) kemampuan karotenoid (monakolin) dalam menurunkan kolesterol dengan cara menghambat kerja aktifitas enzim HMG CoA reduktase sehingga tidak terbentuk

mevalonat yang di perlukan untuk sintesis kolesterol. Menurut Ahsani dkk, (2013) bahwa kandungan kolesterol total pada kuning telur ayam kampung adalah 188,10 mg/100g.

Kandungan lemak kuning telur terendah terdapat pada perlakuan E (20% PKATF dalam ransum). Rendahnya kandungan lemak kuning telur pada perlakuan E berkaitan dengan semakin tinggi kandungan monakolin dalam ransum yaitu pada perlakuan E diperoleh sebanyak 69,75 mg/kg. Meningkatnya karatenoid (monakolin) pada ransum dapat menurunkan kandungan kolesterol pada kuning telur. Rendahnya kandungan kolesterol pada kuning telur berakibat kandungan lemak pada kuning telur juga menurun. Dilihat dari struktur kimianya, kolesterol merupakan senyawa lemak yang kompleks. Lemak terdiri dari trigliserida (lemak netral), fosfolipida (umumnya berupa lesitin) dan kolesterol. Sodak (2011) melaporkan lemak kuning telur ayam Arab adalah sebesar 32,34%.

Rendahanya kandungan lemak pada perlakuan E juga disebabkan oleh kandungan serat kasar tinggi pada perlakuan E yaitu 7,42% dibandingkan serat kasar pada perlakuan A yaitu 4,71%, tingginya kandungan serat kasar menyebabkan zat-zat

makanan lain (karbohidrat, protein, lemak) tidak terserap dan akan terbawa keluar bersama feses.

Warna kuning telur tertinggi pada perlakuan E (20% PKATF dalam ransum) dengan skor 10,50 dan yang terendah terdapat pada perlakuan A (0% PKATF dalam ransum) dengan skor 8.54. Tingginya warna kuning telur pada perlakuan E (20% PKATF dalam ransum) berkaitan dengan penggunaan PKATF yang semakin meningkat. Semakin banyak penggunaan campuran PKATF dalam ransum maka semakin tinggi kandungan karotenoid monakolin. Monakolin tergolong kedalam kelompok karoten. Kuning telur mengandung zat warna (pigmen) yang umumnya termasuk dalam golongan karotenoid yaitu *xanthophyll*, *lutein*, dan *zeaxantin* serta sedikit *betakaroten*. Warna pigmen yang terdapat dalam kuning telur sangat dipengaruhi oleh jenis pigmen yang terdapat dalam ransum yang dikonsumsi, seperti jagung dapat menyebabkan warna pekat pada kuning telur (Winarno dan Koswara, 2002). Menurut Sudaryani (2003) warna kuning telur lebih berpengaruh pada selera konsumen dan secara umum konsumen lebih menyukai kuning telur

Pod Kakao Fermentasi Untuk Unggas

dengan warna kuning pekat. Skor warna kuning telur yang disukai konsumen berkisar antara 8- 13.

5.3. Penggunaan Pod Kakao Fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus* pada Puyuh Petelur



Gambar 30. Pemberian Produk Fermentasi Pod Kakao dengan *Pleurotus ostreatus* ke Puyuh Petelur (Dokumen Nuraini dkk, 2019)

Pengaruh penggunaan PKATF dengan *Pleurotus ostreatus* terhadap konsumsi ransum, produksi telur harian, massa telur dan konversi ransum dapat dilihat pada tabel 36.

Tabel 36. Performa Puyuh yang Mengonsumsi Pod Kakao Ampas Tahu Fermentasi (PKATF) dengan *Pleurotus ostreatus*

Perlakuan	Konsumsi (g/ekor/hari)	Produksi Telur (%)	Massa Telur (g/ekor/hari)	Konversi Ransum
A (0% PKATF)	21,72 ^a	61,00 ^a	6,33 ^a	3,59 ^b
B (5% PKATF)	21,71 ^a	60,92 ^a	6,31 ^a	3,60 ^b
C (10% PKATF)	21,70 ^a	60,83 ^a	6,27 ^a	3,63 ^b
D (15% PKATF)	21,58 ^a	59,83 ^{ab}	6,16 ^a	3,67 ^b
E (20% PKATF)	21,52 ^b	58,17 ^b	5,94 ^b	3,79 ^a

Konsumsi ransum puyuh yang sama pada perlakuan B, C, D dan E dengan perlakuan A menunjukkan bahwa pod kakao fermentasi palatable (disukai) oleh puyuh, walaupun terjadi pengurangan penggunaan jagung sebanyak 8,79%, pengurangan dedak sebanyak 95% dan pengurangan penggunaan konsentrat 17,68%. Perlakuan B, C, D mengandung PKATF dengan sedikit mengandung jagung, dedak dan konsentrat mempunyai palatabilitas yang sama dengan perlakuan A tanpa produk pod kakao fermentasi dan mengandung lebih banyak jagung, dedak, serta konsentrat.

Perlakuan A, B, C dan D memiliki palatabilitas yang sama yang menunjukkan bahwa kualitas ransum perlakuan B, C, dan D dapat menyamai kualitas ransum perlakuan A. Hal ini disebabkan proses fermentasi dapat memecah zat makanan yang

kompleks menjadi sederhana sehingga dapat meningkatkan kualitas pakan dan menghasilkan pencernaan yang tinggi. Jamur *Pleurotus ostreatus* dalam fermentasi mampu mendegradasi lignin karena memproduksi enzim ligninolitik ekstraselular seperti lignin peroxidase, mangan peroxidase dan lakase (Periasamy dan Natarajan 2004; Mayer dan Staples 2002). Selain itu enzim selulase dan enzim amylase juga dihasilkan *Pleurotus ostreatus* (Sudiana dan Rahmansyah, 2002) sehingga serat kasar pada pod kakao turun.

Pada perlakuan E (20% PKATF), rendahnya konsumsi disebabkan oleh tingginya jumlah pemberian pod kakao fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus* dalam ransum yang mengandung serat kasar sebesar 6,83% sehingga tidak seluruhnya zat makanan yang bisa dicerna. Kandungan serat kasar yang tinggi dalam ransum maka akan memperlambat pertumbuhan dan mengganggu produktifitas puyuh karena sari makanan yang seharusnya digunakan untuk pertumbuhan maupun untuk memproduksi telur akan dipakai sebagai sumber kalori mencerna serat kasar tersebut.

Menurut Amrullah (2003) serat kasar yang tinggi menyebabkan unggas cepat merasa kenyang sehingga dapat menurunkan konsumsi, karena serat kasar yang bersifat voluminous. Menurut Ichwan (2003) faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi pakan pada unggas yaitu kandungan serat kasar dalam pakan, kualitas pakan, palatabilitas dan cita rasa pakan. Unggas tidak dapat memanfaatkan serat kasar sebagai sumber energi, serat kasar dibutuhkan dalam jumlah kecil sebagai *bulky* yaitu untuk memperlancar pengeluaran feses.

Dilihat dari produksi telur harian maka produksi telur harian yang sama pada perlakuan A, B, C dan D disebabkan konsumsi ransum yang sama pada perlakuan A, B, C, dan D yang akan menghasilkan zat-zat makanan yang dimanfaatkan untuk memproduksi sama sehingga produksi telur hariannya juga sama.

Penurunan produksi pada perlakuan E (20% PKATF) disebabkan oleh konsumsi ransum yang juga menurun pada perlakuan tersebut, karena produksi telur dipengaruhi oleh konsumsi ransum. Pengurangan penggunaan jagung, dedak dan konsentrat dalam setiap perlakuan mengakibatkan terjadinya

penurunan kandungan asam amino lysin dan metionin. Namun campuran pod kakao dan ampas tahu fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus* mampu menutupi kekurangan asam amino lysin dan metionin. Kandungan asam amino lysin dan metionin pada pod kakao fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus* yaitu 0,98% lysin dan 0,42% metionin. Pakan yang difermentasi dengan mikroorganisme mempunyai kandungan asam amino yang lebih tinggi dari pakan asalnya, asam amino yang dihasilkan berasal dari mikroorganisme. Semakin meningkat umur puyuh petelur maka akan semakin meningkat produksi telur puyuh petelur hingga mencapai puncak produksi tertinggi dan secara perlahan akan menurun.

Dilihat dari konversi ransum puyuh petelur meningkat dari perlakuan A (0% PKATF) yaitu 3,59 sampai perlakuan E (20% PKATF) yaitu 3,79. Konversi ransum merupakan perbandingan antara ransum yang dihabiskan dalam menghasilkan sejumlah telur. Laksmiwati (2007) menyatakan bahwa semakin rendah konversi pakan semakin tinggi efisiensi penggunaan ransum. Kualitas ransum sangat menentukan besar kecilnya konversi yang dihasilkan, ransum yang bermutu baik

dengan kandungan gizi yang seimbang dan mempunyai palatabilitas yang tinggi mengakibatkan konversi ransum yang dihasilkan semakin baik.

Pengaruh perlakuan pod kakao dan campuran ampas tahu (PKATF) dengan *Pleurotus ostreatus* terhadap kualitas kuning telur (lemak kuning telur puyuh, kolesterol kuning telur, berat telur puyuh) dan *income over feed cost* dapat dilihat pada Tabel 37.

Ditinjau dari pengaruh perlakuan terhadap berat telur puyuh, pengaruh pemberian campuran pod kakao ampas tahu fermentasi (PKATF) dengan *Pleurotus ostreatus* terhadap berat telur puyuh diperoleh berkisar antara 10,20-10,31gram/butir.

Tabel 37. Kualitas Kuning Telur dan *Income Over feed cost* yang Mengonsumsi Pod Kakao Ampas Tahu Fermentasi (PKATF) dengan *Pleurotus ostreatus*

Perlakuan	Berat Telur (g/butir)	Kolesterol (mg/100 gr)	Lemak (% BK)
A (0% PKATF)	10,42	877,38 ^a	28,59
B (5% PKATF)	10,20	843,81 ^a	28,47
C (10% PKATF)	10,25	789,85 ^b	28,27
D (15% PKATF)	10,25	784,70 ^b	28,21
E (20% PKATF)	10,26	751,00 ^b	27,98

Berat telur yang berumur 7-11 minggu relatif sama yaitu 10,20 sampai 10,26. Hasil penelitian ini sesuai dengan pendapat

Pod Kakao Fermentasi Untuk Unggas

Setiawan (2006) bahwa puyuh petelur yang berumur 7-15 minggu memiliki berat telur berkisar antara 10-12 gram/butir dan didukung juga dengan pernyataan Triyanto (2007) semakin tinggi umur maka semakin berat telur puyuh dan berat telur puyuh yang stabil di atas 10 g/butir pada minggu ke-9 sampai minggu ke-13.



Gambar 31. Telur Puyuh yang dihasilkan dengan Pemberian Produk Fermentasi Pod Kakao dengan *Pleurotus ostreatus* (Dokumen Nuraini dkk, 2019)

Pemberian PKATF dalam ransum dapat menurunkan kadar kolesterol kuning telur puyuh. Pada pemberian campuran pod kakao ampas tahu fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus* (PKATF) sampai level 20% dapat menurunkan kolesterol telur sebesar 14%.

Ransum berbasis PKATF mengandung senyawa lovastatin yang dapat menghambat terbentuknya kolesterol. Menurut Barrios dan Miranda (2010) mekanisme kerja lovastatin dapat menghambat kerja enzim HMG-CoA reductase yang berperan untuk mensintesis mevalonate dimana mevalonate dibutuhkan untuk sintesis kolesterol sehingga produksi kolesterol berkurang. Kadar kolesterol yang diperoleh lebih rendah dari kadar kolesterol menurut USDA (2007) bahwa Telur puyuh memiliki kadar kolesterol sebanyak 844 mg/100 gram.

Penggunaan pod kakao fermentasi dalam ransum dapat mengurangi kandungan lemak yang terdapat pada kuning telur puyuh. Rendahnya kandungan lemak kuning telur pada perlakuan E dibandingkan dengan perlakuan A berkaitan dengan senyawa lovastatin yang meningkat pada perlakuan E.

Lovastatin adalah senyawa alami yang ditemukan pada jamur tiram putih. Lovastatin dapat menurunkan kadar kolesterol pada telur puyuh, sehingga menyebabkan kandungan lemak pada kuning telur juga rendah. Ditinjau dari pengaruh perlakuan terhadap *Income Over Feed Cost*, *Income Over Feed Cost* adalah perbandingan antara pendapatan usaha dan biaya ransum, dimana pendapatan usaha merupakan perkalian antara hasil produksi telur peternakan (kg) dengan harga telur (Rp). Pengaruh perlakuan terhadap *Income Over Feed Cost* selama penelitian menggunakan pod kakao fermentasi dan campuran ampas tahu dengan *Pleurotus ostreatus* dalam ransum.

BAB VI PENUTUP

Limbah hasil pertanian yaitu pod kakao dapat dimanfaatkan sebagai pakan alternatif bagi ternak. Kendala tingginya serat kasar dan rendahnya protein kasar diatasi dengan fermentasi menggunakan kapang selulolitik dan ligninolitik. Peningkatan kualitas limbah hasil pertanian secara biologi dapat meningkatkan kandungan dan kualitas gizi. Fermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dapat menurunkan serat kasar dan fermentasi dengan *Neurospora crassa* dapat meningkatkan kandungan karotenoid yaitu B karoten. Selain itu dapat meningkatkan kualitas protein, pencernaan serat kasar dan energi metabolisme produk fermentasi.

Penggunaan masing-masing produk fermentasi pada broiler, puyuh petelur dan ayam petelur dapat mengurangi penggunaan jagung dan bungkil kedelai, dapat mempertahankan

Pod Kakao Fermentasi Untuk Unggas

kan performa dan diperoleh kelebihanya yaitu dapat menurunkan kolesterol darah, daging, dan telur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada Dirjen Pendidikan Tinggi (DIKTI) Kementerian Pendidikan Nasional yang telah mensupport penelitian dengan bantuan dana skim Hibah Strategis Nasional 2012-2013 Kompetensi 2014 -2015 dan 2018-2019, serta kepada pimpinan Universitas Andalas dan Fakultas Peternakan yang telah memberikan izin dalam pelaksanaan penelitian ini serta semua pihak yang telah membantu dalam proses penelitian dan penyelesaian penulisan buku ini.

REFERENSI

Amrullah,I.K. 2002. Nutrisi Ayam Petelur. Lembaga Satu Gunung Budi Bogor

Amrullah,I.K. 2003. Nutrisi Ayam Pedaging. Lembaga Satu Gunung Budi Bogor

Anggorodi, R. 1995. Nutrisi Aneka Ternak Unggas. Gramedia Jakarta.

Behrends, B.R. 1990. Nutrition economics for layers. Poultry International 29(1): 16 -20.

Bell, D.D and J.R. Weaver. 2002. Commercial Chicken Meat and Egg Production. 4th ED. Kluver Academic Publishers. USA.

Bergquist, A., D.A. LaBrie and R.P. Wagner. 1989, Amino acid synthesis by the mitochondria of *Neurospora crassa*: I.

Dependence on respiration of mitochondria. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 134: 401-407

Biro Pusat Statistik. 2007. Sumatera Barat dalam Angka. Biro Pusat Statistik Sumatera Barat Padang.

Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet and M. Wooton. 1985. Ilmu Pangan. Diterjemahkan oleh Adiono dan H. Purnomo. 1985. Penerbit Universitas Indonesia Press, Jakarta.

Carlile, M.J and S.C. Watkinson. 1995. The Fungi. Academic Press Inc. London .

Catalina, S.,A. María, O. Margarita, A.Velayos, A.P. Eslava and E.P. Benito. 2002. Interallelic complementation provides genetic evidence for the multimeric organization of the *Phycomyces blakesleeanus* phytoene dehydrogenase. *J. Biochem.* 269: 902-908.

Cedar, J., S.B. Hastings and L. Kohlmeier. 2000. Antioksidant from carrot in cardiovascular and cancer disease prevention. *The American Jurnal of Clinical Nutrition* 82: 175 -180.

Cherry,J.A.,P.B. Siegel and W. L. Beane. 1998. Genetik nutritional relationship in growth and carcass characteristic of broiler. *Poultry Science* 77: 1495 – 1500

Crueger, W. and A. Crueger. 1989. Biotechnology: A Textbook of Industrial Microbiology. Sinauer Associates Inc Sunderland.

Corzo, A., C.A. Fritts, M.T. Kidd and B.J. Kerr. 2005. Response of broiler chicks to essential and non-essential amino acid supplementation of low crude protein diets. *Animal Feed ScienceandTechnology*118:319-327

Daghir, N.J. 1997. Poultry Production in Hot Climate. CAB International. The University Press, Cambridge, Wallingford-UK

Deshpande, V., S. Keskar, C. Mishra. and M. Rao. 1986. Direct conversion of cellulose/hemicellulose to ethanol by *Neurospora crassa*. *Enzyme and Microbial Technology*. 45:149-152

Dreosti, I.E. 1993. *Vitamin A, C, E and β carotene as protective factors for some cancers*. *Journal of Clinical Nutrition*. 3 (1): 125-128

Doelle, H.W., D.A. Mitchell and C.E. Rolz. 1992. *Solid Substrate Cultivation*. Elsevier Applied Science, London NewYork.

Fadilah, S Distanitina, E.K. Artati, dan A. Jumari. 2008. Biodelignifikasi batang jagung dengan jamur pelapuk putih (*Phanerochaeta chrysosporium*). *Ekulibrium* Vol. 7(1):7-11

Fardiaz, S. 1992. *Fisiologi Fermentasi*. PAU Pangan dan Gizi IPB Bogor.

Fardiaz, S. 2002. *Mikrobiologi Pangan 2*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

Griffin, D.H. 1994. Fungal Physiology. 2 Ed. A John Wiley & Sons, Inc. Publication. New York.

Guignard R. and Body. 1993. Conidium formation and germination in *Neurospora crassa*: *Experimental Mycology*, 27:54-57.

Gurnadi, K. 1984. Pengaruh imbalanced protein dan energi dalam ransum terhadap performans dua galur ayam petelur tipe medium. Disertasi. Fakultas Pasca Sarjana. IPB Bogor.

Ikram-ul-haq, M. M. J. Tehmina S. K., dan Zafar Siddiq. 2005. Cotton Saccharifying Activity Of Cellulases Produced by Co-culture of *Aspergillus niger* and *Trichoderma viride*. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 1(3): 241-245.

Hajjaj, H, A. Klaebe, G. Goma, P. J. Blanc, Barbier, and J. Francois. 2000. Medium Chain Fatty Acids Affect Citrinin Production in the Filamentous Fungus *Monascus ruber*. *Appl Environ Microbiol*. 2000 March;66(3):1120-1125.

Harbouene, J. B. 1987. Metoda Fitokimia Penentuan Cara Modern Menganalisa Sruktur. Ed 2.ITB, Bandung

Hausmann, A and G. Sandmann. 2000. A single five-step desaturase is involved in the carotenoid biosynthesis pathway to beta-carotene and torulene in *Neurospora crassa*. *J.Genet.Biol.*30(2):147-53.

Heinz, V., R. Buckow, and D. Knorr 2005. Catalytic Activity of Amylase from Barley in Different Pressure/Temperature Domains. *Biotechnol. Prog.*, 21 (6): 1632 -1638.

Heryandi,Y. 2004. Efisiensi penggunaan ransum pada ayam ras petelur melalui perubahan waktu pemberian dan kandungan metionin. Disertasi. Sekolah Pasca Sarjana IPB Bogor.

Hidayat, N. 2007.Teknologi Pertanian dan Pangan. [http:www.PikiranRakyat.com/cetak/0604/24/Cakrawala/indeks.html](http://www.PikiranRakyat.com/cetak/0604/24/Cakrawala/indeks.html).

Hirschberg, J. 2001. Carotenoid biosynthesis in flowering plants.

Curr Opin Plant Biol 4: 210-218

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.*, 2:602-612

Hsieh, C. and F.C. Yang. 2003. Reusing soy residue for the solid-

state fermentation of *Ganoderma lucidum*. *Bioresource Technology* 80:21-25

Hussein, S. A. 2000. The use of step down and modified constant

protein feeding systems in the developing pullet reared in hot climates. *Animal Feed Science and Technology* 85 (2000) 171 - 181

Irawadi, T.T., Darwis, A. Sailah dan I. Safriani. 1995. Kajian

kondisi fermentasi pada produksi selulase dari limbah kelapa sawit oleh *Neurospora sitophila*. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 5(3): 199- 207.

Johjima, T., Itoh, N., Kabuto, M., Tokimura, F., Nakagawa, T., Wariishi, H., and Tanaka, H., 1999. Direct Interaction of Lignin and Lignin Peroxidase from *Phanerochaete chrysosporium*, Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 96. 1989-1994

Kohlmeier, L. and S.B. Hastings. 1995. Epidemiologic evidence of a role carotenoids in cardiovascular disease prevention. *The American Journal of Clinical Nutrition* 62 (6): 120 -125

Lerch. 1978. Amino acid sequence of tyrosinase from *Neurospora crassa*. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 75(8): 3635-3639.

Leeson, S. and J. D. Summers. 2001. Nutrition of the chicken. 4th Ed. University Books. Guelph, Ontario, Canada.

Litchfield, J.H. 1992. Single Cell Protein dalam Encyclopedia of Mikrobiology. Vol. 4 Academic Press. New York.

Liu, F., S. Tachibana., T. Taira, M. Ishihara and M Yashuda. 2005. Purification and characterization of a new type of serine

carboxypeptidase from *Monascus purpureus*. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*. Vol. 31 (1):23-28.

Marathe, S., Y.G. Yu, G.E. Turner, C. Palmier and R.L. Weiss. 1998. Multiple forms of Arginine and Metionine from single locus in *Neurospora crassa*. *Journal of Biological Chemistry* 273 : 29776-29785

Maynard, L.A. and T. K. Loosly. 1980. *Animal Nutrition*. 7th Ed. Tata Mc. Graw Hill Publishing Co. Inc. New Delhi, India

McNab, R. and L. A. Glover. 1991. Inhibition of *Neurospora crassa* cytosolic chitinase by allosamidin *FEMS Microbiology Letters*, 82: 79-82

Mukhtadi, T. R. 1989. *Teknologi Proses Pengolahan Pangan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

- Murray, R. K., Granner, D. K., Mayes, P. A., Rodwell, V. W. 1999. Biokimia Harper. Edis 24. Jakarta.
- Murtidjo. B.A.1990. Pedoman Beternak Ayam Broiler. Kanisius, Yogyakarta.
- Murugesan, G.S., M. Sathishkumar, K. Swarninathan. 2005. Supplementation of waste tea fungal biomass as a dietary ingredien for broiler chicken. *Bioresource Technology* 96: 1743- 1748.
- North, M. O. 1990. Commercial Chickens Production Mannual. The Avi Publishing Company Inc. Westport Connecticut.
- Nuraini, Harnentis dan Sabrina. 1999. Pemanfaatan Ampas Sagu Fermentasi untuk meningkatkan Produktifitas Sapi Potong di daerah Pesisir Selatan. Laporan IPTEK. Lembaga Pengabdian Universitas Andalas, Padang.
- Nuraini dan Y. Marlida. 2005. Isolasi dan identifikasi kapang karotenogenik untuk memproduksi pakan sumber β

karoten. Laporan Penelitian Semi Que. Fakultas Peternakan Universitas Andalas Padang.

Nuraini. 2006. Potention of carotenogenic fungi to produce high β -caroten feed and its application on broiler and laying poultry. Disertation. Pasca Sarjana Universitas of Andalas, Padang

Nuraini, Sabrina dan S.A. Latif. 2008. Performa dan kualitas telur ayam dengan penggunaan fermentasi dengan *Neurospora crassa* . Jurnal Media Peternakan 31 (3),Des 2008 :195-202. ISSN 0126-0472.

Nuraini. 2009. Performa broiler dengan ransum mengandung campuran ampas sagu dan ampas tahu yang di-fermentasi dengan *Neurospora crasssa*. Jurnal Media Peternakan 32 (3),Des 2009 :213-219. ISSN 0126-0472.

Nuraini, Sabrina and S.A.Latif. 2009. Improving the quality of tapioca by product through fermentation by *Neurospora*

crassa to produce pakan kaya β Carotene. Pakistan Journal of Nutrition 8(4): 487-490.

Nuraini, Sabrina and S.A.Latif. 2012. Fermented product by *Monascus purpureus* in Poultry diet: Effects on laying performance and egg quality. Pakistan Journal of Nutrition 11(7): 605-608.

Nuraini., M. E. Mahata and Nirwansyah. 2013. Response of broiler fed cacao pod fermented by *Phanerochate chrysosporium* dan *Monascus purpureus* in the diet. Pakistan Journal of Nutrition 12(9):889-896

Nurdin, H. 1994. Penarikan β karoten dari limbah minyak kelapa sawit dan efeknya terhadap penurunan kolesterol. Laporan Penelitian Hibah Bersaing Universitas Andalas.

Palmier, C. 1999. Purification and Characterization amino acid from *Neurospora crassa*. Thesis (PhD) University of California Los Angeles.

- Pattanagul, P., R. Pinthong, A. Phianmongkhol and N. Leksawasdi. 2007. Review of angkak production (*Monascus purpureus*). Chiang Mai J. Sci. 34(3): 319-328.
- Perkins, D.D., R.H. Davis and K.H. Steinkraus. 2002. Fungal Genetics and Biology, Fermented foods, feeds, and beverages. *Biotechnology Advances*. 4 : 419-423.
- Rasyaf, M. 1990. Mengkaji Formula Ransum Ayam dan Itik dari Tahun ke Tahun. Trinity Press Jakarta.
- Rasyaf, M. 1990. Memelihara Burung Puyuh. Penerbit Yayasan Kanisius, Yogyakarta.
- Rasyaf, M 1991. Bahan Makanan Unggas di Indonesia. Penerbit Kanisius. Jakarta.
- Ratledge, C. 1994. Biochemistry of microbial degradation. Kluwer Academic. Publishers. London

Rhodes, W. G. ,R.A. Lindberg and H. Drucker. 1983. Purification and characterization of an extracellular acid protease from *Neurospora crassa*. *Biochemistry and Biophysics*. 223:514-520

Romero, M. D., J. Aguado, L. González and M. Ladero. 1999. Cellulase production by *Neurospora crassa* on wheat straw. *Enzyme and Microbial Technology*, 25:244-250.

Sabrina, Nuraini, H. Abbas, Boyon dan R. Zein. 2001. Peningkatan kualitas bungkil inti sawit melalui pendekatan bioteknologi dengan berbagai jenis kapang. Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun I. Lembaga Penelitian Universitas Andalas Padang.

Sabrina, Nuraini, H. Abbas, Boyon dan R. Zein. 2002. Peningkatan kualitas bungkil inti sawit melalui pendekatan bioteknologi dengan berbagai jenis kapang. Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun II. Lembaga Penelitian Universitas Andalas Padang.

Saerang, J. L. P. 1995. Pengaruh minyak nabati dan lemak hewani dalam ransum puyuh petelur terhadap performans, daya tetas, kadar kolesterol telur, dan plasma darah. Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Salam, dan Gunarto.1999. Enzim Selulase Dari *Trichoderma spp.* Jurnal Mikrobiologi Indonesia.2.

Sembiring, P. 2006. Biokonversi limbah minyak inti sawit dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan aplikasinya terhadap performans broiler. Universitas Padjajaran, Bandung.

Scott, M. L., M. C. Nesheim and R. J. Young. 1982. Nutrition of the Chicken. 3rd Ed. M. L. Scott and Associates Publishers, Ithaca, New York.

Sies,H and W. Stahl. 1995. Vitamins E and C, β carotene, and other carotenoids as antioxidants. *The American Journal of Clinical Nutrition* Vol 62 No 6: 23-27

Sihombing, S.H. 2006. Produksi karotenoid pada limbah cair tahu, air kelapa dan onggok dengan kapang *Neurospora sitophila*. Fakultas Teknologi Pertanian IPB Bogor

Singh, B.C., A.S., Singh, and H.S. Singh. 1996. Mutagenesis for hyperproduction of the extracellular amylases by *Termomices lanuginosus*. 45: 31 - 36

Smith, J.E. 1990. Prinsip Bioteknologi. Penerbit PT. Gramedia, Jakarta.

Steinberg, D., S. Phartarasathy, H. Carew, J.C. Khoo and J.L. Witztum. 1989. Beyond cholesterol: modification of low density lipoprotein that increase its atherogenicity. *The England Journal of Medical*. 320: 915-924

Stocker, R. 1993. Natural antioxidants and atherosclerosis. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 2: 15-20

Su, Y. C., J. J. Wang, T. T. Lin and T. M. Pan. 2002. Production of The Secondary Metabolites γ -Aminobutyric Acid and

Monakolin K by *Monascus*. Jurnal of Industrial Microbiologi and Biotechnology. Vol 30 (01) : 41 – 46.

Sudaryani, T, 2003. Kualitas Telur. Penebar Swadaya, Jakarta.

Sumanti, D.M., C. Tjahjadi, M. Herudiyanto dan T. Sukarti. 2005. Mekanisme produksi minyak sel tunggal dengan sistem fermentasi padat pada media onggok-ampas tahu dengan menggunakan kapang *Aspergillus terreus*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*.16 (1): 24-28.

Tsai, H and S. R. Suskind. 1972. Enzymic properties of a mutant tryptophan synthase from *Neurospora crassa*. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)- Enzymology*,284:324-340

Treviño, J., M. L. Rodríguez, L. T. Ortiz, A. Rebolé and C. Alzueta. 2000. Protein quality of linseed for growing broiler chicks. *Animal Feed Science and Technology*, 84: 155-166

Udedibie, A. B. I. and C. C. Opara. 1998 . Responses of growing broilers and laying hens to the dietary inclusion of leaf meal from *Alchornia cordifolia*. *Animal Feed Science and Technology*, 71: 157-164

USDA. 1994. Poultry Year book. Statistical Bulletin No 916, Table 50:46. Economic Research Service, USDA, Washington, DC.

Valli, K. Barry., J. Brock Dines., Joshi and H. MITchel., 1992. Degradation of 2,4 Dinitrotolune by the lignin - Degrading of Fungus *Phanerochaete chrysosporium*. *Journal. Aplied and Enviromental Mikrobiology*. Januari: 221 - 228.

Wahju, J. 1997. Ilmu Nutrisi Unggas. Gajah Mada University Press. Yogyakarta

Wang, G., Y. Weiss and J.D. Keasling, 2002. Amplification of HMG Coa reductase Production enhances carotenoid

accumulation in *Neurospora crassa*. *Metabolic Engineering J.*
25: 124- 129

Witono, J. 2001. Penggunaan ampas sagu fermentasi dengan oncom sebagai pakan alternatif pengganti jagung terhadap performa ayam broiler. Skripsi. Fakultas Peternakan Unand Padang

Wolf, E.C. and R.L. Weiss. 1980. Acetylglutamat kinase by *Neurospora crassa*. *Journal of Biological Chemistry.* 225: 9189-9195

Yunita, A. 1998. Produksi pigmen melalui fermentasi untuk bahan pewarna makanan menggunakan substrat limbah industri. Laporan Penelitian. Teknologi Pangan dan Gizi IPB Bogor

Yusni. 1987. Pemanfaatan ampas sagu (*Metroxylon sago*, Rottb) sebagai pakan alternatif pengganti sebagian jagung dalam ransum ayam broiler. Karya Ilmiah. Fakultas Peternakan IPB Bogor.

- Yu, Y.G. and R.L.Weiss. 1992. Arginine transport in mitochondria of *Neurospora crassa*. *Journal of Biological Chemistry*. 267(22):15491-5.
- Zainuddin,D., F.N. Hapsari dan P. Paulus. 2004. Pemanfaatan kulit pisang dan ampas tahu terhadap pertumbuhan ayam buras. *Proceeding Seminar Nasional Klinik Teknologi Pertanian Sebagai Basis Pertumbuhan Usaha Agribisnis Menuju Petani Nelayan Mandiri*. Hal. 1074-1080
- Zhang X, D. Zhu and D L Wang. 2003. Study on xylose fermentation by *Neurospora crassa*. *Acta Microbilica Sinica*. 43(4):466-72
- Richana N, Irawati TT, Anwar NM, Illah S, Khaswar S, Yandra A. 2007. Ekstraksi xilan dari tongkol jagung. *J. Pascapanen* 4(1): 38-43.
- Joseph, G. 2002. Pengaruh Serat Kasar Pada Broiler. www.Poultry Indonesia.com Diakses tanggal 30 Mei 2016. Pukul 10.00 WIB.

Lekito, M.N. 2002. Analisis kandungan nutrisi Lumpur minyak sawit (Palm Oil Sludge) asal pabrik pengolahan di Kecamatan Prafi Kabupaten Manokwari Propinsi Papua. *Jurnal Peternakan dan Lingkungan*, Vol.08 No.1. Februari 2002, hal. 59 -62.

Mastika, I. M. 1991. Potensi limbah pertanian dan industri pertanian serta pemanfaatannya untuk makan ternak. Pidato Ilmiah Pengukuhan Guru Besar Ilmu Makanan Ternak pada Fakultas Peternakan Universitas Udayana, Denpasar.

Mathius, I.W. 2003. Perkebunan kelapa sawit dapat menjadi basis pengembangan sapi potong. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, Vol.25, No.5 : 1 -4.

Noferdiman, Rizal, Mirzah, Heryandi, dan Marlida 2008. Penggunaan Urea sebagai Sumber Nitrogen pada Proses Biodegradasi Substrat Lumpur Sawit oleh jamur *Phanerochaete chrysosporium*. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 11(4), 75-82.

Noferdiman. 2004. Ujicoba limbah sawit dalam ransum ayam broiler. Majalah Ilmiah Angsana Vol. 08. No.1, April ; 17 -26.

SENARAI

1. Anti nutrisi adalah zat yang terdapat pada suatu bahan pakan ternak yang dapat menghalangi pencernaan, ataupun penyerapan an zat-zat makanan lainnya pada bahan tersebut.
2. Asam amino esensial adalah sebutan bagi asam amino yang tidak dapat disintesis di dalam tubuh dan harus didatangkan dari luar tubuh ternak (melalui makanan)
3. Asam lemak adalah senyawa alifatik dengan gugus karboksil
4. Ayam petelur adalah ayam yang secara genetika diarahkan sebagai penghasil telur yang unggul.
5. Bahan baku pakan adalah bahan-bahan pakan yang digunakan sebagai campuran dalam suatu ransum.

6. Bahan ekstrak tanpa nitrogen adalah bahagian dari karbohidrat, dan pada analisis proksimat tidak dapat larut di dalam larutan asam, sehingga nilai fraksi ini diperoleh dari pengurangan protein kasar, lemak kasar, serat kasar dari bahan organik.
7. Bahan kering adalah salah satu hasil dari pembagian fraksi yang berasal dari bahan pakan setelah dikurangi kadar air.
8. Berat badan adalah bobot badan ternak dalam satuan waktu tertentu. Berat badan merupakan salah satu parameter untuk mengukur pengaruh dari perlakuan dalam suatu percobaan bahan pakan pada ternak.
9. Berat karkas adalah berat seekor ternak setelah dikurangi dengan darah, bulu dan kulit, kaki, kepala, dan alat-alat pencernaan kecuali ginjal dan paru (defenisi untuk ternak unggas)

10. Berat telur adalah salah satu parameter untuk mengukur pengaruh suatu perlakuan percobaan pada ayam petelur dengan mengukur berat telurnya (berat dinyatakan per butir telur)
11. Bungkil kedelai adalah limbah dari kacang kedelai setelah diambil minyaknya.
12. Daya cerna protein adalah jumlah atau persentase protein dalam suatu bahan pakan yang setelah dicerna tidak terbuang menjadi kotoran.
13. Daya cerna serat kasar adalah jumlah atau persentase serat kasar dalam suatu bahan pakan yang tidak dibuang bersama kotoran setelah dicerna.
14. Kandungan lemak telur adalah lemak yang terdapat pada telur.

15. Kecernaan protein adalah jumlah protein yang dapat dicerna oleh ternak dan tidak dibuang bersama kotoran.
16. Koefisien cerna adalah suatu bilangan dalam bentuk persen yang menunjukkan persentase pencernaan zat-zat makanan yang dapat dikonsumsi oleh ternak.
17. Komposisi substrat adalah komposisi suatu bahan yang mengandung nutrient.
18. Konsumsi ransum adalah jumlah ransum yang dikonsumsi oleh seekor ternak.
19. Konversi ransum adalah jumlah ransum yang dibutuhkan (kg) untuk menghasilkan satu kg berat badan.
20. Kualitas nutrisi adalah kualitas zat-zat makanan dalam suatu bahan pakan.

21. Persentase karkas adalah berat karkas ayam setelah dipersentasekan ke bobot hidupnya.
22. Persentase lemak abdomen adalah berat lemak abdomen ayam setelah dipersentasekan ke bobot hidupnya.
23. Persentase protein kasar adalah kandungan protein kasar dalam suatu bahan pakan dalam satuan persen.
24. Pertambahan berat badan adalah selisih berat badan ayam yang dihitung pada waktu tertentu, misalnya dalam hitungan hari, minggu ataupun selama penelitian.
25. Pewarna alami adalah zat warna yang berasal dari bahan alam misalnya dari tumbuh-tumbuhan, dan bukan dari zat kimia yang dihasilkan industri.
26. Produk fermentasi adalah hasil akhir dari proses fermentasi suatu bahan.

27. Protein kasar adalah protein total yang terdapat dalam suatu bahan yang terdiri dari protein murni yaitu protein yang disusun dari asam-asam amino dan non protein nitrogen yaitu senyawa yang mengandung nitrogen tetapi bukan protein.
28. Ransum unggas adalah makanan ternak unggas
29. Retensi nitrogen adalah jumlah nitrogen yang dapat dimanfaatkan oleh tubuh ternak unggas yang tidak dikeluarkan bersama kotoran.
30. Senyawa kompleks adalah suatu persenyawaan yang terdiri dari beberapa senyawa dan membentuk suatu senyawa yang kompleks.
31. Senyawa metabolit adalah senyawa yang dihasilkan oleh mikroba pada saat pertumbuhan fase eksponensial, misalnya menghasilkan antibiotik.

32. Serat kasar adalah karbohidrat struktural yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan ligoselulosa.
33. Sumber karbon adalah suatu senyawa atau bahan yang banyak mengandung unsur karbon yang dibutuhkan oleh mikroba untuk pertumbuhannya.
34. Tekanan uap panas adalah suatu tekanan yang ditimbulkan oleh energi uap panas, dan tekanan uap panas digunakan sebagai metode pengolahan bahan pakan secara fisika.
35. Warna kuning telur adalah warna dari kuning telur yang bervariasi sesuai dengan komposisi bahan penyusun ransum, semakin banyak kandungan karotenoid bahan penyusun ransum, semakin pekat warna kuning telur.
36. Zat-zat makanan adalah zat-zat yang terkandung dalam suatu bahan makanan dan dibutuhkan oleh ternak untuk

kebutuhan hidupnya. Contoh zat-zat makanan adalah; air, karbohidrat, protein, lemak, mineral dan vitamin.

INDEKS

A

Anti nutrisi 4, 5, 10, 15, 144, 153
Asam-asam amino 18, 19, 122,
129, 147

B

Bahan kering 4, 16, 19, 23, 99
Bakteri 12, 34, 45, 46
Biomassa 5
Broiler 4, 95, 96, 97, 98, 100, 101,
102, 103, 104, 105, 107, 110,
111, 112, 113, 115, 116, 117,
118, 119, 120, 121, 123-143,
152, 169

D

Daya cerna 13, 69, 70, 85, 95, 97,
138
Degradasi 6, 7, 10, 22, 25, 26, 30,
33, 40, 41, 42, 43, 44, 47, 65,
67, 85, 86, 93
Dicerna 5, 12, 14, 20, 22, 23, 24,
35, 48, 57, 70, 74, 80, 88, 99,
122, 127, 129, 162
Dosis inokulum 14, 19, 23, 24, 28,
31, 60, 63, 65, 68, 70, 76, 78,
79, 80, 81, 82, 89, 90, 91, 92,
94

E

Energi metabolisme 87, 88, 89,
107, 108, 169
Enzim 9, 10, 12, 14, 15, 16, 18,
19, 21, 22, 24, 25, 28, 30, 31,
32, 33, 36, 37, 38, 39, 40, 42,
43, 44, 45, 46, 47, 51, 57, 58,
59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66,
67, 68, 76, 77, 78, 79, 81, 85,
86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93,
94, 95, 97, 99, 103, 111, 114,
117, 127, 138, 139, 140, 144,
149, 153, 157, 162, 167

F

Fermentasi 12, 13, 14, 15, 16, 19,
20, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29,
31, 33, 34, 35, 36, 37, 51-99,
101-108, 110-130, 132, 133,
134, 136-148, 151-162, 164-
169

G

Glukosa 8, 9, 14, 6, 28, 45, 46, 48,
49, 50, 58, 63, 66, 77, 78, 80,
92, 95, 97, 110

H

Hemiselulosa 7, 8, 20, 23, 28, 30,
33, 35, 47, 48, 49, 50, 57, 70

J

Jamur 16, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 41, 42, 43, 62, 64, 66, 65, 67, 68, 71, 78, 80, 127, 140, 141, 162, 168

K

Kapang 7, 12, 16-20, 22-30, 34, 43, 55-59, 67, 78, 83, 85-88, 95, 96, 99, 101, 106, 111, 113, 115-118, 143, 152, 169

Karotenoid 26, 28, 109, 111, 115, 149, 150, 157, 159, 169

Kecernaan 24, 52, 68, 69, 70, 79, 80, 87, 88, 89, 93, 94, 95, 99, 139, 162, 169

L

Lama Fermentasi 14, 19, 23, 24, 31, 54-60, 62-66, 68-73, 76, 78-82, 85, 86, 90, 91, 94

Lemak 4, 13, 19, 27, 37, 51, 88, 108, 109, 110, 111, 114, 136, 137, 140, 141, 145, 148, 149, 150, 154, 157, 158, 159, 165, 167, 168

Limbah 1, 2, 3, 23, 51, 52, 55, 96, 97, 99, 101, 143, 152, 169

Lipase 51, 93, 114

Lisin 98, 99

M

Metode 22

Mikroba 7, 12, 14, 15, 24, 34, 35, 56, 58, 62, 67, 70, 72, 76, 80, 81, 84, 85, 91, 93, 94, 127

Molekul 6, 9, 16, 30, 48, 49, 50

N

Nitrogen 14, 16, 22, 23, 28, 29, 32, 33, 43, 60, 64, 67, 71, 72, 73, 74, 81, 82, 87, 88, 89, 122, 123, 130

Nutrisi 6, 45, 53, 69

P

Pencernaan 9, 70, 74, 95

Pengolahan 5, 13, 102, 122, 129

Performa 96, 97, 101, 102, 103, 104, 105, 108, 119, 132, 133, 134, 136, 142, 143, 151, 153, 161, 170

Pertumbuhan 4, 10, 13, 14, 16, 17, 18, 22, 23, 25, 29, 32, 33, 36, 41, 55, 56, 61, 63, 64, 65, 67, 71, 72, 76, 80, 91, 100, 122, 129, 130, 137, 162

Ph 14, 22, 39, 42, 77, 92

Pigmen 26, 27, 28, 109, 150, 151, 159

Polisakarida 7, 8, 13, 47, 49, 50, 88

Produk 12-16, 19, 23, 30-33, 40, 51, 53, 60, 61, 75, 81, 83, 84, 85, 90, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 105, 110, 113,

Pod Kakao Fermentasi Untuk Unggas

115, 117, 120, 122, 129, 133,
137, 138, 144, 145, 149, 153,
154, 157, 160, 161, 166, 169
Protein 4, 5, 12, 13, 15, 16, 18, 19,
23, 24, 28, 30, 34, 37, 39, 47,
55, 56, 61, 70-74, 80-88, 95,
97, 98, 99, 117, 122, 123,
129, 130, 134, 135, 143, 144,
146, 152, 153, 156, 159, 169

R

Ransum 3, 4, 10, 19, 69, 73, 74, 82,
89, 95-103, 105-108, 110-
113, 115, 117-140, 142-147,
149-152, 154-165, 167, 168
Retensi nitrogen 23, 28, 29, 72,
73, 74, 81, 82, 87, 88, 89,
122, 123, 130

S

Selulase 9, 18, 22, 25, 31, 36, 44,
45, 46, 57, 58, 60, 62, 63, 66,
68, 76, 77, 78, 79, 80, 85, 88-
95, 97, 127, 139, 162
Selulosa 4-10, 20, 23, 25, 26, 28,
30, 33, 35, 37, 44-51, 56-58,
63, 66, 70, 77-80, 85, 91, 92,
95, 97, 122, 127, 129
Substrat 12, 14, 15, 17, 18, 19, 20,
22, 23, 27, 28, 30-33, 39, 43,
44, 53, 55-57, 59-77, 81, 83,
84, 88, 89, 91, 92, 94, 97,
122, 129
Suhu 12, 14, 15, 22, 25, 36, 37, 39,
51, 53, 60, 75, 77, 83, 92