

Prof. Dr. Nuraini

PAKAN NON KONVENSIONAL FERMENTASI UNTUK UNGGAS



Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi
(LPTIK) Universitas Andalas

PAKAN NON KONVENSIONAL FERMENTASI UNTUK UNGGAS

**Prof. Dr. Ir. Nuraini, MS
Dr. Ade Djulardi, MS
Prof. Dr, Ir. Maria Endo Mahata, MS**

**Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan
Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas**

Pakan Non Konvensional Fermentasi Untuk Unggas

Penulis:

Prof. Dr. Ir. Nuraini, MS

Dr. Ade Djulardi, MS

Prof. Dr, Ir. Maria Endo Mahata, MS

ISBN : 978-602-1650-68-4 (Cetak)

978-602-60613-8-6 (Elektronik)

Tata Letak :

Sari Jumiatti

Desain Sampul :

LPTIK Universitas Andalasa

Penerbit :

Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi

(LPTIK) Universitas Andalas Lantai Dasar Gedung Perpustakaan

Pusat Kampus Universitas Andalas Jl. Dr. Mohammad Hatta

Limau Manis, Padang, Sumatera Barat, Indonesia

Web: www.lptik.unand.ac.id

Telp. 0751-775827 - 777049

Email: sekretariat_lptik@unand.ac.id

PRAKATA

Alhamdulillah Hirabbil Aalamiinn.... Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah swt atas rahmat dan karuniaNya, sehingga dapat diselesaikannya buku dengan judul” **Pakan non Konvensional Fermentasi untuk Unggas**”. Buku ini merupakan salah satu referensi bagi mahasiswa strata 1 yang mengambil mata kuliah Mikrobiologi Terapan, Pengetahuan Bahan Pakan, Teknologi Pengolahan Pakan, Pengawasan Mutu Pakan, dan ilmu Nutrisi Unggas dan mahasiswa pascasarjana strata dua (S2) dengan mata kuliah Teknologi Pemrosesan Bahan Baku Pakan, Bioteknologi Pakan Lanjut, dan mahasiswa pasca sarjana strata tiga (S3) dengan mata kuliah Mikrobiologi Industri Pakan. Disamping itu buku ini juga dapat digunakan oleh praktisi peternakan dan masyarakat umumnya yang bergerak dibidang peternakan.

Buku ini ditulis memuat rangkuman hasil-hasil penelitian penulis, dan materi yang juga berasal dari jurnal-jurnal penelitian tentang peningkatan kualitas bahan pakan secara biologi melalui fermentasi. Bahan limbah hasil pertanian merupakan pakan non konvensional tidak memiliki ekonomi, tetapi masih mengandung zat-zat makanan dan terkendala dengan kandungan serat kasar (lignin dan selulosa) yang tinggi. Peningkatan pemanfaatannya sebagai pakan unggas perlu pengolahan terlebih dahulu. Salah satunya fermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium*, yang terkenal sebagai kapang pemecah lignin dan selulosa. Fermentasi dengan kapang *Neurospora crassa* bertujuan untuk mendapat karotenoid β karoten yang bertujuan untuk memproduksi telur dan daging rendah kolesterol. Pakan konvensional yang telah ditingkatkan nilai nutrisinya dan dapat digunakan sebagai pakan ternak yang berkualitas tinggi. Pemanfaatan pakan non konvensional dapat dijadikan sebagai

pakan alternatif yang mengurangi penggunaan jagung dan bungkil kedelai dalam susunan ransum broiler dan unggas petelur.

Buku ini terdiri atas 5 Bab. Bab I berisikan informasi tentang ketersediaan pakan non konvensional asal limbah hasil pertanian sebagai pakan unggas, kandungan nutrisi dan pemanfaatannya serta kendala pemberiannya dalam ransum unggas. Bab II memaparkan pengolahan secara biologi yaitu fermentasi yang dilakukan terhadap pakan non konvensional untuk pakan unggas. Bab III, menjelaskan profil nutrisi pakan non konvensional pasca fermentasi dengan kapang selulolitik, ligninolitik dan karotenoid. Bab IV berisikan informasi tentang respon unggas terhadap pemanfaatan produk fermentasi pada ternak ayam pedaging, puyuh petelur. ayam petelur dan Bab V penutup, berisikan rangkuman isi buku ini.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi khususnya DP2M Dikti yang telah memberi dana skim penelitian Hibah Kompetensi tahun 2014 dan 2015 untuk pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada pimpinan Universitas Andalas, Rektor Universitas Andalas, Dekan Fakultas Peternakan, Lembaga Penelitian Universitas Andalas yang telah memfasilitasi penulis dalam pelaksanaan penelitian dan pembuatan laporan sehingga bisa ditulis hasilnya menjadi sebuah buku.

Selanjutnya penulis sangat terbuka menerima saran dan kritik dari pembaca untuk kesempurnaan buku ini di masa yang akan datang dan harapan penulis semoga buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca semua, Aamiin,,YRA.

Padang, Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB I POTENSI PAKAN NON KONVENSIONAL SEBAGAI PAKAN ALTERNATIF.....	1
1.1 Potensi Limbah Ubi Kayu.....	1
1.2 Potensi Limbah Sagu.....	3
1.3 Potensi Limbah Buah Pisang.....	7
1.4 Potensi Limbah Buah Coklat.....	8
1.5 Potensi Limbah Buah Kopi.....	11
1.6 Potensi Limbah Buah Durian.....	13
1.7 Potensi Bungkil Inti Sawit.....	16
1.8 Potensi Onggok.....	17
1.9 Potensi Dedak dan Sekam	19
1.10 Potensi Tongkol Jagung.....	22
BAB II PENINGKATAN KUALITAS BAHAN DENGAN TEKNOLOGI FERMENTASI	24
2.1 Teknologi Fermentasi	24
2.2 Fermentasi dengan Fungi Lignoselulolitik <i>Phanerochaeta</i> <i>chrysosporium</i>	28
2.3 Enzim yang dihasilkan <i>Phanerochaeta</i> <i>chrysosporium</i>	32
2.4 Lignin dan Selulosa.....	39
2.5 Fermentasi dengan Fungi Karotenogenik <i>Neurospora crassa</i>	43
BAB III PROFIL NUTRISI PASCA FERMENTASI	46

3.1	Profil Nutrisi Limbah Buah Pisang Pasca Fermentasi.....	46
3.2	Profil Nutrisi Limbah Durian Pasca Fermentasi.....	53
3.3	Profil Nutrisi Limbah Buah Kopi Pasca Fermentasi.....	60
3.4	Profil Nutrisi Dedak Padi Pasca Fermentasi.....	70
3.5	Profil Nutrisi Limbah Sagu Pasca Fermentasi.....	84
3.6	Profil Nutrisi Limbah Buah Coklat Pasca Fermentasi.....	88
3.7	Profil Nutrisi Onggok Pasca Fermentasi.....	95 98
3.8	Profil Nutrisi Limbah Bungkil Inti Sawit Pasca Fermentasi.....	102
3.9	Profil Nutrisi Tongkol Jagung Pasca Fermentasi.....	106
3.10	Profil Nutrisi Limbah Ubi Kayu Pasca Fermentasi.....	

BAB IV PENGGUNAAN PAKAN FERMENTASI DALAM RANSUM UNGGAS..... 110

4.1	Penggunaan Limbah Buah Pisang Fermentasi dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i> pada Broiler.....	110
4.2	Penggunaan Limbah Buah Pisang Fermentasi dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i> pada broiler.....	119
4.3.	Penggunaan Limbah Buah Durian Fermentasi dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i>	

pada Broiler.....	127
4.4 Penggunaan Limbah Durian Fermentasi dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i> pada Puyuh Petelur.....	138
4.5. Penggunaan Limbah Durian Fermentasi dengan <i>Neurospora crassa</i> Terhadap Ayam Petelur (Umur 42-52 Minggu).....	151
BAB V PENUTUP.....	161
UCAPAN TERIMAKASIH.....	162
REFERENSI	163
SENARAI	174
INDEKS	178

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Kandungan zat makanan kulit dan biji durian	15
Tabel 2.	Protein kasar dan retensi nitrogen LBPF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i> .	47
Tabel 3.	Kandungan serat kasar, selulosa, lignin dan hemiselulosa limbah buah pisang fermentasi	49
Tabel 4.	Kecernaan serat kasar broiler yang mengkonsumsi LBPF	51
Tabel 5.	Peningkatan protein kasar dan retensi nitrogen LBDF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i>	54
Tabel 6.	Penurunan serat kasar, selulosa, lignin dan peningkatan hemiselulosa limbah buah durian fermentasi dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i> .	56
Tabel 7.	Kecernaan serat kasar	59
Tabel 8.	Penurunan selulosa limbah buah kopi fermentasi dengan <i>Phanerochaeta chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i>	61
Tabel 9.	Penurunan lignin limbah buah kopi fermentasi dengan <i>Phanerochaeta chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i>	63
Tabel 10.	Penurunan serat kasar (%) limbah buah kopi fermentasi dengan <i>Phanerochaeta chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i> (% BK)	64
Tabel 11.	Peningkatan hemiselulosa limbah buah kopi fermentasi dengan <i>Phanerochaeta chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i>	66
Tabel 12.	Peningkatan protein kasar limbah buah kopi	67

	fermentasi dengan <i>Phanerochaeta chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i> (%).	
Tabel 13.	Retensi nitrogen (%) broiler yang mengkonsumsi limbah buah kopi fermentasi dengan <i>Phanerochaeta chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i>	69
Tabel 14.	Peningkatan protein kasar campuran dedak dan sekam padi dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i> .	71
Tabel 15.	Penurunan serat kasar campuran dekamdifer dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i> .	74
Tabel 16.	Penurunan selulosa dedak dan sekam padi fermentasi dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i> (%)	75
Tabel 17.	Penurunan lignin campuran dedak dan sekam padi fermentasi dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i> (%)	77
Tabel 18.	Peningkatan hemiselulosa campuran dedak dan sekam padi fermentasi dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i> (%)	79
Tabel 19.	Aktivitas enzim selulase <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i> (%) dari campuran dedak dan sekam padi fermentasi	81
Tabel 20.	Energi metabolisme campuran dedak dan sekam padi dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i> .	83
Tabel 21.	Protein kasar LSATF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i>	85
Tabel 22.	Serat kasar LSATF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i>	86
Tabel 23.	Retensi nitrogen broiler yang diberi LSATF	87

	dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i>	
Tabel 24.	Peningkatan protein kasar produk LBCF	88
Tabel 25.	Penurunan serat kasar produk LBCF	90
Tabel 26.	Penurunan selulosa produk LBCF	92
Tabel 27.	Penurunan lignin produk LBCF	93
Tabel 28.	Peningkatan hemiselulosa produk LBCF	94
Tabel 29.	Protein kasar OATF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i>	95
Tabel 30.	Serat kasar LSATF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i>	96
Tabel 31.	Retensi nitrogen broiler yang diberi OATF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i>	97
Tabel 32.	Protein kasar BISF	99
Tabel 33.	Serat kasar BISF	100
Tabel 34.	Rataan retensi nitrogen BISF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i>	101
Tabel 35.	Penurunan serat kasar (%) tongkol jagung fermentasi dengan <i>Phanerochaeta chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i>	103
Tabel 36.	Peningkatan protein kasar tongkol jagung fermentasi dengan <i>Phanerochaeta chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i> (%)	104
Tabel 37.	Protein kasar LUKF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i>	106
Tabel 38.	Serat kasar LUKF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i>	107
Tabel 39.	Retensi nitrogen broiler yang diberi LUKF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan <i>Neurospora crassa</i>	108
Tabel 40.	Konsumsi ransum broiler yang mengkonsumsi LBPF	111
Tabel 41.	Pertambahan bobot badan broiler (g/ekor)	113

Tabel 42.	Konversi ransum broiler	114
Tabel 43.	Bobot hidup broiler	115
Tabel 44.	Karkas broiler selama penelitian	117
Tabel 45.	Kolesterol daging broiler	118
Tabel 46.	Konsumsi ransum broiler	120
Tabel 47.	Pertambahan bobot badan broiler	121
Tabel 48.	Konversi ransum broiler	123
Tabel 49.	Persentase karkas broiler	125
Tabel 50.	Kolesterol daging broiler	126
Tabel 51.	Konsumsi ransum broiler	128
Tabel 52.	Pertambahan bobot badan broiler	130
Tabel 53.	Konversi ransum broiler	131
Tabel 54.	Rataan kolesterol hati broiler umur 4 minggu	133
Tabel 55.	Kolesterol serum darah broiler umur 4 minggu.	134
Tabel 56.	Kolesterol daging paha broiler umur 4 minggu penelitian.	136
Tabel 57.	Persentase karkas broiler	138
Tabel 58.	Konsumsi ransum puyuh	139
Tabel 59.	Produksi telur puyuh yang menggunakan LBDF	141
Tabel 60.	Berat telur puyuh yang menggunakan LBDF	143
Tabel 61.	Massa telur puyuh yang menggunakan LBDF	145
Tabel 62.	Konversi ransum puyuh yang menggunakan LBDF	146
Tabel 63.	Kolesterol kuning telur puyuh (mg/100g)	148
Tabel 64.	Kadar lemak kuning telur puyuh yang diberi LBDF	149

Tabel 65.	Warna kuning telur puyuh yang diberi LBDF dengan <i>Neurospora crassa</i>	150
Tabel 66.	Konsumsi ransum ayam petelur yang diberi LBDF	151
Tabel 67.	Bobot telur ayam yang diberi LBDF	153
Tabel 68.	Produksi <i>Hen-day</i> dan massa telur ayam yang diberi LBDF	155
Tabel 69.	Konversi ransum ayam petelur yang diberi LBDF	157
Tabel 70.	Kolesterol dan warna kuning telur ayam yang diberi LBDF dengan <i>Neurospora crassa</i>	159

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Limbah Ubi Kayu ((Dokumentasi Nuraini, 2015)	2
Gambar 2.	Limbah sagu (Dokumentasi Nuraini, 2015)	4
Gambar 3.	Limbah buah pisang (Dokumentasi Nuraini, 2015)	7
Gambar 4.	Kulit buah kakao (Dokumentasi Nuraini, 2015)	9
Gambar 5.	Limbah buah kopi (Dokumentasi Nuraini, 2015)	13
Gambar 6.	Kulit dan biji durian (Dokumentasi Nuraini, 2015)	14
Gambar 7.	Bungkil inti sawit (Dokumentasi Nuraini, 2015)	17
Gambar 8.	Onggok (Dokumentasi Nuraini, 2015)	18
Gambar 9.	Dedak dan Sekam padi (Dokumentasi Nuraini, 2015)	20
Gambar 10.	Tongkol Jagung (Dokumentasi Nuraini, 2015)	22

BAB. I

POTENSI PAKAN NON KONVENSIONAL SEBAGAI PAKAN ALTERNATIF

Bahan pakan yang berkualitas dan mengandung gizi tinggi relatif mahal, karena pakan konvensional masih di impor seperti jagung dan bungkil kedelai dan penggunaannya masih bersaing dengan kebutuhan manusia. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk memperoleh bahan pakan alternatif yang relatif murah, mudah didapat dan bernilai gizi cukup. Beberapa bahan pakan tersebut dapat berasal dari limbah hasil pertanian seperti ampas sagu, dedak, kulit pisang, limbah buah pokat, limbah ubi kayu, limbah buah durian dan dari limbah agro industry seperti bungkil inti sawit, kulit buah coklat, kulit buah kopi.

Meskipun pada umumnya limbah pertanian selalu dikaitkan dengan harga yang murah dengan kualitas yang rendah, akan tetapi ada beberapa hal yang perlu diperhatikan sebelum limbah tersebut digunakan seperti jumlah ketersediaan, kontinuitas pengadaan, kandungan gizi, kemungkinan adanya faktor pembatas seperti zat racun atau anti nutrisi, serta perlu tidaknya bahan itu diolah sebelum dapat digunakan sebagai pakan ternak.

1.1 Potensi Limbah Ubi Kayu

Limbah ubi kayu yang diperoleh dari tanaman ubi kayu (*Manihot esculenta*, Crantz) merupakan limbah agroindustri tepung tapioka, yang pada umumnya dibuang. Menurut Badan Pusat Statistik (2012) produksi ubi kayu di Sumatera

Barat tahun 2011 adalah 190.016 ton/tahun. Potensi limbah ubi kayu yang dihasilkan sebanyak 16% dari produksi ubi kayu (Darmawan, 2006), maka diperkirakan jumlah limbah ubi kayu pada tahun 2012 yaitu 30.402,56 ton/tahun, yang berpotensi sebagai pakan ternak. Limbah ubi kayu yang digunakan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Limbah Ubi Kayu ((Dokumentasi Nuraini, 2015)

Ubi kayu atau singkong berasal dari Brazilia. Dalam sistematika tumbuhan, ubi kayu termasuk ke dalam kelas Dicotyledoneae. Ubi kayu berada dalam famili *Euphorbiaceae* yang mempunyai sekitar 7.200 spesies. Kulit ubi kayu berdasarkan bahan kering mengandung protein kasar 4,12%, serat kasar yang tinggi yaitu 26,29%, lignin 10,32%, selulosa 12,01%, dan HCN 221 ppm (Nuraini dkk, 2014). Kulit ubi kayu dapat digunakan sebagai sumber karbon dalam medium fermentasi dan dapat pula dijadikan pakan ternak.

Kandungan nitrogen kulit ubi kayu masih rendah, oleh karena itu diperlukan adanya penambahan sumber nitrogen seperti ampas tahu (Nuraini dkk, 2014).

Klasifikasi tanaman ubi kayu adalah sebagai berikut:

Kelas	: Dicotyledoneae
Sub Kelas	: Arhichlamydeae
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: Euphorbiaceae
Sub Famili	: Manihotae
Genus	: Manihot
Spesies	: <i>Manihot esculenta</i> Crantz

Anti nutrisi HCN (asam sianida) dapat dikurangi dengan perlakuan fisik dan biologi. Perlakuan fisik diantaranya dengan pemanasan, pencacahan, dan perendaman. Perlakuan biologi dapat dilakukan dengan fermentasi. Proses fermentasi tidak hanya meningkatkan kandungan gizi kulit ubi kayu, tetapi juga mampu mengurangi kandungan anti nutrisi dari kulit ubi kayu tersebut (Nuraini dkk, 2014).

Penggunaan limbah ubi kayu sebagai pakan ternak terkendala dengan kandungan serat kasar yang tinggi dan adanya zat antinutrisi HCN. Menurut Siswanti (1993) kulit ubi kayu hanya dapat dipakai sampai level 10% dalam ransum broiler, karena rendahnya protein kasar, tingginya serat kasar dan adanya anti nutrisi HCN.

1.2 Potensi Limbah Sagu

Tanaman sagu (*Metroxylon sago*) termasuk tumbuhan monokotil dari keluarga *palmae*, genus *Metroxylon* dan ordo *Spadiciflorae*. Sagu dari genus *Metroxylon* secara garis besar

digolongkan menjadi dua yaitu: pertama *Pleioanthic* adalah *Metroxylon* yang berbunga/berbuah dua kali dan kedua *Hapaxanthic* adalah *Metroxylon* berbunga/berbuah satu kali (Warintek (2010).

Pengolahan sagu menjadi tepung sagu menghasilkan limbah yang banyak, baik berupa limbah padat atau limbah cair. Limbah padat yang berupa limbah sagu/ampas sagu belum dimanfaatkan secara optimal dan biasanya dibuang begitu saja, padahal bisa dimanfaatkan sebagai pakan ternak. (Gambar 2).



Gambar 2. Limbah sagu (Dokumentasi Nuraini, 2015)

Metroxylon adalah jenis sagu yang paling luas penyebarannya, dapat tumbuh pada ketinggian sampai 700 meter di atas permukaan laut dan tumbuh optimal pada ketinggian 400 meter di atas permukaan laut (Warintek, 2010).

Potensi luas areal tanaman sagu di Indonesia saat ini menurut Jsuherman (2009) adalah sekitar 1.200.000 Ha (53% dari luas areal tanaman sagu dunia yaitu 2.250.000 Ha). Ketersediaan limbah sagu pada tahun 2006 di daerah Mentawai Sumatera Barat cukup melimpah yaitu sebesar 14.000 ton yang diperkirakan dari produksi tepung sagu sebesar 3500 ton, dengan perkiraan ratio tepung sagu dan ampas sagu adalah 1 : 4 (BPS, 2007). Rendemen pengolahan sagu menurut Rumatatu (1988) hanya sekitar 14% sehingga sekitar 86% berupa ampas sagu yang bercampur dengan sisa pati yang terbuang. Pendapat McClatchey *et al.* (2006) pada proses pengolahan sagu dapat menghasilkan limbah ikutan berupa kulit batang sekitar 17-25% dan ampas sagu sekitar 75-83%

Di daerah Sumatra Barat selain di daerah Mentawai, ampas sagu juga banyak ditemukan di daerah Pesisir Selatan dan Pariaman. Potensi limbah sagu di Kabupaten Pesisir Selatan sekitar 1.000 ton per tahun yang kondisinya juga telah mencemari lingkungan (Nuraini dkk, 1999) dan (Hellyward dkk., 2003).

Potensi limbah sagu dari segi kandungan gizi menurut Nuraini (2006), limbah sagu berpotensi cukup besar sebagai pakan sumber energi dengan kandungan BETN 72,59%, tetapi kandungan protein kasarnya rendah yaitu 3,29% dan kandungan zat makanan lainnya adalah lemak kasar 0,97% dan serat kasar yang tinggi yaitu 18,50% (lignin 9,23%, dan selulosanya 10,12%). Limbah sagu menurut Kiat (2006) mengandung lignoselulosa yang kaya akan selulosa dan pati, sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber karbon.

Limbah sagu berpotensi cukup baik untuk digunakan sebagai bahan makanan yang berfungsi sebagai sumber energi untuk mengurangi penggunaan jagung atau biji - bijian lain dalam ransum unggas. Limbah sagu dapat digunakan sebagai sumber karbon dalam medium fermentasi sekaligus dapat dijadikan pakan ternak, akan tetapi kandungan nitrogennya masih rendah sehingga diperlukan adanya penambahan sumber nitrogen seperti limbah/ampas tahu (Nuraini, 2006).

Rendahnya kandungan protein kasar limbah sagu menyebabkan perlunya penambahan bahan pakan sumber protein seperti ampas tahu, karena substrat dengan kandungan nutrisi yang cukup terutama karbon dan nitrogen akan menunjang pertumbuhan mikroorganisme. Ampas sagu dapat digunakan sebagai sumber karbon dalam medium fermentasi yang sekaligus dapat dijadikan pakan ternak sumber energi untuk mengurangi penggunaan jagung atau biji - bijian lain dalam ransum unggas. akan tetapi kandungan nitrogennya masih rendah sehingga diperlukan adanya penambahan sumber nitrogen seperti ampas tahu (Nuraini, 2006).

Kandungan protein, vitamin, dan mineral ampas sagu yang rendah dan serat kasar yang tinggi menjadi kendala dalam penggunaan ampas sagu dalam ransum. Pemanfaatan limbah/ampas sagu sebagai pakan ternak menurut Nuraini (2006) adalah sebanyak 7% dalam ransum broiler sedangkan menurut Idham (1997) ampas sagu dapat diberikan dalam ransum itik sampai level 15%.

1.3 Potensi Limbah Buah Pisang

Limbah pertanian yang belum banyak diminati masyarakat untuk dijadikan sebagai pakan alternatif salah satunya adalah kulit pisang. Kulit pisang merupakan hasil ikutan dari tanaman pisang (*Musa brachyarpa*) yang telah diambil isinya (Gambar 3).



Gambar 3. Limbah buah pisang (Dokumentasi Nuraini, 2015)

Kulit buah pisang dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan ternak dan bahan baku pembuatan alkohol. Selain mengandung gula, kulit pisang juga mempunyai aroma yang menarik. Tanaman pisang tumbuh baik di daerah yang beriklim tropis. Temperatur optimum untuk pertumbuhan pisang adalah 27°C-28°C, produksi pisang akan berkurang jika temperatur dibawah 15°C. Di daerah tropika, pisang masih dapat tumbuh diketinggian hingga 1600 m dpl. Pisang

menyukai matahari langsung, untuk hasil yang optimum diperlukan curah hujan 200-220 mm dan kelembaban tanah berkisar 60-70%. Pisang toleran pada keasaman 4,5-7,5 (Satuhu dan Supriyadi, 2004).

Produksi pisang di Sumatera Barat mencapai 100.525 ton per tahun berdasarkan Badan Pusat Statistik Sumbar (2010). Pada pengolahan pisang akan dihasilkan limbah kulit pisang yang cukup banyak jumlahnya yaitu kira-kira 1/3 dari buah pisang yang belum dikupas (Munadjim, 1983), sehingga dapat diperkirakan sebanyak 33.508 ton limbah kulit buah pisang pada tahun 2010.

Kulit buah pisang mempunyai kandungan gizi yang cukup yaitu protein kasar 7,66%, lemak kasar 5,70%, Calcium 0,23%, Phospor 0,02% dan BETN 53,94% (Nuraini dkk, 2014) tetapi kandungan serat kasar yang tinggi yaitu 23,33% (lignin 10,77% dan selulosa 11,24%) (Nuraini dkk 2014).

Dilihat dari potensi dan kandungan gizi yang terkandung didalamnya maka kulit pisang merupakan bahan yang cukup berpotensi untuk digunakan sebagai pakan ternak, tetapi perlu pengolahan terlebih dahulu untuk menurunkan kandungan serat kasarnya. Pemanfaatan kulit buah pisang sebagai pakan ternak terbatas hanya 8% dalam ransum broiler (Akiba and Matsutomo, 1978).

1.4 Potensi Limbah Buah Coklat

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 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).

Tanaman coklat (*Theobroma cacao L*) mempunyai limbah ikutan berupa kulit buah (*cacao pods*) 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 (Wawo, 2008). Gambar kulit buah kakao dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kulit buah kakao (Dokumentasi Nuraini, 2015)

Kulit buah coklat (*Cacao pods*) dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif untuk pakan ternak yang ketersediaannya mudah didapat, mempunyai kandungan gizi

yang cukup tinggi, harga relatif murah dan tidak bersaing dengan kebutuhan manusia.

Salah satu bentuk pemanfaatan limbah agro industri dan bahan pakan non kompetitif namun berpotensi untuk dikembangkan sebagai pakan ternak adalah pemanfaatan kulit buah coklat (Smith dan Adegbola, 1985). Selanjutnya dijelaskan bahwa kulit buah coklat merupakan hasil samping dari pemrosesan biji coklat 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. Menurut Wawo (2008) kulit buah coklat (*Cacao pods*) dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif untuk pakan ternak yang ketersediaannya mudah didapat, mempunyai kandungan gizi yang cukup, harga relatif murah dan tidak bersaing dengan kebutuhan manusia.

Di Sumatera Barat pada tahun 2009, luas areal perkebunan kakao mencapai 61.000 hektar dengan produksi buah kakao sebanyak 40.988 ton dan pada tahun 2010 sebanyak 49.769 ton dan pada tahun 2012 sebanyak 63.000 ton (Dinas Perkebunan, 2012). Menurut Wawo (2008) komposisi buah kakao terdiri dari 73-75% kulit buah, 2-3% plasenta dan 22-24% biji, sehingga dapat diperkirakan pada tahun 2012 terdapat limbah buah coklat berupa kulit buah coklat di Sumatera Barat sekitar 45.000 ton.

Buah kakao menghasilkan limbah berupa kulit buah kakao. Kulit buah kakao merupakan hasil ikutan yang proporsinya paling besar dihasilkan. Produksi 1 ton biji kakao kering menghasilkan sekitar 10 ton kulit buah kakao segar (Figuera *et al.*, 1993). Keberadaan limbah kulit buah kakao

belum banyak dimanfaatkan, padahal memiliki potensi yang cukup besar sebagai bahan pakan ternak alternatif.

Ditinjau dari segi kandungan nutrisi, kulit buah 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%) menurut Nuraini dkk, (2013) dan terdapat anti nutrisi Theobromin 0,17% (Wong and Hasan, 1988), sehingga menjadi kendala dalam pemanfaatannya sebagai pakan ternak.

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 dan untuk meningkatkan nilai nutrisinya. Kulit buah coklat hanya dapat digunakan sampai level 5% dalam ransum broiler (Zainuddin dkk, 1995 dan Nuraini dkk, 2013) karena terdapatnya faktor pembatas lignin, selulosa, dan anti nutrisi theobromin. 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).

1.5 Potensi Limbah Buah Kopi

Tanaman kopi yang di kenal dengan bahasa latinnya *Coffea sp* merupakan salah satu komoditi pertanian yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Pada pengolahan kopi dihasilkan limbah berupa kulit buah kopi yang di dimanfaatkan petani sebagai pupuk dan pakan ternak. Produksi buah kopi di Sumatera Barat pada tahun 2013 mencapai 13.802 ton (Direktorat Perkebunan Indonesia, 2009-2013). Dalam kondisi

segar buah kopi terdiri dari kulit buah 45%, *mucilage* (bagian daging buah yang berlendir) 10%, kulit biji 5% dan biji 40% (Murni dkk., 2008), dengan demikian di perkirakan potensi ketersediaan kulit buah kopi mencapai 6,211 ton pada tahun 2013.

Kulit buah kopi mengandung protein kasar 10,78% tetapi mengandung serat kasar tinggi yaitu 33,13%, lignin 16,67% dan selulosa 11,22% (Nuraini dkk, 2014) dan menurut Balai Penelitian Pasca Panen Pertanian Bogor (2003), kulit buah kopi mengandung zat anti nutrisi yaitu tanin sebesar 2,47% dan kafein 1,36%. Menurut Murni dkk (2008) kandungan nutrisi kulit buah kopi adalah protein kasar 9.31%, serat kasar 32.6%, abu 7.3%, lemak kasar 1.8% dan BETN 48.6%.

Sebagai pakan ternak kandungan nutrisi dari kulit buah kopi masih rendah. Kulit buah kopi juga mengandung zat anti nutrisi yaitu tanin dan kafein. Kandungan tanin kulit buah kopi dilaporkan mencapai 0,46 % (Donkoh *et al.*, 1988). Penggunaan kulit buah kopi sebagai pakan ternak menurut Muryanto dkk. (2004) melaporkan bahwa pemberian 5% kulit buah kopi pada ransum tidak berpengaruh terhadap pertambahan bobot badan ayam broiler.

Buah kopi terdiri dari beberapa bagian yaitu kulit buah dan biji kopi. Biji kopi terdiri dari dua bagian yaitu (1) kulit biji yang merupakan selaput tipis membalut biji yakni yang disebut selaput perak atau kulit ari, dan ke (2) putih lembaga (endosperma). Kulit buah kopi menurut Semangun (1996) terdiri dari : 1). Lapisan bagian luar tipis/Exocarp, lapisan ini kalau sudah masak berwarna merah, 2). Daging buah/Mesocarp; daging buah ini mengandung serabut yang bila sudah masak berlendir dan rasanya manis dan 3). Kulit tanduk

atau kulit dalam/Endocarp yang merupakan lapisan tanduk yang menjadi batas kulit dan biji yang keadaannya agak keras.



Gambar 5. Limbah buah kopi (Dokumentasi Nuraini, 2015)

1.6 Potensi Limbah Buah Durian

Kulit dan biji durian (*Durio zibethinus*) merupakan hasil ikutan dari tanaman buah durian yang telah dibelah dan dipisahkan dari daging bijinya. Kulit dan biji durian selain dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan ternak juga dapat digunakan sebagai obat sakit kulit (kulit durian) dan pewarna batik (biji durian) (Rukmana, 2001).



Gambar 6. Kulit dan biji durian (Dokumentasi Nuraini, 2015)

Berdasarkan Badan Pusat Statistik Sumbar (2011), ketersediaan kulit dan biji durian di Sumatera Barat cukup banyak yaitu 79.659 ton. Menurut Winarti (2006) pemanfaatan kulit dan biji durian belum optimal, namun jika dilihat dari potensi dan nilai gizi yang terkandung didalamnya maka biji durian, merupakan bahan yang cukup potensial digunakan sebagai bahan makanan ternak tetapi harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu untuk menurunkan atau merenggangkan ikatan lignoselulosa sehingga mudah dicerna oleh ternak.

Ada beberapa proses pengolahan yang dapat dilakukan yaitu proses kimia, fisik dan biologi (Preston dan Leng, 1987). Setiap bahan makanan yang mengalami pengolahan, baik secara kimia, biologi ataupun secara fisik akan mempunyai keuntungan dan kerugian terhadap kualitas dan kuantitas zat-zat makanan.

Tabel 1. Kandungan zat makanan kulit dan biji durian

Zat Makanan (%)	A (Kulit dan biji durian)	B (Biji durian)
Protein	7,50	9,79
Lemak	-	2,16
Serat Kasar	21,95	2,41
Lignin	10,32	-
Selulosa	9,50	-
Ca	0.20	0,27
P	0.8	0,9

Sumber : A. Nuraini dkk, 2014.

B. Nuraini dan Mahata, 1998.

Kulit dan biji durian merupakan limbah dari industri pengolahan durian yang belum banyak diminati masyarakat untuk dijadikan sebagai pakan alternatif. Berdasarkan Badan Pusat Statistik Sumbar (2011) produksi durian di Sumatera Barat mencapai 79.659 ton. Pengolahan durian akan menghasilkan limbah yang cukup banyak, yaitu bagian kulit 60%, biji 20%, sedangkan daging buah adalah bagian yang masih bisa dimanfaatkan sebesar 20% (Wahyono, 2009), sehingga limbah yang dapat dimanfaatkan sebesar 80% dari buah durian yang belum termanfaatkan secara maksimal yang bisa digunakan sebagai pakan ternak.

Kandungan zat makanan limbah buah durian (campuran 50% kulit dan 50% biji), diperoleh protein kasar yaitu 7,50 %, tetapi kandungan serat kasarnya juga tinggi yaitu 21,95% (Nuraini dkk, 2014).

Dilihat dari potensi dan kandungan gizi yang terkandung didalamnya maka kulit dan biji durian menurut Winarti (2006) merupakan bahan yang cukup berpotensi untuk digunakan sebagai pakan ternak. Menurut Nuraini dan Mahata (1998), melaporkan bahwa biji durian dapat dipakai sampai level 24% dalam ransum atau dapat menggantikan 42% jagung giling.

1.7 Potensi Bungkil Inti sawit

Bungkil Inti Sawit (BIS) merupakan hasil ikutan pada ekstraksi minyak inti sawit yang diperoleh dengan proses kimia dan mekanik. Area penanaman kelapa sawit terus meningkat dengan laju sebesar 11,80% per tahun. Pada tahun 2004 di Sumatera Barat terdapat luas perkebunan kelapa sawit 273.000 ha dengan kapasitas produksi minyak sawit mentah mencapai 644.384 ton dan bungkil inti sawit 141.764 ton (BPS Sumbar, 2004).

Perkembangan kelapa sawit di Indonesia terus mengalami peningkatan dengan laju peningkatan sebesar 13,89% pertahun. Luas tanaman kelapa sawit meningkat dari 3.152.400 hektar pada tahun 2001 naik menjadi 4.888.000 hektar pada tahun 2009. Produksi minyak kelapa sawit di Indonesia tahun 2001 sebanyak 8.080.000 ton (masih rendah dari produksi minyak kelapa sawit Malaysia), dan pada tahun 2007 sebanyak 16.600.000 ton, sudah melampaui produksi minyak kelapa sawit Malaysia (BPS, 2010). Produksi bungkil inti sawit 2,88 juta ton di Indonesia (Siahaan dkk, 2011).

Kandungan gizi bungkil inti sawit (BIS) berdasarkan bahan kering menurut Nuraini dan Mahendra (2002) adalah protein kasar 18,60%, lemak 6,05%, serat kasar 21,08%, kalsium 0,34%, dan fosfor

0,57%. Bungkil inti sawit dapat dijadikan pakan ternak (Gambar 7).



Gambar 7. Bungkil inti sawit (Dokumentasi Nuraini, 2015)

Penggunaan BIS sebagai pakan ternak unggas terbatas hanya 10% dalam ransum ayam broiler. Ini disebabkan BIS mengandung serat kasar yang tinggi, padahal serat kasar tidak bisa dicerna oleh unggas dan bersifat "bulky", sehingga ayam cepat kenyang padahal kandungan gizinya belum terpenuhi.

1.8 Potensi Onggok

Onggok adalah limbah pabrik pengolahan ubi kayu menjadi tapioka. Onggok yang dihasilkan belum dapat dimanfaatkan secara maksimal mengingat kandungan proteinnya yang rendah yaitu 2.09%, dan kandungan serat kasar yang tinggi yaitu 16.13% serta kandungan zat-zat makanan lainnya lemak 0.37%, abu 1.25%, BETN 80.16% (Nuraini dkk, 2007). Di Indonesia ketersediaan onggok cukup

melimpah dengan produksi 1.2 juta ton/ tahun (Tabrany dkk, 2002). Di Sumatera Barat ketersediaan onggok mencapai 10 ton/hari yang diperoleh dari limbah pabrik tepung tapioka terutama dari P.T Incasi raya di Kabupaten Dharmasraya (Hellyward dkk, 2002).

Onggok merupakan hasil sampingan dari pembuatan tapioka ubi kayu karena kandungan proteinnya rendah limbah itu belum dimanfaatkan (Gambar 8). Pada proses pengolahan tepung tapioka, satu ton ubi kayu segar akan menghasilkan kurang lebih 250 kg tepung tapioka dan 114 kg onggok (Tarmudji, 2004).



Gambar 8. Onggok (Dokumentasi Nuraini, 2015)

Ketersediaan onggok terus meningkat sejalan dengan meningkatnya produksi tapioka, hal ini diindikasikan dengan semakin meluasnya areal penanaman dan produksi ubi kayu (Tarmudji, 2004). Di Indonesia limbah asal pabrik tepung tapioka tersebut cukup melimpah dengan produksi 1.2 juta ton/ tahun (Tabrany dkk, 2002). Di Sumatera Barat

ketersediaan onggok mencapai 10 ton/hari yang diperoleh dari limbah pabrik tepung tapioka terutama P.T Incasi Raya, di Kabupa Kandungan zat makanan onggok berdasarkan bahan kering yaitu protein kasar 1.88 %, lemak 0.25 %, serat kasar 15.62 %, abu 1.15% dan BETN 81.10% (Yanti, 2006).

Penggunaan onggok sebagai bahan baku penyusun pakan ternak masih sangat terbatas, terutama untuk hewan monogastrik (Tarmudji, 2004). Haroen (1993) menyatakan penggunaan onggok dalam ransum ayam broiler dapat dipakai sampai level 15% selama kebutuhan zat-zat makanan lain terpenuhi. Pendapat Efna (1992) bahwa onggok hanya dapat digunakan sampai level 10 % dalam ransum ayam broiler tanpa mengganggu performa. Hal ini disebabkan kandungan proteinnya yang rendah disertai kandungan serat kasarnya yang tinggi.

1.9 Potensi Dedak dan Sekam

Dedak merupakan hasil samping dari pemisahan beras dengan sekam (kulit gabah) pada gabah yang telah dikeringkan melalui proses pemisahan dengan digiling atau ditumbuk yang dapat digunakan sebagai pakan ternak. Proses pemisahan menjadi dedak ini akan mendapatkan 10% dedak padi, 50 % beras dan sisanya hasil ikutan seperti pecahan butir beras, sekam dan sebagainya, akan tetapi persentase ini tergantung pada umur dan varietas padi yang ditanam (Grist, 1972). Hal ini juga didukung oleh produksi padi yang terus meningkat yaitu mencapai 57 juta ton pada tahun 2007 sehingga perkiraan produksi hasil samping dedak mencapai lebih dari 5 juta ton dedak (BPS, 2008).

Keberadaan dedak halus di pasar sudah susah didapatkan, biasanya pedagang sudah mencampur dedak halus dengan sekam padi (Gambar 9), sehingga kandungan serat kasar dedak halus menjadi tinggi, berkisar antara 15-17%.



Gambar 9. Dedak dan Sekam padi (Dokumentasi Nuraini, 2015)

Sekam padi merupakan salah satu limbah pertanian yang dihasilkan dari penggilingan padi, dengan jumlah yang melimpah sehingga sering dibiarkan membusuk (Belewu, 1998). Menurut Thiara (2009) sekam padi mengandung protein kasar 3,03%, serat kasar 35,68% dan lemak 1,18%. Sekam padi memiliki komponen utama seperti selulosa (31,4 - 36,3 %), hemiselulosa (2,9 - 11,8 %), dan lignin (9,5 - 18,4 %) (Champagne, 2004). Dedak padi 80% dicampur sekam 20% diperoleh kandungan protein kasar 10,8%, serat kasar 17,98 dan lemak 10,1% (Nuraini dkk 2014).

Dedak merupakan hasil samping dari pemisahan beras dengan sekam (kulit gabah) pada gabah yang telah dikeringkan melalui proses pemisahan dengan digiling atau ditumbuk yang dapat digunakan sebagai pakan ternak. Proses pemisahan menjadi dedak ini akan mendapatkan 10% dedak padi, 50 % beras dan sisanya hasil ikutan seperti pecahan butir beras, sekam dan sebagainya, akan tetapi persentase ini tergantung pada umur dan varietas padi yang ditanam (Grist, 1972). Hal ini juga didukung oleh produksi padi yang terus meningkat yaitu mencapai 57 juta ton pada tahun 2007 sehingga perkiraan produksi hasil samping dedak mencapai lebih dari 5 juta ton dedak (BPS, 2008).

Sekam padi merupakan salah satu limbah pertanian yang dihasilkan dari penggilingan padi, dengan jumlah yang melimpah sehingga sering dibiarkan membusuk (Belewu, 1998). Sekam padi adalah kulit biji padi (*Oryza sativa*) yang sudah digiling. Sekam padi biasanya dijadikan sebagai media tanam, yang berperan penting dalam perbaikan struktur tanah sehingga sistem aerasi dan drainase di media tanam menjadi lebih baik. Kelebihan sekam sebagai media tanam yaitu mudah mengikat air, tidak mudah lapuk, merupakan sumber kalium (K) yang dibutuhkan tanaman, dan tidak mudah menggumpal atau memadat sehingga akar tanaman dapat tumbuh dengan sempurna (Fara, 2010).

Menurut BPS (2013) produksi padi tahun 2013 diperkirakan sebesar 70,87 juta ton Gabah Kering Giling, mengalami peningkatan sebanyak 1,81 juta ton (2,62 %) dibandingkan tahun 2012. Peningkatan produksi padi tahun 2013 tersebut diperkirakan terjadi di Jawa sebesar 0,87 juta ton dan di luar Jawa sebesar 0,94 juta ton. Peningkatan produksi

diperkirakan terjadi karena peningkatan luas panen seluas 324,39 ribu hektar (2,41 %) dan produktivitas sebesar 0,10 kuintal/hektar (0,19 %).

1.10 Tongkol Jagung, Potensi dan Kandungan Nutrisi

Produksi jagung Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan, pada tahun 2008 produksi jagung sebesar 16.34 juta ton sedangkan pada tahun 2013 sebesar 18.8 juta ton. Meningkatnya produksi jagung seiring dengan meningkatnya produk samping yang dihasilkan seperti tongkol jagung. Tongkol jagung merupakan produk samping pertanian yang dihasilkan dari proses pemipilan jagung. Menurut Koswara (1991) bobot tongkol jagung sekitar $\pm 30\%$ dari bobot total yang besarnya dipengaruhi oleh varietas jagungnya, sedangkan sisanya adalah kulit dan biji jagung. Berdasarkan produksi jagung tahun 2013 jika dikonversikan terhadap bobot tongkol jagung maka ketersediaan produk samping tongkol jagung sebesar 5.6 juta ton.

Produk samping tongkol jagung yang melimpah memberi peluang yang luas dalam pemanfaatannya (Gambar 10).



Gambar 10. Tongkol Jagung (Dokumentasi Nuraini, 2015)

Sejauh ini pemanfaatan produk samping tongkol jagung hanya dibakar atau dijadikan bahan bakar briket dan sebagai bahan baku kerajinan. Pemanfaatan ini belum sepenuhnya mengatasi permasalahan produk samping tongkol jagung. Produk samping tongkol jagung juga belum dimanfaatkan sebagai bahan baku pada skala industri, sehingga pengembangan pemanfaatan produk samping tongkol jagung perlu terus dikembangkan untuk mengatasi permasalahan keberlimpahan dan meningkatkan nilai jual dalam skala industri.

Tongkol jagung merupakan produk samping pertanian yang secara kimiawi mengandung lignin, hemiselulosa dan selulosa. Berdasarkan komposisi gulanya, hemiselulosa diklasifikasikan sebagai xilan, manan, arabinoxilan dan arabinan. Tongkol jagung merupakan bahan berlignoselulosa (kadar serat 38.99%) yang mengandung xilan tertinggi (12.4%) di antara produk samping pertanian lainnya (Richana *et al.* 2004) seperti jerami padi, tandan kelapa sawit, bagase, sorgum, batang tembakau, dan kulit kedelai.

BAB II

PENINGKATAN KUALITAS BAHAN MELALUI TEKNOLOGI FERMENTASI

2.1. Teknologi Fermentasi

Teknologi fermentasi adalah suatu teknik penyimpanan substrat dengan penanaman mikroorganisme dan penambahan mineral dalam substrat yang diinkubasi dalam waktu dan suhu tertentu. 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. Fermentasi merupakan perubahan kimia dalam bahan pangan yang disebabkan oleh enzim yang dihasilkan mikroba seperti bakteri, khamir dan kapang.

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 (Nuraini, 2006).

Fermentasi merupakan teknologi pengolahan bahan makanan dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. 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 B 12 dan provitamin A (Murugesan *et al.*, 2005).

Prinsip dari pengolahan bahan secara fermentasi sebenarnya 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 (Charlie dan Watkinson , 1995).

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 merupakan teknologi pengolahan bahan makanan dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Buckle *et al.*, 1987).

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).

Beberapa faktor utama yang mempengaruhi proses fermentasi aerob yaitu lama inkubasi, suhu, kadar air, pH dan tersedianya O₂ (Buckle *et al.*, 1987). Selanjutnya dinyatakan bahwa walaupun fermentasi umumnya mengakibatkan hilangnya karbohidrat dari bahan pangan tetapi kerugian ini tertutupi oleh keuntungan yang diperoleh yaitu protein, lemak dan polisakarida yang mudah terhidrolisis sehingga bahan yang telah difermentasi acap kali mempunyai daya cerna yang lebih tinggi. Medium fermentasi harus mengandung unsur karbon dan nitrogen yang cukup untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroba.

Pada proses teknologi fermentasi, mikroorganismenya dibutuhkan sebagai penghasil enzim untuk meningkatkan kadar protein (Pasaribu *et al.*, 1998). 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).

Mikroorganismenya 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).

2.2. 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 (Sembiring, 2006). *Phanerochaete chrysosporium* adalah jamur pelapuk putih yang dikenal kemampuannya dalam mendegradasi lignin. Menurut Alexopoulos *et al.* (1996) taksonomi *P. chrysosporium* adalah sebagai berikut : Kelas Basidiomycetes, Subkelas Holobasidiomycetidae, Ordo Aphyllophorales dan famili Corticiaceae. Herliyana (1997) melaporkan nama lain untuk *P. chrysosporium* yaitu *chrysosporium pruinatum*, *Sporotrichum pulverulentum*, *S. pruinatum* dan *C. lignorum*.

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*).

P. chrysosporium merupakan jamur pelapuk putih yang dapat menghasilkan beberapa jenis enzim bila ditumbuhkan pada bahan lignoselulosa. Enzim ligninase, selulase, xilanase merupakan enzim terbesar yang dihasilkan *P. chrysosporium* (Highley dan Kirk 1979). Metode ligninolitik dari *P. chrysosporium* dilakukan sebagai kultur jamur 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 (Jeffries *et al.* 1981).

Suhu optimum pertumbuhan *P. chrysosporium* dan berkisar antara 20°C sampai 37°C. Menurut Chang dan Miles (1989), hal ini diduga *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.

Komposisi substrat, ketebalan substrat, dosis inokulum dan lama fermentasi mempengaruhi kandungan zat makanan produk fermentasi. Jika komposisi substrat tidak dapat memenuhi kebutuhan nutrisi dari mikroorganisme maka akan berpengaruh pada hasil fermentasi (Nuraini, 2006). Faktor-faktor lain yang perlu diperhatikan dalam proses fermentasi adalah substrat (media fermentasi), mikroorganisme dan kondisi lingkungan (Pasaribu, 2007). 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* (Nuraini dkk, 2016).

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. (Sembiring, 2006). 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%).

Menurut Dhawale dan Kathrina (1993) kapang *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).

Cepat lambatnya fermentasi sangat menentukan jumlah enzim yang dihasilkan, semakin lama waktu fermentasi yang digunakan akan semakin banyak bahan yang dirombak oleh enzim, tetapi dengan bertambahnya waktu fermentasi maka ketersediaan nutrisi di media habis sehingga kapang lama kelamaan akan mati.

Hasil penelitian Nuraini dan Sefrinaldi (2013) 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 %. Hasil penelitian Nuraini dan Lira (2012) komposisi substrat 60% kulit umbi ubi kayu dan 40% ampas tahu dengan *Phanerochaete chrysosporium* dapat meningkatkan kandungan protein kasar sebesar 46.59% (dari 10.65% menjadi 15.61%).

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 dan Disafitri, 2012), 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% kulit buah coklat 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 (Supriyati dkk., 1998).

Menurut Valli *et al.*, (1992) bahwa *Phanerochaete chrysosporium* adalah kapang pendegradasi lignin dari kelas *Basidiomycetes* yang membentuk sekumpulan miselia dan berkembang biak secara aseksual melalui spora atau seksual dengan perlakuan tertentu. Kapang *Phanerochaete chrysosporium* dapat mendegradasi lignin dan senyawa turunannya secara efektif dengan cara menghasilkan enzim peroksidase ekstraselular yang berupa lignin peroksidase dan mangan peroksidase (Howard *et al.*, 2003).

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 (Howard, *et. al*, 2003). Jamur *Phanerochaete chrysosporium* telah dipertimbangkan dalam produksi enzim untuk degradasi lignin dalam penerapan proses biokonversi lignoselulosa (Johjima, 1999). Menurut Howard *et al.* (2003) *Phanerochaete chrysosporium* lebih efisien tiga kali atau lebih dibandingkan dengan *Polyporus ostreiformis* dalam mendegradasi lignin.

2.3. Enzim yang dihasilkan *Phanerochaete chrysosporium*

2.3.1. Enzim Ligninase

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; Kirk *et al.* 1987). Ligninolitik berhubungan dengan produksi enzim ekstraseluler pendegradasi lignin.

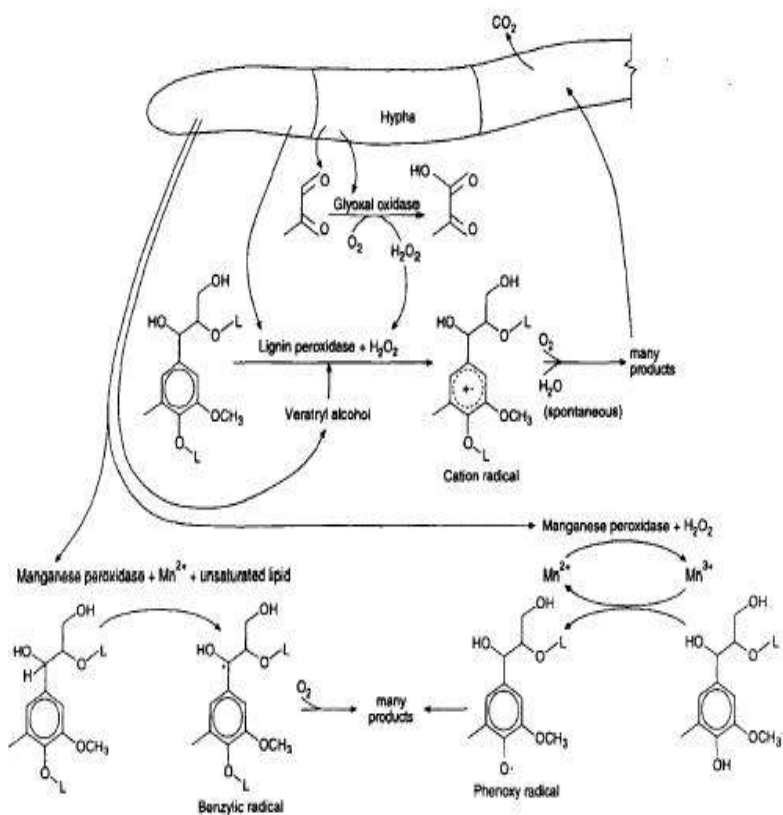
Terdapat dua tipe enzim yaitu enzim ekstraseluler /eksoenzim yang berfungsi di luar sel dan enzim intraseluler /endoenzim yang berfungsi dalam sel. Jamur merupakan organisme heterotrofik dalam melangsungkan hidupnya juga memerlukan enzim untuk sintesis dan degradasi. Enzim yang berperan dalam proses 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 nutrien 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 (Suhartono 1989).

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

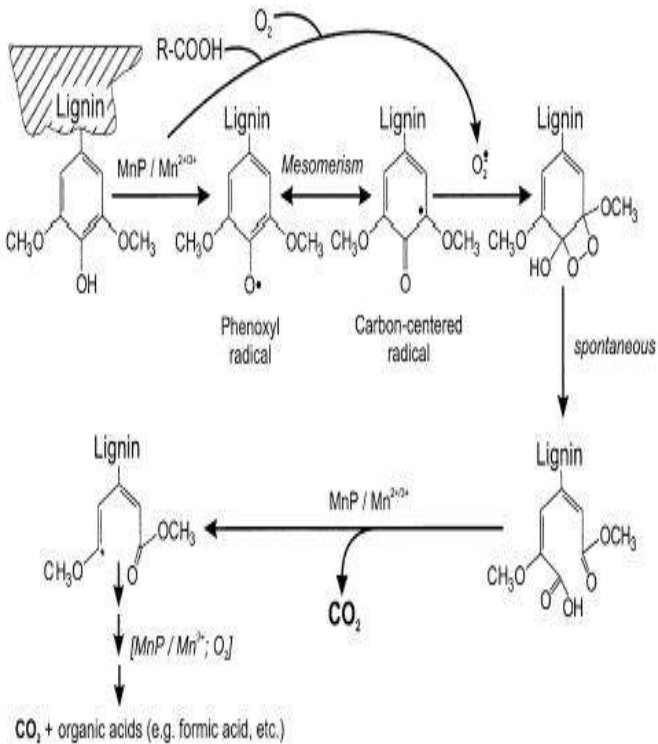
aromatik lignin, oksidasi benzyl alkohol, oksidasi fenol, hidroksilasi benzylic methylene groups dan pemecahan cincin aromatic komponen non phenolik senyawa lignin (Tien dan Kirk 1984).

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 11.**



Gambar 11. Sistem degradasi lignin oleh *Phanerochaete chrysosporium* (Akhtar *et al.* 1997)

Pembentukan karbon dioksida dari struktur aromatik lignin oleh MnP dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Pembentukan karbon dioksida dari struktur aromatik lignin oleh enzim MnP

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. 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.

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. Jamur *Pleurotus* tidak terjadi aktivitas LiP dan MnP tertinggi pada masa inkubasi selama 5 hari sebesar 0,409 U/ml.

2.3.2. Enzim Lakase

Enzim lakase merupakan enzim *multi-copper* yang dapat mengkatalis reaksi oksidasi beberapa substrat seperti polifenol, substituen fenol, diamina dan beberapa senyawa anorganik. Enzim Lakase sebagian besar merupakan glikoprotein ekstraseluler yang merupakan salah satu grup terkecil enzim yang dinamakan oksidase tembaga biru (Thurston, 1994). 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. Hatakka (1994) menyatakan bahwa lakase berperan dalam proses degradasi lignin dan pemanfaatannya dalam berbagai bidang cukup luas diantaranya sebagai *bleaching* pada proses biodelignifikasi pada pulp dan industri kertas.

2.3.3. Enzim Selulase

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 (Salam dan Gunarto, 1999).

Hidrolisis enzimatik yang sempurna memerlukan aksi 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 (Ikram dkk, 2005).

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.

2.4. Lignin dan Selulosa

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 (Erickson *et al.* 1990).

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 (Tillman dkk, 1989). 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 (Suparjo, dkk 2008).

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 (McDonald *et al.*, 2002).

Lignin terdiri dari polimer murni dari tiga *derivat fenilpropana, cumaryl alcohol coniferol alcohol* dan *sinapyl alcohol*, molekulnya terbentuk dari beberapa unit *penyl propanoat* yang tergabung dalam struktur/*cross-linkat* kompleks (McDonald *et al.*, 2002). Perbandingan komponen selulosa, hemiselulosa dan lignin pada kebanyakan padatan selulosa secara kasar adalah 4:3:3 (Haygreen dan Bowyer, 1989). Ikatan tersebut

sangat kuat dan dapat membentuk kristal mikrofibril yang secara bersama-sama membentuk selulosa tidak larut.

Hasil penelitian Nuraini (2012) melaporkan bahwa fermentasi kulit buah kopi dan ampas tahu dengan dosis 7% dan lama fermentasi 10 hari dengan *Phanerochaete chrysosporium* dapat menurunkan kandungan serat kasar sebesar 43,89%, diperoleh peningkatan pencernaan serat kasar sebesar 37,06% dan meningkatkan protein kasar sebesar 42,62% dan diperoleh retensi nitrogen sebesar 62,41%. Hasil penelitian Nuraini (2012) melaporkan bahwa fermentasi kulit buah kopi dan ampas tahu dengan dosis 7% dan lama fermentasi 10 hari dengan *Phanerochaete chrysosporium* dapat menurunkan kandungan serat kasar sebesar 43,89%, diperoleh peningkatan pencernaan serat kasar sebesar 37,06% dan meningkatkan protein kasar sebesar 42,62% dan diperoleh retensi nitrogen sebesar 62,41%. 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 (Fengel dan Wegener 1984). Terdapat dua ikatan hidrogen pada selulosa yaitu ikatan hidrogen intramolekuler dan ikatan hidrogen intermolekuler. Ikatan hidrogen 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. (Achmadi, 1990).

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 disbanding dengan glukukan-glukan lainnya. Menurut Mc. Donal *et al.*, (2002) 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 (Aziz *et al.*, 2002). 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 (Lehninger, 1993).

Hemiselulosa disusun oleh berbagai jenis monomer, disebut juga heteropolisakarida. Jenis-jenis monomer yang

menyusun hemiselulosa adalah xilosa, glukosa, ramnosa, mannosa, 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, mannosa, dan galaktosa) (Achmadi 1990).

2.5. 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 (Mappiratu, 1990). 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 (Sihombing, 1995).

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 (Dwidjoseputro, 1982). 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*. (Heinz *et al.*, 2005).

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 (Irawadi, 1991). 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 (Irawadi, 1991). 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 menurunkan produksi telur, berat telur dan dapat meningkatkan *income over feed cost* (Nuraini, 2006).

BAB III

PROFIL KUALITAS NUTRISI

PASCA FERMENTASI

3.1. Profil Kualitas Nutrisi Limbah Buah Pisang Fermentasi

3.1.1. Penentuan Komposisi Inokulum

Inokulum adalah kultur mikroba yang diinokulasikan kedalam medium pada saat kultur mikroba tersebut berada pada fase pertumbuhan. Level inokulum yang optimum sangat diperlukan untuk membuat fermentasi terutama pada skala besar dan bila inokulum yang diberikan rendah maka pertumbuhan lambat dan produk yang dihasilkan tidak memuaskan. Dosis inokulum sangat mempengaruhi fermentasi disamping lama fermentasi, pH, suhu, dan komposisi nutrien media.

Besarnya dosis inokulum akan mempengaruhi biomassa dan sintesa protein. Semakin banyak dosis inokulum yang dipakai maka semakin banyak pula bahan yang dirombak, sehingga kombinasi dosis inokulum dan substrat fermentasi akan meningkatkan nilai zat makanan produk.

Kriteria yang penting bagi kultur mikroba untuk dapat digunakan sebagai inokulum dalam fermentasi adalah (1) sehat dan berada dalam keadaan aktif; sehingga mempersingkat fase adaptasi, (2) tersedia cukup sehingga dapat menghasilkan inokulum dalam tataran optimum, (3) berada dalam morfologis yang sesuai, (4) bebas kontaminasi, dan (5) mampu menghasilkan produk yang sesuai dengan yang diinginkan (Wang *et al.*, 2002).

Supaya fermentasi berlangsung secara optimum dibutuhkan dosis inokulum, lama fermentasi, komposisi substrat yang seimbang dan ketebalan substrat. Jika komponen substrat tidak dapat memenuhi kebutuhan mikroorganisme maka akan berpengaruh pada hasil fermentasi (Nuraini, 2006). Pada umumnya konsentrasi inokulum yang diberikan dalam fermentasi adalah bakteri 0,1 - 3.0 %, khamir 5 - 10 %, kapang 5 - 10 % dan suspensi spora 1 - 5 x 10⁵/liter (Crueger dan Crueger, 1989).

Kandungan protein kasar dan kualitas protein (Retensi nitrogen) dari limbah buah pisang fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* (LBPF) yang dipengaruhi komposisi inokulum dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Protein kasar dan retensi nitrogen LBPF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*.

Perlakuan	Protein Kasar (%)	Retensi Nitrogen (%)
A= Komposisi Pc dan Nc (1:1)	16,76 ^b	60,91 ^b
B= Komposisi Pc dan Nc (2:1)	18,21 ^a	66,83 ^a
C= Komposisi Pc dan Nc (1:2)	16,22 ^b	57,07 ^b
SE	0,36	1,76

Keterangan: Superskrip huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh berbeda nyata (P<0.05)

Kandungan protein kasar dan retensi nitrogen limbah buah pisang fermentasi (LBPF) yang tertinggi terdapat pada komposisi inokulum Pc dan Nc (2:1) yaitu 18,21% dan 66,83%. Tingginya kandungan protein kasar pada komposisi

inokulum Pc dan Nc (2:1) berkaitan dengan pertumbuhan kapang subur dan merata. Ini ditandai dengan jumlah koloni yang banyak yaitu ($42,9 \times 10^7$ cfu/ml) dibandingkan dengan perlakuan komposisi inokulum Pc dan Nc (1:1) yaitu ($35,3 \times 10^7$ cfu/ml) dan perlakuan komposisi inokulum Pc dan Nc (1:2) ($33,3 \times 10^7$ cfu/ml), sehingga sumbangan protein tubuh kapang lebih tinggi. Menurut Fardiaz (1989) bahwa kapang mengandung protein yang cukup tinggi yaitu 35-40 %.

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 (Carlile dan Watkinson, 1995).

Tingginya retensi nitrogen pada komposisi inokulum *Phanerochaete crhysosporium* dan *Neurospora crassa* perbandingan 2:1, menunjukkan bahwa kualitas protein yang lebih baik. Hal ini didukung oleh Wahyu (1997) mengemukakan bahwa retensi nitrogen dipengaruhi oleh daya cerna protein, kualitas protein dan keseimbangan konsumsi nitrogen serta energi metabolisme dalam ransum.

Tingginya retensi nitrogen ini berkaitan dengan jumlah protein kasar yang dikonsumsi juga tinggi. Konsumsi protein tinggi yaitu 3.64 gram/ekor disebabkan kandungan protein kasar yang lebih tinggi setelah difermentasi dengan *Phanerochaete crhysosporium* dan *Neurospora crassa* 2:1 yaitu 18,21 %. Konsumsi protein kasar yang tinggi mengakibatkan semakin banyak protein yang dicerna sehingga banyak yang

ditinggalkan didalam tubuh akibatnya persentase retensi nitrogen meningkat.

3.1.2. Kandungan Serat Kasar, Selulosa, Lignin dan Hemiselulosa

Kandungan serat kasar, selulosa, lignin dan hemiselulosa produk limbah buah pisang fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* yang dipengaruhi komposisi inokulum dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan serat kasar, selulosa, lignin dan hemiselulosa limbah buah pisang fermentasi

Perlakuan	Serat Kasar	Selulosa	Lignin	Hemiselulosa
	-----		%	-----
Pc : Nc (1:1)	14,30 ^b	6,05 ^b	6,03 ^b	7,99 ^b
Pc : Nc (2:1)	12,10 ^c	5,07 ^c	4,11 ^c	10,09 ^a
Pc : Nc (1:2)	16,61 ^a	6,60 ^a	6,54 ^a	6,30 ^b
SE	0,31	0,14	0,15	0,28

Keterangan: Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh berbeda nyata ($P < 0.05$)

Dari Tabel 3 dapat dilihat kandungan serat kasar, selulosa dan lignin terendah pada perlakuan Pc : Nc (2:1) yaitu berturut-turut 12,10%, 5,07% dan 4,11%. Rendahnya kandungan serat kasar, selulosa dan lignin disebabkan komposisi *Phanerochaete chrysosporium* yang (bersifat selulolitik dan ligninolitik) lebih banyak yaitu dengan perbandingan inokulum Pc :Nc (2:1) sehingga lebih banyak enzim selulase dan ligninase yang dihasilkan untuk mendegrasi selulosa dan

lignin dengan demikian serat kasar, selulosa dan lignin menjadi lebih rendah.

Kapang *Phanerochaete chrysosporium* yang tumbuh lebih banyak (secara visual tampak bahwa sampai hari ke 5 masih banyak tumbuh kapang *Phanerochaete chrysosporium* yang ditandai dengan substrat dominan berwarna putih) dan ditandai dengan total koloni kapangnya lebih banyak yaitu $42,9 \times 10^7$ cfu/ml sehingga kandungan selulosa pada substrat lebih banyak dirombak. *Phanerochaete chrysosporium* merupakan kapang pelapuk putih yang mampu mendegradasi komponen lignoselulosa secara selektif, merombak lignin terlebih dahulu kemudian diikuti dengan selulosa (Tuomela *et al.*, 2002).

Penurunan serat kasar pada penelitian ini yaitu 48.11% (dari 19.33% menjadi 12.10%), hasil ini lebih tinggi dari pada penelitian Nuraini (2012) bahwa fermentasi kulit buah kopi menggunakan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dengan dosis inokulum 7% dan lama fermentasi 10 hari dapat menurunkan serat kasar sebesar 43.89% (dari 25.08% menjadi 14.07%). Penurunan kandungan selulosa pada penelitian ini sebanyak 45,01% (sebelum fermentasi 9,22% dan sesudah fermentasi 5,07%). Penurunan kandungan lignin pada penelitian ini sebanyak 53,82% (sebelum fermentasi 8,90% dan sesudah fermentasi 4,11%).

Pada tabel 3 kandungan hemiselulosa pada komposisi inokulum Pc:Nc (2:1) tinggi. Peningkatan kandungan hemiselulosa pada penelitian ini sebanyak 57,58% (sebelum fermentasi 4,28% dan sesudah fermentasi 10,09%). Tingginya kandungan hemiselulosa karena pada selulosa dan ligninnya rendah disamping itu juga terlepasnya ikatan lignin dengan hemiselulosa, sehingga kandungan hemiselulosa meningkat.

Hemiselulosa diperoleh dari hasil NDF (hemiselulosa) dikurang dengan ADF (selulosa, lignin dan hemiselulosa). Hemiselulosa mengikat lembaran serat selulosa membentuk mikrofibril yang meningkatkan stabilitas dinding sel serta hemiselulosa juga berikatan silang dengan lignin membentuk jaringan kompleks dan memberikan struktur yang kuat (Taherzadeh, 1999).

3.1.3. Kecernaan Serat Kasar

Komposisi inokulum dari kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* berpengaruh terhadap kecernaan serat kasar dari limbah buah pisang fermentasi (LBPF) yang tertera pada Tabel 4.

Tabel 4. Kecernaan serat kasar broiler yang mengkonsumsi LBPF

Perlakuan	Kecernaan Serat Kasar (%)
A (Komposisi inokulum Pc dan Nc, 1:1)	50,03 ^b
B (Komposisi inokulum Pc dan Nc, 2:1)	55,82 ^a
C (Komposisi inokulum Pc dan Nc, 1:2)	46,14 ^c
SE	0,29

Keterangan: Superskrip pada baris yang sama menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0.01$)

Kecernaan serat kasar tinggi pada komposisi inokulum Pc dan Nc, 2:1, berkaitan dengan kandungan serat kasar yang juga lebih rendah pada perlakuan tersebut yaitu 12,1%. Rendahnya kandungan serat kasar disebabkan kandungan lignin dan selulosa yang terkandung dalam LBPF dipecah oleh enzim ligninase dan selulase yang diekskresikan oleh kapang *Phanerochaete chrysosporium* sehingga lebih mudah dicerna dan

kecernaan meningkat. Semakin rendah kandungan serat kasar bahan pakan maka semakin tinggi kecernaan serat kasar bahan pakan tersebut (Wahju, 1997). Menurut Winarno dkk. (1980) makanan yang mengalami fermentasi biasanya mempunyai nilai gizi yang lebih baik dari bahan asalnya disebabkan mikroorganismenya bersifat katabolik atau memecah komponen yang kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna.

Tingginya kecernaan serat kasar menunjukkan kualitas bahan pada perlakuan tersebut lebih baik. Tingginya kecernaan serat kasar juga disebabkan kandungan hemiselulosa yang tinggi. Hemiselulosa adalah karbohidrat yang mudah dicerna, sehingga dapat meningkatkan kecernaan serat kasar.

Rendahnya kecernaan serat kasar pada perlakuan lainnya berkaitan dengan kandungan serat kasar pada perlakuan tersebut lebih tinggi. Serat kasar hanya sedikit dapat dicerna oleh hewan monogastrik dan bila serat kasar tinggi dalam ransum akan mengurangi efisiensi penggunaan zat-zat makanan lainnya, selain itu efek dari serat kasar yang tidak dapat dicerna keluar lagi melalui feses sehingga ternak unggas berproduksi dan bertumbuh tidak sempurna (Wahju, 1997). Rendahnya daya cerna serat kasar karena ayam tidak mempunyai enzim selulase dalam sistem pencernaannya.

Peningkatan kecernaan serat kasar pada limbah buah pisang fermentasi ini sebanyak 32,73% (sebelum fermentasi 37,55% dan sesudah fermentasi 55,82%). Hasil ini lebih rendah dari limbah buah kopi fermentasi dengan dosis inokulum 7% dan lama fermentasi 10 hari terjadi peningkatan kecernaan

serat kasar sebanyak 37,06% (sebelum fermentasi 31,13% dan sesudah fermentasi 49,46%) (Nuraini, dkk 2014).

3.2 Profil Kualitas Nutrisi Limbah Buah Durian Fermentasi

3.2.1. Pengaruh Komposisi Inokulum

3.2.1.1. Protein Kasar dan Retensi Nitrogen

Bahan yang telah difermentasi dengan mikroorganisme mempunyai kandungan protein yang lebih tinggi dari bahan asal, yang berasal dari protein yang dihasilkan mikroorganisme. Proses fermentasi dapat dikatakan sebagai proses pengayaan protein bahan dengan menggunakan mikroorganisme tertentu dan proses ini identik dengan pembuatan protein sel tunggal, yang akan menyumbangkan protein ke substrat, karena tidak dilakukan pemisahan sel mikroba dengan substratnya (Carlile dan Watkinson, 1995).

Peningkatan protein kasar dan retensi nitrogen dari limbah buah durian fermentasi yang dipengaruhi komposisi inokulum *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat dilihat pada Tabel 5. Peningkatan protein kasar lebih tinggi pada komposisi inokulum Pc dan Nc (1:1), ini berkaitan dengan pertumbuhan kapang subur dan merata pada substrat LBDF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* (1:1), ditandai dengan jumlah koloni yang banyak yaitu ($18,09 \times 10^{10}$ cfu/g). Komposisi inokulum Pc dan Nc (1:1) merupakan komposisi yang seimbang sehingga tidak ada yang mendominasi pertumbuhan pada inokulum yang dapat mengakibatkan perebutan nutrisi, karena tiap sel kapang membutuhkan nutrisi untuk memenuhi kebutuhan dari tiap spora yang akan tumbuh.

Tabel 5. Peningkatan protein kasar dan retensi nitrogen LBDF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*.

Perlakuan	Peningkatan Protein Kasar (%)	Retensi Nitrogen (%)
A= Komposisi Pc dan Nc (1:1)	53,55 ^a	66,07 ^a
B= Komposisi Pc dan Nc (2:1)	13,66 ^b	59,53 ^c
C= Komposisi Pc dan Nc (1:2)	15,25 ^b	62,84 ^b
SE	3,51	0,75

Keterangan: Superskrip huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama berpengaruh berbeda nyata ($P < 0.05$)

Kapang yang subur menyebabkan protein yang disumbangkan yang berasal dari tubuh kapang lebih banyak. Kapang mengandung protein yang cukup tinggi yaitu 35-40 %. Peningkatan kandungan protein sesudah fermentasi dapat dikatakan sebagai proses "*protein enrichment*" yang berarti proses pengayaan protein bahan dari mikroorganisme tertentu karena proses tersebut identik dengan pembuatan single cell protein dan pada proses ini tidak dipisahkan antara sel mikroba yang tumbuh dengan substratnya (Carlile dan Watkinson, 1995)

Peningkatan protein kasar ini juga disebabkan adanya enzim yang dihasilkan kapang, karena enzim adalah bagian dari protein. Menurut Haword *et al.* (2003) kapang *Phanerochaete chrysosporium* menghasilkan enzim peroksidase ekstraseluler yang berupa lignin peroksidase dan mangan peroksidase, dan kapang *Neurospora crassa* dapat

menghasilkan enzim amilase, selulase, dan protease (Nuraini, 2006).

Ditinjau dari segi retensi nitrogen juga tinggi pada perlakuan LBDF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* perbandingan 1:1) yaitu 66,07%. Retensi nitrogen merupakan salah satu metoda untuk menilai kualitas protein ransum dengan jalan mengukur konsumsi nitrogen dan pengeluaran nitrogen dalam feses dan urin, sebagai dapat diketahui banyak nitrogen yang tertinggal dalam tubuh.

Retensi nitrogen tinggi menunjukkan bahwa kualitas protein pada substrat tersebut lebih baik dari pada dua perlakuan lainnya. Hal ini didukung oleh Wahju (1997) mengemukakan bahwa retensi nitrogen dipengaruhi oleh daya cerna protein, kualitas protein dan keseimbangan konsumsi nitrogen serta energi metabolisme dalam ransum.

Tingginya retensi nitrogen juga berkaitan dengan jumlah protein kasar yang dikonsumsi juga tinggi. Konsumsi protein pada komposisi inokulum Pc dan Nc (1:1) yaitu 2,86 gram/ekor. Hal ini berkaitan dengan kandungan protein kasar yang lebih tinggi setelah difermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* 1:1, yaitu 14,30%. Konsumsi protein kasar yang tinggi mengakibatkan semakin banyak protein yang dicerna sehingga banyak yang ditinggalkan didalam tubuh akibatnya persentase retensi nitrogen meningkat.

3.2.1.2 Serat Kasar, Selulosa, Lignin dan

Hemiselulosa

Serat kasar merupakan karbohidrat yang susah dicerna oleh manusia dan ternak non ruminansia. Komponen

penyusun serat kasar adalah selulosa, hemiselulosa, lignin dan silika. Penurunan serat kasar, selulosa, lignin dan peningkatan hemiselulosa produk limbah buah durian fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Penurunan serat kasar, selulosa, lignin dan peningkatan hemiselulosa limbah buah durian fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*.

Perlakuan	Penurunan			Peningkatan
	Serat Kasar	Selulosa	Lignin	Hemiselulosa
	-----	%		-----
Komposisi Pc dan Nc (1:1)	33,99 ^a	32,41 ^a	6,03 ^a	47,97 ^a
Komposisi Pc dan Nc (2:1)	35,74 ^a	34,18 ^a	6,11 ^a	49,95 ^a
Komposisi Pc dan Nc (1:2)	25,87 ^b	23,40 ^b	4,54 ^b	34,77 ^b
SE	1,39	1,49	0,15	1,73

Keterangan: Superskrip huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama berpengaruh berbeda nyata ($P < 0.05$)

Penurunan serat kasar, selulosa dan lignin lebih tinggi pada komposisi inokulum *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*, perbandingan 1:1, dan perlakuan B (komposisi inokulum *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*, perbandingan 2:1) disebabkan perlakuan tersebut menggunakan kapang *Phanerochaete chrysosporium* yang (bersifat selulolitik dan lignolitik) sehingga lebih banyak menghasilkan enzim selulase dan ligninase untuk

mendegradasi selulosa dan lignin dengan demikian serat kasar, selulosa dan lignin menjadi lebih rendah.

Menurut Dhawale and 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. Kapang *Phanerochaete chrysosporium* merupakan kapang pelapuk putih yang mampu mendegradasi komponen lignoselulosa secara selektif, merombak lignin terlebih dahulu kemudian diikuti oleh selulosa (Toumela *et al.*, 2002).

Disamping itu kapang *Neurospora crassa* juga menghasilkan enzim selulase walaupun dalam jumlah sedikit, yang bisa merombak selulosa. Kapang *Neurospora crassa* dapat menghasilkan enzim amilase, enzim selulase dan protease (Nuraini, 2006).

Tingginya penurunan selulosa pada perlakuan komposisi inokulum Pc dan Nc (1:1) dan (2:1) disebabkan tampak secara visual pertumbuhan kapang yang subur dan merata (*Phanerochaete chrysosporium* bewarna putih dan *Neurospora crassa* bewarna orange) pada seluruh substrat. Kapang yang banyak tumbuh lebih banyak selulosa yang dirombak. Ini berkaitan dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* bersifat selulolitik, sehingga lebih banyak menghasilkan enzim selulase untuk mendegradasi selulosa yang mengakibatkan selulosa turun. 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).

Tingginya penurunan lignin karena lebih banyak menggunakan kapang *Phanerochaete chrysosporium* yang (bersifat lignolitik), sehingga lebih banyak menghasilkan enzim ligninase yang dapat mendegradasi lignin dengan demikian lignin menjadi lebih rendah. 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.

Tingginya peningkatan hemiselulosa karena selulosa dan ligninnya rendah disamping itu juga terlepasnya ikatan lignin dengan hemiselulosa, sehingga kandungan hemiselulosa meningkat. Hemiselulosa diperoleh dari hasil NDF (hemiselulosa, selulosa dan lignin) dikurang dengan ADF (selulosa dan lignin). Menurut Taherzadeh (1999) hemiselulosa mengikat lembaran serat selulosa membentuk mikrofibril yang meningkatkan stabilitas dinding sel serta hemiselulosa juga berikatan silang dengan lignin membentuk jaringan kompleks dan memberikan struktur yang kuat.

3.2.2 Kecernaan Serat Kasar

Kecernaan serat kasar tinggi dari limbah buah durian yang difermentasi dengan komposisi inokulum kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* (1:1) dan (2:1) yang dapat dilihat pada Tabel 7. Ini berkaitan dengan kandungan serat kasar yang juga lebih rendah 14,76% dan 14,35% .

Tabel 7. Kecernaan serat kasar

Perlakuan	Kecernaan Serat Kasar (%)
Pc dan Nc (1:1)	57,91 ^a
Pc dan Nc (2:1)	59,36 ^a
Pc dan Nc (1:2)	50,07 ^b
SE	1,84

Keterangan : Superskrip yang berbeda berpengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Rendahnya kandungan serat kasar disebabkan kandungan lignin dan selulosa yang terkandung dalam LBDF dipecah oleh enzim ligninase dan selulase yang diekskresi oleh kapang *Phanerochaete chrysosporium* sehingga lebih mudah dicerna dan kecernaan meningkat.

Menurut Wahyu (1997) semakin rendah kandungan serat kasar pada bahan pakan maka semakin tinggi kecernaan serat kasar bahan pakan tersebut. Makanan yang mengalami fermentasi biasanya mempunyai nilai gizi yang lebih baik dari bahan asalnya disebabkan mikroorganismenya bersifat katabolik atau memecah komponen yang kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna (Winarno dkk, 1980). Tingginya kecernaan serat kasar juga disebabkan kandungan hemiselulosa yang tinggi. Hemiselulosa adalah karbohidrat yang mudah dicerna, sehingga dapat meningkatkan kecernaan serat kasar.

3.3. Profil Kualitas Nutrisi Limbah Buah Kopi Fermentasi

3.3.1 Pengaruh Dosis Inokulum dan Lama Fermentasi

3.3.1.1. Fraksi serat

Selulosa merupakan polimer glukosa dengan ikatan β -1,4 glukosida dalam rantai lurus. Selulosa adalah rantai panjang molekul gula yang dihubungkan satu sama lain untuk memberikan kekuatan pada kayu yang luar biasa. 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).

Lignin merupakan penyusun sel tanaman yang menjadi bagian dari dinding sel. Lignin adalah suatu polimer yang kompleks dengan bobot molekul tinggi yang tersusun atas unit-unit fenilpropana. Di alam keberadaan lignin pada kayu berkisar antara 25-30%, tergantung pada jenis kayu atau faktor lain yang mempengaruhi perkembangan kayu. Pada kayu, lignin umumnya terdapat di daerah lamela tengah dan berfungsi pengikat antar sel serta menguatkan dinding sel kayu.

Saluran pencernaan manusia dan ternak non ruminansia tidak mempunyai enzim yang mampu memecah ikatan β -1,4 glukosida sehingga tidak dapat dimanfaatkan selulosa. Penurunan selulosa dan lignin bisa dilakukan melalui fermentasi menggunakan mikro organisme yang bersifat selulolitik (penghasil enzim selulase) dan ligninolitik (penghasil enzim ligninase).

Penurunan selulosa dan lignin terhadap limbah buah kopi yang difermentasi dengan *Phanerochaeta chrysosporium* dan *Neurospora crassa* pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 8 dan 9.

Tabel 8. Penurunan selulosa limbah buah kopi fermentasi dengan *Phanerochaeta chrysosporium* dan *Neurospora crassa*

Dosis Inokulum	Lama Fermentasi			Rataan
	7 hari	9 hari	11 hari	
A1 (6%)	29,10 ^{Cc}	40,11 ^{Ab}	33,28 ^{Bb}	34,16
A2 (8%)	34,25 ^{Cb}	42,22 ^{Aa}	36,15 ^{Ba}	37,54
A3 (10%)	36,18 ^{Ba}	43,15 ^{Aa}	37,00 ^{Ba}	38,78
Rataan	33,18	41,83	35,48	

Keterangan : Huruf besar pada baris dan huruf kecil pada kolom yang sama berpengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$).

Penurunan selulosa tertinggi pada dosis inokulum 8% dengan lama fermentasi 9 hari dan dosis inokulum 10 % dengan lama fermentasi 9 hari. Ini disebabkan dosis inokulum yang diberikan banyak dengan lama fermentasi 9 hari. Semakin banyak dosis inokulum yang dipakai maka semakin banyak pula bahan yang dirombak. Selain itu cepat lambatnya fermentasi sangat menentukan jumlah enzim yang dihasilkan, semakin lama waktu fermentasi yang digunakan akan semakin banyak bahan yang dirombak oleh enzim.

Penurunan selulosa juga berkaitan dengan pertumbuhan kapang yang subur dan merata (*Phanerochaete chrysosporium* bewarna putih dan *Neurospora crassa* bewarna orange) pada seluruh substrat ditandai dengan jumlah koloni kapang yang banyak yaitu $13,70 \times 10^6$ cfu/ml (A2B2) dan $15,54 \times 10^6$ cfu/ml (A3B2). Kapang yang banyak tumbuh lebih banyak selulosa yang dirombak dibandingkan perlakuan lainnya Ini berkaitan dengan

Kapang *Phanerochaete chrysosporium* merupakan kapang pelapuk putih yang mampu mendegradasi komponen

lignoselulosa secara selektif, merombak lignin terlebih dahulu kemudian diikuti oleh selulosa (Toumela *et al.*, 2002). Kapang *Phanerochaete chrysosporium* juga bersifat selulolitik, sehingga lebih banyak menghasilkan enzim selulase untuk mendegradasi selulosa yang mengakibatkan selulosa turun. Disamping itu kapang *Neurospora crassa* juga menghasilkan enzim selulase. Kapang *Neurospora crassa* dapat menghasilkan enzim amilase, selulase, dan protease (Nuraini, 2006).

Penurunan selulosa kalau dilihat dari efisiensi dosis inokulum yang diberikan dan lama fermentasi yang dilakukan didapatkan hasil terbaik pada dosis inokulum 8% dan lama fermentasi 9 hari sebesar 42,22% (dari 16,09% sebelum fermentasi menjadi 9,30% setelah fermentasi) lebih tinggi dari pada penelitian fermentasi limbah buah durian dengan komposisi inokulum *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* (2:1) adalah 34,18% (dari 17,62% sebelum fermentasi menjadi 11,58% setelah fermentasi).

Pada tabel 9 tampak bahwa tingginya penurunan lignin pada dosis inokulum 10% dan difermentasi selama 9 hari dan pada dosis inokulum 8% dan lama fermentasi 9 hari disebabkan dosis inokulum yang diberikan banyak sehingga kapang banyak tumbuh dan merata sehingga enzim ligninase lebih banyak dihasilkan untuk merombak lignin, sehingga lignin menjadi rendah akibatnya.

Tabel 9. Penurunan lignin limbah buah kopi fermentasi dengan *Phanerochaeta chrysosporium* dan *Neurospora crassa*

Dosis Inokulum	Lama Fermentasi			Rataan
	B1 (7 hari)	B2 (9 hari)	B3 (11 hari)	
A1 (6%)	49,07 ^{Bc}	54,03 ^{Ab}	50,13 ^{Bc}	51,08
A2 (8%)	50,47 ^{Ba}	55,06 ^{Aa}	51,48 ^{Ba}	52,34
A3 (10%)	51,39 ^{Ba}	56,25 ^{Aa}	52,40 ^{Ba}	53,35
Rataan	50,31	55,11	51,34	

Keterangan : Huruf besar pada baris dan huruf kecil pada kolom yang sama berpengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$).

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.

Penurunan lignin yang terbaik pada limbah buah kopi ini ditinjau dari efisiensi dosis inokulum yang diberikan dan lama fermentasi yaitu pada perlakuan dosis inokulum 8% dan lama fermentasi 9 hari sebesar 55,06% (dari 17,27% sebelum fermentasi menjadi 7,76% setelah fermentasi), hasil ini lebih rendah sedikit dari penelitian fermentasi limbah buah durian dengan Pc dan Nc sebesar 56,62% (dari 15,81% sebelum fermentasi menjadi 6,75% setelah fermentasi).

3.3.1.2. Serat Kasar

Penurunan serat kasar terhadap limbah buah kopi difermentasikan dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* yang dipengaruhi dosis inokulum dan

lamafermentasi, untuk masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Penurunan serat kasar (%) limbah buah kopi fermentasi dengan *Phanerochaeta chrysosporium* dan *Neurospora crassa* (% BK)

Dosis Inokulum	Lama Fermentasi			Rataan
	B1 (7 hari)	B2 (9 hari)	B3 (11 hari)	
A1 (6%)	33.93 ^{Cc}	36.58 ^{Bc}	38.94 ^{Ac}	36.48
A2 (8%)	37.85 ^{Bb}	42.02 ^{Bb}	43.03 ^{Ab}	40.97
A3 (10%)	42.59 ^{Ba}	46.62 ^{Aa}	46.42 ^{Aa}	45.21
Rataan	38.12	41.74	42.80	

Keterangan : Huruf besar pada baris dan huruf kecil pada kolom yang sama berpengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0.01$).

Penurunan serat kasar yang tertinggi terdapat pada dosis inokulum 10% dan lama fermentasi 11 hari yaitu 46.42% dan pada dosis inokulum 10% dan lama fermentasi 9 hari. Tingginya penurunan serat kasar berkaitan dengan dosis inokulum yang diberikan banyak sehingga kapang banyak tumbuh dan merata sehingga banyak dihasilkan enzim ligninase dan enzim selulase. Kapang yang banyak tumbuh lebih banyak lignin dan selulosa yang dirombak. Kapang *Phanerochaete chrysosporium* merupakan kapang pelapuk putih yang mampu mendegradasi komponen lignoselulosa secara selektif, merombak lignin terlebih dahulu kemudian diikuti oleh selulosa (Toumela *et al.*, 2002).

Kapang *Phanerochaete chrysosporium* bersifat lignolitik dan selulolitik, sehingga lebih banyak menghasilkan enzim

ligninase dan enzim selulase untuk mendegradasi selulosa yang mengakibatkan lignin dan selulosa turun. 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.

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).

3.3.1.3. Hemiselulosa

Hemisellulosa adalah polisakarida yang bukan selulosa, jika dihidrolisis akan menghasilkan D-manosa, D-galaktosa, D-Xylosa, larabinosa dan asam uronat. Peningkatan hemiselulosa terhadap limbah buah kopi difermentasi dengan *Phanerochaeta chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat dilihat pada Tabel 11.

Tingginya peningkatan hemiselulosa pada dosis inokulum 8% dan lama fermentasi 9 hari dan pada dosis inokulum 10% dan lama fermentasi 9 hari, karena pada perlakuan ini selulosa dan ligninnya rendah. Ini disebabkan kapang *Phanerochaeta chrysosporium* selain mensekresikan ligninase dan selulase (Howard *et al.*, 2003) juga menghasilkan hemiselulase (Zeng *et al.*, 2010).

Tabel 11. Peningkatan hemiselulosa limbah buah kopi fermentasi dengan *Phanerochaeta chrysosporium* dan *Neurospora crassa*

Dosis Inokulum	Lama Fermentasi			Rataan
	B1 (7 hari)	B2 (9 hari)	B3 (11 hari)	
A1 (6%)	51,02 ^{Cc}	66,83 ^{Ab}	60,60 ^{Bc}	59,48
A2 (8%)	61,13 ^{Bb}	70,61 ^{Aa}	66,38 ^{Bb}	66,04
A3 (10%)	63,23 ^{Ca}	71,93 ^{Aa}	68,58 ^{Ba}	67,92
Rataan	58,46	69,79	65,19	

Keterangan : Huruf besar pada baris dan huruf kecil pada kolom sama berpengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Hemiselulosa dirombak menjadi monomer gula dan asam asetat (Sanchez 2009) sehingga kandungan BETN meningkat. Disamping itu juga terlepasnya ikatan lignin dengan hemiselulosa, sehingga kandungan hemiselulosa meningkat. Hemiselulosa diperoleh dari hasil NDF (selulosa, lignin dan hemiselulosa) dikurang dengan ADF (selulosa dan lignin). Menurut Taherzadeh (1999) hemiselulosa mengikat lembaran serat selulosa membentuk mikrofibril yang meningkatkan stabilitas dinding sel serta hemiselulosa juga berikatan silang dengan lignin membentuk jaringan kompleks dan memberikan struktur yang kuat sehingga menghasilkan peningkatan hemiselulosa.

Peningkatan hemiselulosa jika ditinjau dari efisiensi dosis inokulum dan lama fermentasi maka hasil yang terbaik pada dosis 8% dan lama fermentasi 9 hari yaitu sebesar 70,61% (dari 6,37% sebelum fermentasi menjadi 21,67% setelah fermentasi). Hasil ini lebih tinggi dari penelitian fermentasi limbah buah durian dengan kapang yang sama

sebesar 49,59% (dari 4,99% sebelum fermentasi menjadi 9,92% sesudah fermentasi).

3.3.2. Protein Kasar

Peningkatan protein kasar dari limbah buah kopi yang difermentasi dengan *Phanerochaeta chrysosporium* dan *Neurospora crassa* yang dipengaruhi dosis inokulum dan lama fermentasi, dapat dilihat pada Tabel 12. Tingginya peningkatan protein kasar disebabkan pertumbuhan kapang subur dan merata pada substrat LBKF yang ditandai dengan jumlah koloni yang banyak $18,08 \times 10^6$ cfu/ml dan $15,54 \times 10^6$ cfu/ml. Ratledge (1994) menyatakan, bahwa kapang yang pertumbuhan dan perkembangbiakannya baik dapat mengubah lebih banyak komponen penyusun media menjadi suatu massa sel, sehingga terbentuk protein tubuh kapang itu sendiri sehingga akan meningkatkan kandungan protein dari bahan. Tubuh kapang mengandung protein yang cukup tinggi yaitu 40-50%.

Tabel 12. Peningkatan protein kasar limbah buah kopi fermentasi dengan *Phanerochaeta chrysosporium* dan *Neurospora crassa* (%).

Dosis Inokulum	Lama Fermentasi			Rataan
	B1 (7 hari)	B2 (9 hari)	B3 (11 hari)	
A1 (6%)	25.84 ^{Cc}	34.40 ^{Bc}	36.49 ^{Ac}	32.24
A2 (8%)	29.10 ^{Bb}	37.69 ^{Ab}	38.77 ^{Ab}	35.18
A3 (10%)	28.32 ^{Ba}	41.39 ^{Aa}	42.39 ^{Aa}	37.37
Rataan	27.75	37.82	39.22	

Keterangan : berbeda sangat nyata ($P < 0.01$).

Nuraini (2006), menyatakan bahwa semakin banyak dosis inokulum yang dipakai maka semakin banyak kapang yang tumbuh dan semakin banyak bahan yang dirombak. Cepat lambatnya fermentasi sangat menentukan jumlah enzim yang dihasilkan, semakin lama waktu fermentasi yang digunakan akan semakin banyak bahan yang dirombak oleh enzim. Waktu fermentasi dalam memproduksi enzim yang berbeda menghasilkan aktivitas enzim yang berbeda.

Besarnya dosis inokulum akan mempengaruhi biomassa dan sintesa protein. Sedikit dosis inokulum yang dipakai maka semakin sedikit pula sumbangan tubuh kapang dan enzim yang diekskresikan juga sedikit akibatnya pada perlakuan tersebut peningkatan protein kasar rendah.

Selain itu fermentasi dengan menggunakan *Phanerochaeta chrysosporium* dapat merubah komponen yang sulit dicerna menjadi lebih mudah dicerna misalnya selulosa dan hemiselulosa menjadi gula sederhana sehingga meningkatkan nilai gizi protein dan metabolis (Sembiring, 2006). Sedangkan kapang *Neurosporacrassa* merupakan salah satu kapang yang dapat menghidrolisis protein kompleks menjadi peptida-peptida dan asam-asam amino bebas, serta mampu menghasilkan enzim protease, amilase dan hemiselulase (Irawadi, 1991).

Menurut Nuraini (2006) kapang *Neurospora crassa* dapat menghasilkan enzim amilase, enzim selulase dan protease, selanjutnya dijelaskan bahwa campuran 60% ampas sagu dengan 40% ampas tahu yang difermentasi dengan 9% inokulum *Neurospora crassa* selama 10 hari didapatkan aktifitas enzim amilase sebanyak 17.21 μ /ml, protase 15.06 μ /ml dan selulase 0.33 μ /ml.

3.3.3 Retensi Nitrogen

Retensi nitrogen merupakan protein makan yang tertinggal didalam tubuh. Retensi nitrogen merupakan selisih antara jumlah protein yang dimakan dengan yang dikeluarkan melalui feses dan urin. Retensi nitrogen diperoleh dengan cara mengurangi jumlah nitrogen yang dikonsumsi dalam makanan dengan jumlah nitrogen dalam ekskreta. Retensi nitrogen broiler yang mengkonsumsi limbah buah kopi fermentasi dengan *Phanerochaeta chrysosporium* dan *Neurospora crassa* tertera pada Tabel 13.

Tabel 13. Retensi nitrogen (%) broiler yang mengkonsumsi limbah buah kopi fermentasi dengan *Phanerochaeta chrysosporium* dan *Neurospora crassa*

Dosis Inokulum	Lama Fermentasi			Rataan
	B1 (7 hari)	B2 (9 hari)	B3 (11 hari)	
A1 (6%)	38.18 ^{Cb}	49.36 ^{Bc}	51.88 ^{Ac}	46.47
A2 (8%)	41.85 ^{Ba}	53.93 ^{Ab}	55.92 ^{Ab}	50.56
A3 (10%)	46.90 ^{Ba}	60.07 ^{Aa}	59.24 ^{Aa}	55.40
Rataan	42.31	54.45	55.68	

Keterangan : Huruf besar pada baris dan huruf kecil pada kolom yang sama berpengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0.01$).

Retensi nitrogen tertinggi terdapat pada dosis inokulum 10% dan lama fermentasi 9 hari yaitu 60.07% dan pada dosis inokulum 10% dan lama fermentasi 11 hari) yaitu 59.24% dan yang terendah terdapat pada (dosis inokulum 6% dan lama fermentasi 7 hari yaitu 38.18%. Tingginya retensi nitrogen karena jumlah protein kasar yang dikonsumsi juga tinggi. Konsumsi protein kasar pada perlakuan A3B3 adalah 4.01 g/ekor dan perlakuan A3B2 adalah 3.99 g/ekor. Hal ini berkaitan dengan peningkatan protein kasar yang lebih tinggi yaitu 42.39% dan 41.39% setelah difermentasi. Konsumsi protein kasar yang tinggi mengakibatkan semakin banyak protein yang dicerna sehingga banyak yang ditinggalkan dalam tubuh akibatnya persentase retensi nitrogen yang dihasilkan meningkat.

Wahju (1997) mengemukakan bahwa retensi nitrogen dipengaruhi oleh daya cerna protein, kualitas protein dan keseimbangan konsumsi nitrogen serta energi metabolisme dalam ransum. Tingginya retensi nitrogen menunjukkan bahwa kualitas protein lebih baik dari pada perlakuan lainnya.

3.4. Profil Kualitas Nutrisi Dedak Padi Fermentasi

3.4.1. Pengaruh Komposisi Inokulum

3.4.1.1. Protein Kasar

Campuran dedak dan sekam padi yang telah difermentasi (dekamdifer) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* terjadi peningkatan protein kasar (Tabel 14).

Tabel 14. Peningkatan protein kasar campuran dedak dan sekam padi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*.

Komposisi substrat	Lama Fermentasi			Rataan
	7 hari	10 hari	13 hari	
100%DP: 0%SP	32,42	39,43	33,24	35,03 ^a
90%DP:10%SP	21,24	28,16	22,12	23,84 ^b
80%DP : 20%SP	17,37	24,37	18,07	19,93 ^b
Rataan	23,68 ^b	30,65 ^a	24,47 ^b	

Keterangan: Superskrip huruf kecil yang berbeda menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Peningkatan protein kasar yang tertinggi terdapat pada komposisi substrat 100%DP : 0%SP yaitu 35,03% dan pada lama fermentasi 10 hari yaitu 30,65%.

Tingginya peningkatan protein kasar pada faktor komposisi substrat yaitu pada komposisi substrat 100%DP : 0%SP disebabkan jumlah dedak yang diberikan lebih banyak dari pada perlakuan lainnya, sehingga terdapat imbalan C:N yang cocok untuk pertumbuhan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* yaitu 9:1. Hasil penelitian Nuraini (2006) menyatakan bahwa imbalan C:N *Neurospora crassa* adalah 10:1.

Protein kasar yang tinggi juga disebabkan pada komposisi substrat 100%DP : 0%SP mengandung vitamin B1 dan B6 yang lebih banyak. Dedak mengandung vitamin B1 (thiamin) sebesar 3,2 mg/118 gr dan vitamin B6 (piridoksin) sebesar 4,8 mg/118 gr USDA (2014). Menurut Chang dan Quimio (1982) menyatakan bahwa biotin, thiamin, dan piridoksin berpengaruh pada pertumbuhan kapang, pada

konsentrasi diatas 50 μ /ml dapat memperbaiki pertumbuhan miselium *P. sajor-caju*.

Kapang yang tumbuh subur terbukti dengan jumlah koloni kapang yang diperoleh lebih banyak yaitu 14,19 log/ml. Jumlah kapang yang banyak mengakibatkan protein kasar pada substrat meningkat karena sebagian tubuh kapang adalah protein. Peningkatan protein kasar selama proses fermentasi disebabkan karena 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. Sumbangan protein tubuh kapang 40-60% protein.

Protein kasar yang meningkat berasal dari enzim yang dihasilkan oleh kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*, karena enzim tersebut adalah protein. Menurut Howard *et al.*(2003) bahwa kapang *Phanerochaete chrysosporium* menghasilkan enzim selulase dan ligninase. Selain itu kapang *Neurospora crassa* juga dapat menghasilkan enzim emilase, selulase, dan protease (Nuraini, 2006).

Tingginya peningkatan protein kasar pada lama fermentasi 10 hari disebabkan pada lama fermentasi ini kapang berada pada fase pertumbuhan cepat sehingga pertumbuhan kapang subur dan merata terlihat pada substrat, terbukti dengan jumlah koloni yang banyak dibandingkan perlakuan lainnya yaitu 14,21 log/ml sehingga sumbangan protein tubuh kapang lebih tinggi.

Rendahnya peningkatan protein kasar pada lama fermentasi 7 hari disebabkan lama fermentasi yang singkat sehingga kapang baru tumbuh, terbukti dengan jumlah koloni

yang sedikit yaitu 13,84 log/ml. Rendahnya peningkatan protein kasar pada lama fermentasi 13 hari disebabkan lama fermentasi yang panjang yaitu 13 hari. Pada fase ini kapang memasuki fase stasioner dan jumlah nutrisi sudah mulai berkurang. Pada fase stasioner jumlah kapang yang hidup dengan yang mati hampir sama sehingga sedikit sumbangan protein tubuh kapang dan enzim yang dihasilkan juga berkurang.

Semakin lama waktu fermentasi yang digunakan semakin banyak bahan yang dirombak oleh enzim akan tetapi dengan bertambahnya waktu fermentasi maka ketersediaan nutrisi didalam media habis sehingga kapang lama kelamaan akan mati.

3.4.1.2. Serat Kasar

Penurunan serat kasar produk fermentasi campuran dedak padi dan sekam padi fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* (dekomposer), tertera pada Tabel 15.

Penurunan serat kasar tertinggi terdapat pada komposisi substrat 100%DP:0%SP dan lama fermentasi 10 hari sebesar 38,94% (18,24% sebelum fermentasi dan 11,14% sesudah fermentasi). Ini disebabkan komposisi substrat yaitu dedak diberikan 100% sebagai sumber N, sehingga terdapatimbangan C:N yang cocok. Menurut USDA (2014) dedak juga mengandung seng (Zn) yaitu 7,1 mg/118gr, besi (Fe) yaitu 21,9 mg/118gr, kalsium (Ca) yaitu 67,3 mg/118gr, magnesium (Mg) yaitu 16,8 mg/118gr, tembaga (Cu) yaitu 18,4 mg/118gr dan mangan (Mn) yaitu 922 mg/118gr (USDA SR-21, 2014).

Tabel 15. Penurunan serat kasar campuran dekamdifer dengan *Phanerochaeta crysosporium* dan *Neurospora crassa*.

Komposisi substrat	Lama Fermentasi			Rataan
	7 hari	10 hari	13 hari	
100% DP:0% SP	24,20 ^{Ca}	38,94 ^{Aa}	33,57 ^{Ba}	32,24
90% DP:10% SP	21,72 ^{Cb}	32,02 ^{Ab}	26,11 ^{Bb}	26,61
80% DP:20% SP	18,91 ^{Cc}	28,47 ^{Ac}	23,31 ^{Bc}	23,56
Rataan	21,61	33,14	27,66	

Keterangan : Superskrip huruf besar pada baris yang sama dan huruf kecil pada kolom yang sama berpengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0.01$)

Pendapat Martoharsono (1997) menyatakan beberapa enzim memerlukan aktivator dalam reaksi katalisnya. Aktivator adalah senyawa atau ion yang dapat meningkatkan kecepatan reaksi enzimatik. Komponen kimia yang membentuk enzim disebut juga kofaktor. Kofaktor tersebut dapat berupa ion-ion anorganik seperti Zn, Fe, Ca, Mn, Cu, Mg atau dapat pula sebagai molekul organik kompleks yang disebut koenzim. Sesuai dengan pendapat Nelson (2011) bahwa pertumbuhan kapang dipengaruhi oleh sumbangan nutrient dalam substrat, untuk itu diperlukan mineral yang sesuai dengan kebutuhan kapang yaitu mangan (Mn). Wuyep *et al.* (2003) menyatakan bahwa mineral Mn dapat memacu pertumbuhan dan perpanjangan miselia kapang pada kelas *Basidiomycetes*.

Hal ini terjadi juga disebabkan lama fermentasi 10 hari. Pada lama fermentasi ini kapang masih berada pada fase pertumbuhan cepat, sehingga kapang tumbuh subur dan merata. Semakin banyak kapang yang tumbuh semakin

banyak juga enzim selulase dan ligninase yang dihasilkan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* untuk merombak selulosa menjadi glukosa dengan demikian serat kasar menjadi lebih rendah. Terbukti dengan aktivitas enzim selulase tinggi yaitu 1,09 U/ml. Menurut Haword *et al.* (2003) bahwa kapang *Phanerochaete chrysosporium* dapat menghasilkan enzim selulase dan ligninase yang tinggi. Menurut Nuraini (2006) menyatakan bahwa kapang *Neurospora crassa* dapat menghasilkan enzim emilase, selulase, dan protease.

3.4.1.3 Selulosa

Penurunan selulosa dari campuran dedak dan sekam padi difermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* (DPSPF) dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Penurunan selulosa dedak dan sekam padi fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* (%)

Komposisi Substrat	Lama Fermentasi			Rataan
	7 hari	10 hari	13 hari	
70%DP : 30%SP	32,68 ^{Ca}	49,57 ^{Aa}	45,52 ^{Ba}	42,59
60%DP : 40%SP	31,67 ^{Cb}	48,27 ^{Ab}	44,63 ^{Bb}	41,52
50%DP : 50%SP	29,77 ^{Cc}	47,44 ^{Ac}	43,80 ^{Bc}	40,33
Rataan	31,37	48,43	44,65	

Keterangan : Huruf besar pada baris dan huruf kecil pada kolom yang berbeda berpengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$).

Penurunan selulosa tertinggi terdapat pada komposisi substrat 70% DP : 30% SP dan lama fermentasi 10hari yaitu 49,57% (dari 30,15 % sebelum fermentasi menjadi 15,20% setelah fermentasi) dan yang terendah terdapat pada komposisi substrat 50% DP : 50% SP dan lama fermentasi 7 hari sebesar 29,77% (dari 31,97% sebelum fermentasi menjadi 22,46% setelah fermentasi).

Tingginya penurunan selulosa pada komposisi substrat 700% DP : 30% SP dan lama fermentasi 10hari disebabkan komposisi substratnya dengan jumlah dedak lebih banyak (sumber N) sehingga terdapat imbangan C:N yang cocok untuk pertumbuhan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* yaitu 10:1.

Selain itu dedak juga mengandung vitamin B1 (Thiamin) yaitu 3,2 mg/118 gr dan vitamin B6 (Piridoksin) yaitu 4,8 mg/118 gr (USDA , 2008). Menurut Chang dan Quimio (1982) biotin, thiamin dan piridoksin pada konsentrasi diatas 50 µg/ml berpengaruh terhadap pertumbuhan kapang yang banyak.

Disamping komposisi substrat yang cocok juga terdapat lama fermentasi 10 hari yang merupakan fase pertumbuhan cepat bagi kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*. Pada fase iniditandai dengan aktivitas enzim selulase yang tinggi yaitu 1,0877 U/ml, sehingga selulosa menjadi rendah, akibatnya penurunan selulosa tinggi. Setyatwan (2007) menyatakan bahwa lama inkubasi berkaitan erat dengan waktu yang dapat digunakan oleh mikroba untuk tumbuh dan berkembangbiak. Semakin lama waktu fermentasi maka semakin banyak kandungan zat yang digunakan kapang

untuk hidupnya sehingga kandungan zat makanan yang tersisa semakin sedikit.

Kapang *Phanerochaete chrysosporium* bersifat lignolitik (menghasilkan enzim ligninase yang tinggi) juga 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).

3.4.1.4. Lignin

Penurunan lignin dari campuran dedak dan sekam padi difermentasikan dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* (DPSPF) dapat dilihat pada Tabel 17 berikut ini.

Tabel 17. Penurunan lignin campuran dedak dan sekam padi fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* (%)

Komposisi substrat	Lama Fermentasi			Rataan
	7 hari	10 hari	13 hari	
70%DP:30%SP)	33,09 ^{Ca}	50,86 ^{Aa}	43,43 ^{Ba}	42,46
60%DP:40%SP)	22,44 ^{Cb}	41,07 ^{Ab}	35,60 ^{Bb}	33,03
50%DP:50%SP)	15,97 ^{Cc}	32,04 ^{Ac}	27,76 ^{Bc}	25,25
Rataan	23,83	41,32	35,60	

Keterangan : Huruf besar pada baris dan huruf kecil pada kolom yang berbeda berpengaruh berbeda sangat nyata (P<0,01).

Penurunan lignin tertinggi terdapat pada komposisi substrat 70% DP : 30% SP dan lama fermentasi 10 hari yaitu 50,86% (dari 15,31% sebelum fermentasi menjadi 7,52% setelah fermentasi).

Tingginya penurunan lignin pada komposisi substrat 70% DP : 30% SP dan lama fermentasi 10 hari disebabkan pada perlakuan tersebut jumlah dedak lebih banyak dari perlakuan lain, sehingga menyumbang kebutuhan nitrogen (N) untuk pertumbuhan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*.

Pada perlakuan itu juga terdapat jumlah mangan (Mn) dan kalsium (Ca) yang lebih banyak dari perlakuan lain, Didukung pendapat Nelson (2001) Kapang *Panerochaete chrysosporium* merupakan kapang pendegradasi lignin dari kelas *Basidiomycetes*. Pertumbuhan kapang dipengaruhi oleh ketersediaan mineral dalam substrat, untuk itu diperlukan mineral sesuai dengan kebutuhan kapang yaitu kalsium (Ca) dan mangan (Mn). Penelitian Wuyep dkk (2003) menyatakan bahwa ion Mn dan ion Ca dapat memacu pertumbuhan dan perpanjangan miselia.

Disamping jumlah dedak yang lebih banyak dari perlakuan lain juga dipengaruhi oleh lama fermentasi 10 hari, yang merupakan fase pertumbuhan cepat bagi kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*, ditandai dengan pertumbuhan kapang yang subur dan merata. Dan kerja enzim ligninase menjadi meningkat sehingga kandungan lignin menjadi rendah, akibatnya penurunan lignin meningkat. Menurut Dhawale dan Kathrina (1993) dan Howard dkk (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.

3.4.1.5. Hemiselulosa

Peningkatan hemiselulosa tertinggi terdapat pada faktor I yaitu pada komposisi substrat 70% dedak padi : 30% sekam padi sebesar 64,07% dan pada faktor II yaitu lama fermentasi 10 hari sebesar 68,17%.

Tabel 18. Peningkatan hemiselulosa campuran dedak dan sekam padi fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* (%)

Komposisi substrat	Lama Fermentasi			Rataan
	7 hari	10 hari	13 hari	
70%DP:30%SP	57,23	69,67	65,30	64,07 ^a
60%DP:40%SP	55,79	67,71	62,87	62,12 ^b
50%DP:50%SP	55,29	67,14	61,30	61,24 ^b
Rataan	56,10 ^c	68,17 ^a	63,15 ^b	

Keterangan : Huruf besar pada baris dan huruf kecil pada kolom yang berbeda berpengaruh berbeda sangat nyata (P<0,01).

Tingginya peningkatan hemiselulosa pada komposisi dedak padi 70% : 30% sekam padi, disebabkan kandungan selulosa dan ligninnya rendah yang berkaitan dengan kemampuan kapang *Phanerochaete chrysosporium* mensekresikan ligninase dan selulase (Howard *et al.*,2003). Disamping itu juga terlepasnya ikatan lignin dengan hemiselulosa, sehingga kandungan hemiselulosa meningkat.

Hemiselulosa diperoleh dari hasil NDF (selulosa, lignin dan hemiselulosa) dikurang dengan ADF (selulosa dan lignin). Menurut Taherzadeh (1999) hemiselulosa mengikat lembaran serat selulosa membentuk mikrofibril yang meningkatkan stabilitas dinding sel serta hemiselulosa juga berikatan silang dengan lignin membentuk jaringan kompleks dan memberikan struktur yang kuat sehingga menghasilkan peningkatan hemiselulosa.

Tingginya peningkatan hemiselulosa pada lama fermentasi 10 hari yaitu 68,17 % disebabkan lama fermentasi 10 hari merupakan fase pertumbuhan cepat kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*, sehingga pertumbuhan kapang subur dan merata ditandai dengan jumlah koloni yang banyak yaitu 14,33 log/ml. Menurut Setyatwan (2007) menyatakan bahwa lama inkubasi berkaitan erat dengan waktu yang dapat digunakan oleh mikroba untuk tumbuh dan berkembang biak.

3.4.1.6. Aktivitas Enzim Selulase

Aktivitas enzim selulase terhadap campuran dedak dan sekam padi difermentasikan dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* (DPSPF) dapat dilihat pada Tabel 19 berikut ini. Aktivitas enzim selulase tertinggi pada komposisi substrat 70% DP: 30% SP dan lama fermentasi 10 hari yaitu 1,09 U/ml. Tingginya aktivitas enzim selulase pada komposisi substrat 70% DP : 30% SP dan lama fermentasi 10 hari disebabkan jumlah dedak lebih banyak (sumber N) sehingga terdapat imbangn C:N yang cocok untuk pertumbuhan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* yaitu 10:1.

Tabel 19. Aktivitas enzim selulase *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* (%) dari campuran dedak dan sekam padi fermentasi

Komposisi substrat	Lama Fermentasi			Rataan
	7 hari	10 hari	13 hari	
70%DP : 30%SP	0,79 ^{Bb}	1,09 ^{Aa}	0,67 ^{Bb}	0,85
60%DP :40%SP	0,74 ^{Bb}	1,03 ^{Ab}	0,63 ^{Cb}	0,80
50%DP :50%SP	0,59 ^{Bc}	0,95 ^{Bb}	0,57 ^{Bc}	0,70
Rataan	0,71	1,02	0,62	

Keterangan : Huruf besar pada baris dan huruf kecil pada kolom yang sama berpengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Kecepatan reaksi enzimatik pada umumnya tergantung pada konsentrasi substrat. Kecepatan reaksi akan meningkat apabila konsentrasi substrat meningkat. Peningkatan kecepatan reaksi ini akan semakin kecil hingga tercapai suatu titik batas yang pada akhirnya penambahan konsentrasi substrat hanya akan sedikit meningkatkan kecepatan reaksi.

Menurut USDA (2008) dedak juga mengandung seng (Zn) yaitu 7,1 mg/118gr, besi (Fe) yaitu 21,9 mg/118gr, kalsium (Ca) yaitu 67,3 mg/118gr, magnesium (Mg) yaitu 16,8 mg/118gr, tembaga (Cu) yaitu 18,4 mg/118gr dan mangan (Mn) yaitu 922 mg/118gr. Menurut Martoharsono (1997) beberapa enzim memerlukan aktivator dalam reaksi katalisnya. Aktivator adalah senyawa atau ion yang dapat meningkatkan kecepatan reaksi enzimatik. Komponen kimia yang membentuk enzim disebut juga kofaktor. Kofaktor

tersebut dapat berupa ion-ion anorganik seperti Zn, Fe, Ca, Mn, Cu, Mg atau dapat pula sebagai molekul organik kompleks yang disebut koenzim. Disamping komposisi substrat yang cocok juga terdapat lama fermentasi 10 hari yang merupakan fase pertumbuhan cepat bagi kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*, sehingga pertumbuhan kapang subur dan merata dan aktivitas enzim selulase meningkat. Menurut Setyatwan (2007) menyatakan bahwa lama inkubasi berkaitan erat dengan waktu yang dapat digunakan oleh mikroba untuk tumbuh dan berkembangbiak, sehingga aktivitas enzim meningkat.

Rendahnya aktivitas enzim pada komposisi substrat 50% DP : 50% SP dan lama fermentasi 7hari disebabkan terlalu pendeknya waktu fermentasi yaitu 7 hari, kapang belum tumbuh dengan sempurna sehingga enzim selulase yang dihasilkan masih sedikit yang mengakibatkan aktivitas enzim selulase masih rendah. Sedangkan pada komposisi substrat 50% DP : 50% SP dan lama fermentasi 13 hari disebabkan terlalu panjangnya waktu fermentasi yaitu 13 hari, sehingga ketersediaan nutrisi pada substrat mulai habis sehingga kapang mulai mati yang mengakibatkan aktivitas enzim selulase mulai menurun dan aktivitas enzim menjadi rendah.

3.4.1.7. Energi Metabolisme

Energi metabolisme sangat penting diketahui dalam penyusunan ransum dan nilainya dipengaruhi oleh kandungan dan keseimbangan nutrisi bahan makanan, dan serat kasar. Energi metabolisme produk fermentasi campuran dedak padi dan sekam padi fermentasi dengan *Phanerochaete*

chryso sporium dan *Neurospora crassa* dapat dilihat pada Tabel 20.

Energi metabolisme dari campuran dedak dan sekam padi fermentasi dengan *Phanerochaete chryso sporium* dan *Neurospora crassa* yang tertinggi pada komposisi substrat 100%DP : 0%SP dan lama fermentasi 10 hari yaitu 2547,79 kkal/kg. bahwa energi metabolisme pada perlakuan A1B2 (komposisi substrat 100%DP : 0%SP dan lama fermentasi 10 hari) dengan kapang *Phanerochaete chryso sporium* dan *Neurospora crassa*.

Tabel 20. Energi metabolisme campuran dedak dan sekam padi dengan *Phanerochaete chryso sporium* dan *Neurospora crassa*.

Komposisi substrat	Lama Fermentasi			Rataan
	7 hari	10 hari	13 hari	
100% DP : 0% SP	2123,93 ^{Ba}	2547,79 ^{Aa}	2117,09 ^{Ca}	2262,94
90% DP : 10% SP	1815,56 ^{Cb}	2200,89 ^{Ab}	1838,90 ^{Bb}	1951,78
80% DP : 20% SP	1566,99 ^{Bc}	1816,00 ^{Ac}	1551,91 ^{Cc}	1644,97
Rataan	1835,49	2188,23	1835,97	

Keterangan : superskrip huruf besar pada baris yang sama dan huruf kecil kolom yang sama berpengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0.01$)

Tingginya energi metabolisme pada komposisi substrat 100% DP : 0% SP dan lama fermentasi 10 hari menunjukkan bahwa kualitas produk fermentasi lebih baik karena kandungan serat kasar yang rendah. Menurut Sanchez (2009) bahwa hemiselulosa dirombak menjadi glukosa sehingga kandungan BETN meningkat. 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 metabolisme.

Energi metabolisme suatu bahan pakan dipengaruhi oleh kandungan serat kasar, keseimbangan zat-zat makanan dan faktor ternak, selanjutnya akan mempengaruhi nilai energi metabolisme suatu bahan pakan. Semakin tinggi energi metabolisme maka semakin baik untuk ternak, karena tidak banyaknya zat makanan yang terbuang bersama feses. Energi metabolisme merupakan energi yang dapat dimanfaatkan oleh ternak dalam berbagai aktifitas seperti aktifitas fisik, mempertahankan suhu tubuh, metabolisme, pembentukan jaringan, reproduksi dan produksi (Mc Donald *et al.*,1994).

Rendahnya energi metabolisme pada komposisi substrat 80% DP : 20% SP dan lama fermentasi 13 hari menghasilkan energi metabolisme sebesar 1551,91 kkal/kg. Hal ini dikarenakan serat kasar masih tinggi. Bahan makanan yang berserat kasar tinggi mempunyai energi metabolisme rendah, disebabkan serat kasar tinggi tidak dapat dicerna oleh unggas dan serat kasar ini dapat membawahi zat makanan yang telah dicerna keluar bersama (feses).

3.5. Profil Kualitas Nutrisi Limbah Sagu Fermentasi

3.5.1. Protein Kasar

Protein kasar limbah sagu fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dengan komposisi inokulum berbeda dapat dilihat pada Tabel 21. Pada tabel dapat dilihat bahwa peningkatan protein kasar

pada komposisi *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*, perbandingan 3:1 lebih tinggi dari 2:1 dan 1:1).

Tabel 21. Protein kasar LSATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*

Perlakuan	Protein Kasar Setelah Fermentasi (% BK)
A(Pc:Nc=1:1)	15,70 ^c
B(Pc:Nc=2:1)	17,49 ^b
C(Pc:Nc=3:1)	19,75 ^a
SE	1.56

Keterangan: Superskrip pada kolom berpengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0.01$)

Kapang yang banyak akan menyumbang protein tubuhnya karena kapang mengandung protein yang cukup tinggi yaitu 35-40 %. Peningkatan protein kasar ini juga disebabkan adanya enzim yang dihasilkan kapang, karena enzim adalah bagian dari protein. Menurut Haword *et al.*, (2003) kapang *Phanerochaete chrysosporium* menghasilkan enzim peroksidase ekstraseluler yang berupa lignin peroksidase dan mangan peroksidase, dan kapang *Neurospora crassa* dapat menghasilkan enzim amilase, selulase, dan protease (Nuraini, 2006). Tingginya peningkatan protein kasar berkaitan dengan pertumbuhan kapang subur dan merata pada substrat ditandai jumlah koloni yang banyak yaitu ($18,09 \times 10^{10}$ cfu/g).

3.5.2 Serat Kasar

Kandungan serat kasar limbah sagu fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat dilihat pada Tabel 22. Serat kasar yang terendah terdapat pada

perlakuan LSATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*, komposisi inokulum 3:1).

Tabel 22. Serat kasar LSATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*

Perlakuan	Serat Kasar Setelah Fermentasi (% BK)
A(Pc:Nc=1:1)	14,07 ^a
B(Pc:Nc=2:1)	12, 59 ^b
C(Pc:Nc=3:1)	10,74 ^c
SE	0,54

Keterangan: Superskrip pada kolom berpengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0.01$)

Ini disebabkan perlakuan tersebut menggunakan kapang *Phanerochaete chrysosporium* yang (bersifat selulolitik dan lignolitik) dengan komposisi lebih banyak, sehingga lebih aktif enzim selulase dan ligninase untuk mendegradasi selulosa dan lignin dengan demikian serat kasar menjadi lebih rendah.

Menurut Haword *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, disamping itu kapang *Neurospora crassa* juga menghasilkan enzim selulase walaupun dalam jumlah sedikit, yang bisa merombak selulosa. Kapang *Neurospora crassa* dapat menghasilkan enzim amilase, enzim selulase dan protease (Nuraini, 2006).

3.5.3. Retensi Nitrogen

Retensi nitrogen dari produk LSATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat dilihat pada Tabel 23.

Tabel 23. Retensi nitrogen broiler yang diberi LSATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*

Perlakuan	Retensi Nitrogen (%)
A(Pc:Nc=1:1)	63,40 ^c
B(Pc:Nc=2:1)	65,79 ^b
C(Pc:Nc=3:1)	67,29 ^a
SE	1,75

Keterangan: Superskrip pada kolom berpengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0.01$)

Retensi nitrogen tertinggi terdapat pada komposisi inokulum *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* perbandingan 3:1 yang menunjukkan bahwa kualitas protein yang tinggi pada produk fermentasi tersebut. Hal ini didukung oleh Wahju (1997) bahwa retensi nitrogen dipengaruhi oleh daya cerna protein, kualitas protein dan keseimbangan konsumsi nitrogen serta energi metabolisme dalam ransum.

Tingginya retensi nitrogen berkaitan dengan jumlah protein kasar yang dikonsumsi juga tinggi. Konsumsi protein pada perlakuan C yaitu 2,86 gram/ekor. Hal ini berkaitan dengan kandungan protein kasar yang lebih tinggi pada perlakuan fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* komposisi inokulum 3:1, yaitu 19,75%. Konsumsi protein kasar yang tinggi mengakibatkan semakin

banyak protein yang dicerna sehingga banyak yang ditinggalkan didalam tubuh akibatnya persentase retensi nitrogen meningkat.

3.6. Profil Kualitas Nutrisi Limbah Buah Coklat Fermentasi

3.6.1. Pengaruh Lama Fermentasi

Lama fermentasi mempengaruhi peningkatan protein kasar limbah buah coklat yang difermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* untuk masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 24. Peningkatan protein kasar limbah buah coklat fermentasi tertinggi terdapat pada lama fermentasi 16 hari *Pc* + 4 hari *Nc* yaitu 56,49%.

Tabel 24. Peningkatan protein kasar produk LBCF

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

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama berpengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Tingginya peningkatan protein kasar disebabkan pada lama fermentasi 16 hari ini kapang 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 mikroorganisme tertentu karena proses tersebut identik dengan pertumbuhan protein sel tunggal dan pada proses ini tidak dipisahkan antara sel mikroba yang tumbuh dengan substratnya. Menurut Ratledge (1994) terjadi 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.

Protein kasar yang meningkat juga berasal dari enzim yang dihasilkan oleh kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*, karena enzim tersebut adalah protein. Menurut Howard *et al.*, (2003) bahwakapang *Phanerochaete chrysosporium* menghasilkan enzim selulase dan ligninase. Selain itu kapang *Neurospora crassa* juga dapat menghasilkan enzim amilase, selulase dan protease (Nuraini, 2006).

3.6.2. Serat Kasar

Penurunan serat kasar limbah buah coklat fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat dilihat pada Tabel 25.

Tabel 25. Penurunan serat kasar produk LBCF

Perlakuan (Lama Fermentasi)	SK Sebelum Fermentasi (%BK)	SK Setelah Fermenta si (%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

Keterangan : Superskrip berbeda pada kolom yang sama berpengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Penurunan serat kasar LBCF tertinggi terdapat pada lama fermentasi 16 hari *Pc* + 4 hari *Nc* yaitu 42,01% dan pada lama fermentasi 19 hari *Pc* + 4 hari *Nc* yaitu 42,01% . Ini disebabkan aktivitas enzim selulase pada perlakuan tersebut tinggi, berturut –turut adalah 0,23 U/ml dan 0,22 U/ml.

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. Sembiring (2006) menyatakan bahwa 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. Kapang *Neurospora crassa* juga dapat menghasilkan enzim selulase yang dapat mengubah selulosa menjadi glukosa (Nuraini, 2006).

Penurunan serat kasar yang tertinggi pada penelitian ini adalah 42,01% pada lama fermentasi 16 hari *Pc* + 4 hari *Nc*. Hasil ini lebih rendah dari hasil penelitian sebelumnya yaitu fermentasi campuran limbah buah durian dan ampas tahu dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* perbandingan inokulum 1:1 dosis inokulum 6 % dan lama fermentasi 9 hari dengan penurunan serat kasar sebesar 62,31%. Hal ini disebabkan proses fermentasi LBCF yang dilakukan dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* secara terpisah (tidak dicampur sekaligus), mengingat waktu fermentasi dengan kapang *Neurospora crassa* sangat singkat (hanya 4 hari) sehingga kurang maksimalnya aktivitas enzim selulase merombak serat kasar.

3.6.3. Selulosa

Penurunan selulosa limbah buah coklat fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat dilihat pada Tabel 26. Penurunan selulosa LBCF tertinggi terdapat pada 19 hari *Pc* + 4 hari *Nc* yaitu 40,46% dan yang terendah pada 10 hari *Pc* + 4 hari *Nc* yaitu 21,89%. Tingginya penurunan selulosa disebabkan aktivitas enzim selulase yang tinggi yaitu 0,23 U/ml dan 0,22 U/ml, sehingga selulosa menjadi rendah, akibatnya penurunan selulosa tinggi. Setyatwan (2007) menyatakan bahwa lama inkubasi berkaitan erat dengan waktu yang dapat digunakan oleh mikroba untuk tumbuh dan berkembangbiak. Semakin lama waktu fermentasi maka semakin banyak kandungan zat yang digunakan kapang untuk hidupnya sehingga kandungan zat makanan yang tersisa semakin sedikit.

Tabel 26. Penurunan selulosa produk LBCF

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	18,15	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

Keterangan : Superskrip berbeda pada kolom yang sama berpengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Kapang *Phanerochaete chrysosporium* bersifat ligninolitik (menghasilkan enzim ligninase yang tinggi) juga 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).

3.6.4. Lignin

Penurunan lignin limbah buah coklat dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat dilihat pada Tabel 27.

Tabel 27. Penurunan lignin produk LBCF

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

Keterangan : Superskrip berbeda pada kolom yang sama berpengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Penurunan lignin KBCATF tertinggi terdapat pada perlakuan C (16 hari *Pc* + 4 hari *Nc*) yaitu 35,36% dan yang terendah pada perlakuan A (10 hari *Pc* + 4 hari *Nc*) yaitu 22,42%.

Tingginya penurunan lignin disebabkan kapang berada pada fase pertumbuhan cepat. Pada fase ini ditandai dengan pertumbuhan kapang yang subur pada substrat. Kapang yang banyak tumbuh mengakibatkan kerja enzim ligninase menjadi meningkat sehingga kandungan lignin menjadi rendah, akibatnya penurunan lignin meningkat. 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.

3.6.5. Hemiselulosa

Peningkatan hemiselulosa limbah buah coklat dan fermentasi (KBCATF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat dilihat pada Tabel 28. Peningkatan hemiselulosa LBCF tertinggi terdapat pada lama fermentasi 16 hari *Pc* + 4 hari *Nc* yaitu 41,79%.

Tabel 28. Peningkatan hemiselulosa produk LBCF

Lama Fermentasi	Hemiselulosa Sebelum Fermentasi (%BK)	Hemiselulos a Setelah Fermentasi (%BK)	Peningkatan Hemiselulos a (%)
10 hari <i>Pc</i> + 4 hari <i>Nc</i>	13,81	16,24	17,56 ^c
13 hari <i>Pc</i> + 4 hari <i>Nc</i>	13,81	17,85	29,27 ^b
16 hari <i>Pc</i> + 4 hari <i>Nc</i>	13,81	19,58	41,79 ^a
19 hari <i>Pc</i> + 4 hari <i>Nc</i>	13,81	19,45	40,79 ^a
SE			1,92

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Tingginya peningkatan hemiselulosa disebabkan pada perlakuan ini selulosa dan ligninnya rendah, karena kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* mensekresikan enzim selulase untuk mendegradasi selulosadan ligninase untuk mendegradasi lignin (Howard *et al.* 2003).

Disamping itu juga terlepasnya ikatan lignin dengan hemiselulosa, sehingga kandungan hemiselulosa meningkat. Hemiselulosa diperoleh dari hasil NDF (selulosa, lignin dan hemiselulosa) dikurang dengan ADF (selulosa dan lignin).

Menurut Taherzadeh (1999) hemiselulosa mengikat lembaran serat selulosa membentuk mikrofibril yang meningkatkan stabilitas dinding sel serta hemiselulosa juga berikatan silang dengan lignin membentuk jaringan kompleks dan memberikan struktur yang kuat sehingga menghasilkan peningkatan hemiselulosa.

3.7. Profil Kualitas Nutrisi Onggok Fermentasi

3.7.1. Protein Kasar

Protein kasar onggok fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dengan komposisi inokulum berbeda dapat dilihat pada Tabel 29.

Tabel 29. Protein kasar OATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*

Perlakuan	Protein Kasar Setelah Fermentasi (% BK)
A(Pc:Nc=1:1)	16,70 ^b
B(Pc:Nc=2:1)	16,49 ^b
C(Pc:Nc=3:1)	18,70 ^a
SE	1.56

Keterangan: Superskrip pada kolom berpengaruh berbeda nyata (P<0.05)

Pada tabel dapat dilihat bahwa peningkatan protein kasar pada komposisi *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*, perbandingan 3:1 lebih tinggi dari 2:1 dan 1:1). Ini disebabkan dominan tumbuh kapang *Phanerochaete chrysosporium*. Kapang yang banyak tumbuh akan menyumbang protein tubuhnya karena kapang mengandung protein yang cukup tinggi yaitu 35-40 %. Peningkatan protein

kasar ini juga disebabkan adanya enzim yang dihasilkan kapang, karena enzim adalah bagian dari protein. Menurut Haword *et al.*, (2003) kapang *Phanerochaete chrysosporium* menghasilkan enzim peroksidase ekstraseluler yang berupa lignin peroksidase dan mangan peroksidase, dan kapang *Neurospora crassa* dapat menghasilkan enzim amilase, selulase, dan protease (Nuraini, 2006).

Tingginya peningkatan protein kasar berkaitan dengan pertumbuhan kapang subur dan merata pada substrat ditandai jumlah koloni yang banyak yaitu ($18,09 \times 10^{10}$ cfu/g).

3.7.2 Serat Kasar

Kandungan serat kasar ongkok fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat dilihat pada Tabel 30. Serat kasar yang terendah terdapat pada perlakuan OATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*, komposisi inokulum 3:1).

Tabel 30. Serat kasar LSATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*

Perlakuan	Serat Kasar Setelah Fermentasi (% BK)
A(Pc:Nc=1:1)	14,07 ^a
B(Pc:Nc=2:1)	12,59 ^b
C(Pc:Nc=3:1)	10,74 ^c
SE	0,54

Keterangan: Superskrip pada kolom berpengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0.01$)

Ini disebabkan perlakuan tersebut menggunakan kapang *Phanerochaete chrysosporium* yang (bersifat selulolitik dan

lignolitik) dengan komposisi lebih banyak, sehingga lebih aktiv enzim selulase dan ligninase untuk mendegradasi selulosa dan lignin dengan demikian serat kasar menjadi lebih rendah.

Menurut Haword *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, disamping itu kapang *Neurospora crassa* juga menghasilkan enzim selulase walaupun dalam jumlah sedikit, yang bisa merombak selulosa. Kapang *Neurospora crassa* dapat menghasilkan enzim amilase, enzim selulase dan protease (Nuraini, 2006).

3.7.3. Retensi Nitrogen

Retensi nitrogen dari produk OATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat dilihat pada Tabel 31.

Tabel 31. Retensi nitrogen broiler yang diberi OATF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*

Perlakuan	Retensi Nitrogen (%)
A(Pc:Nc=1:1)	63,20 ^b
B(Pc:Nc=2:1)	63,29 ^b
C(Pc:Nc=3:1)	65,27 ^a
SE	1,75

Keterangan: Superskrip pada kolom berpengaruh berbeda sangat nyata (P<0.01)

Retensi nitrogen tertinggi terdapat pada komposisi inokulum *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* perbandingan 3:1 yang menunjukkan bahwa kualitas protein yang tinggi pada produk fermentasi tersebut. Hal ini didukung oleh Wahju (1997) bahwa retensi nitrogen dipengaruhi oleh daya cerna protein, kualitas protein dan keseimbangan konsumsi nitrogen serta energi metabolisme dalam ransum.

Tingginya retensi nitrogen berkaitan dengan jumlah protein kasar yang dikonsumsi juga tinggi. Konsumsi protein pada perlakuan C yaitu 2,54 gram/ekor. Hal ini berkaitan dengan kandungan protein kasar yang lebih tinggi pada perlakuan fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* komposisi inokulum 3:1, yaitu 18,70%. Konsumsi protein kasar yang tinggi mengakibatkan semakin banyak protein yang dicerna sehingga banyak yang ditinggalkan didalam tubuh akibatnya persentase retensi nitrogen meningkat.

3.8. Profil Kualitas Nutrisi Bungkil Inti Sawit Fermentasi

3.8.1. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Protein Kasar

Peningkatan protein kasar dari produk fermentasi bungkil inti sawit dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* (BISF) dapat dilihat pada Tabel 32. Protein kasar BISF yang tinggi terdapat pada perlakuan lama fermentasi 14 hari (D) dan lama fermentasi 12 hari (C) dan lama fermentasi 10 hari (B) serta yang terendah pada perlakuan lama fermentasi 8 hari. Tingginya peningkatan protein kasar pada perlakuan B, C dan D disebabkan oleh pertumbuhan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan

Neurospora crassa pada substrat, tumbuh subur dan merata bewarna putih dan orange.

Tabel 32. Protein kasar BISF

Perlakuan (Lama Fermentasi)	Protein Kasar (%)
A (8 hari)	21,42 ^b
B (10 hari)	24,31 ^{ab}
C (12 hari)	25,34 ^a
D (14 hari)	25,14 ^a
SE	0.15

Keterangan : berbeda nyata ($P < 0.05$)

Peningkatan protein kasar BISF ini terjadi secara persentase karena perubahan bahan kering dan adanya penambahan protein yang disumbangkan oleh sel mikroba akibat pertumbuhannya yang menghasilkan produk protein sel tunggal (PST) atau biomassa sel yang mengandung sekitar 40-65% protein (Krishna *et al.*, 2005).

Howard *et al.*, (2003) menjelaskan bahwa kapang yang mempunyai pertumbuhan dan perkembangbiakan yang baik akan dapat merubah lebih banyak komponen penyusun media menjadi suatu massa sel, sehingga akan terbentuk protein yang berasal dari tubuh kapang itu sendiri dan dapat meningkatkan protein kasar dari bahan. Disamping itu protein kasar yang meningkat pada perlakuan tersebut berasal dari enzim yang dihasilkan oleh kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* karena enzim tersebut adalah protein. Kapang *Phanerochaete chrysosporium*

menghasilkan enzim peroksidase ekstraselular yang berupa lignin peroksidase dan mangan peroksidase serta lignin dan selulosa dan kapang *Neurospora crassa* juga menghasilkan enzim protease, selulase dan amilase (Nuraini, 2006).

Peningkatan protein kasar terbaik dari efisiensi waktu yaitu pada perlakuan B lama fermentasi 10 hari yaitu sebelum fermentasi 17,75% dan sesudah fermentasi menjadi 24,01%).

3.8.2. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Serat Kasar

Serat kasar dari produk fermentasi bungkil inti sawit dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* (BISF) dapat dilihat pada Tabel 33.

Tabel 33. Serat kasar BISF

Perlakuan (Lama Fermentasi)	Serat Kasar (%)
A(8hari)	16,01 ^a
B(10hari)	13,04 ^b
C(12hari)	12,83 ^b
D(14hari)	12,25 ^b

Keterangan : berbeda nyata ($P < 0.05$)

Pada Tabel 33 dapat dilihat bahwa kandungan serat kasar BISF pada perlakuan B, C dan D berbeda tidak nyata tetapi tinggi dari perlakuan A. Rendahnya serat kasar pada perlakuan B, C dan D karena pertumbuhan ke 2 kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* tumbuh subur dan merata ditandai dengan secara visual tampak pada substrat berwarna putih dan orange. Pada perlakuan B, C dan

D Kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* berada pada fase pertumbuhan cepat sehingga lebih banyak menghasilkan enzim selulase untuk mendegradasi selulosa akibatnya penurunan serat kasar meningkat (selulosa dan lignin). Kapang *Phanerochaete chrysosporium* mempunyai kemampuan dalam mendegradasi komponen serat karena disamping menghasilkan enzim pendegradasi lignin, kapang ini juga mampu menghasilkan enzim pendegradasi selulosa (Howard *et al.* 2003) dan *Neurospora crassa* juga menghasilkan enzim selulase (Nuraini, 2006).

3.8.3. Retensi Nitrogen (RN)

Rataan retensi nitrogen dari produk fermentasi bungkil inti sawit dengan *Phanerochaete chrysosporium* (BISF) untuk masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 34.

Tabel 34. Rataan retensi nitrogen BISF dengan *Phanerochaete chrysosporium*

Perlakuan (Lama Fermentasi)	Retensi Nitrogen (%)
A (8 hari)	60,00 ^c
B (10 hari)	63,25 ^a
C (12 hari)	64,74 ^a
D (14 hari)	64,48 ^a

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0.01$)

Pada Tabel 34 dapat dilihat bahwa retensi nitrogen yang tinggi terdapat pada perlakuan B, C dan D dan terendah pada

perlakuan A, sedangkan retensi nitrogen BIS tanpa fermentasi sebesar 51,02%. Tingginya retensi nitrogen pada perlakuan B, C dan D berkaitan dengan jumlah protein kasar yang dikonsumsi juga tinggi, Hal ini berkaitan dengan protein kasar yang lebih tinggi pada perlakuan B, C dan D. Tingginya retensi nitrogen menunjukkan bahwa kualitas protein pada perlakuan B, C dan D lebih baik dari pada perlakuan lain A. Menurut Tilman, *et al* (2005) tinggi rendahnya pencernaan protein tergantung pada kandungan protein pakan dan banyaknya protein yang masuk dalam saluran pencernaan. Sesuai dengan pendapat Corzo(2005) bahwa faktor-faktor yang menentukan besar kecilnya retensi nitrogen adalah konsumsi ransum terutama konsumsi protein, daya cerna protein, keseimbangan konsumsi nitrogen dan energi metabolisme ransum.

3.9. Profil Kualitas Nutrisi Tongkol Jagung Fermentasi

3.9.1 Pengaruh Dosis Inokulum dan Lama Fermentasi

3.9.1.1. Penurunan Serat Kasar

Penurunan serat kasar terhadap tongkol jagung difermentasikan dengan *Phanerochaeta chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat dilihat pada Tabel 35. Penurunan serat kasar yang tertinggi terdapat pada dosis inokulum 10% dan lama fermentasi 11 hari yaitu 46.42% dan pada dosis inokulum 10% dan lama fermentasi 9 hari. Tingginya penurunan serat kasar berkaitan dengan dosis inokulum yang diberikan banyak sehingga kapang banyak tumbuh dan merata sehingga banyak dihasilkan enzim ligninase dan enzim selulase.

Tabel 35. Penurunan serat kasar (%) tongkol jagung fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*

Dosis Inokulum	Lama Fermentasi			Rataan
	B1 (7 hari)	B2 (9 hari)	B3 (11 hari)	
A1 (6%)	32.93 ^{Cc}	34.58 ^{Bc}	36.94 ^{Ac}	36.44
A2 (8%)	35.85 ^{Bb}	40.02 ^{Bb}	41.03 ^{Ab}	40.95
A3 (10%)	40.59 ^{Ba}	44.62 ^{Aa}	44.42 ^{Aa}	45.22
Rataan	38.10	41.71	42.82	

Keterangan : berbeda sangat nyata ($P < 0.01$).

Kapang yang banyak tumbuh lebih banyak lignin dan selulosa yang dirombak. Kapang *Phanerochaete chrysosporium* menurut Toumela *et al.*, (2002) merupakan kapang pelapuk putih yang mampu mendegradasi komponen lignoselulosa secara selektif, merombak lignin terlebih dahulu kemudian diikuti oleh selulosa. Kapang *Phanerochaete chrysosporium* bersifat lignolitik dan selulolitik, sehingga lebih banyak menghasilkan enzim ligninase dan enzim selulase untuk mendegradasi selulosa yang mengakibatkan lignin dan selulosa turun. Menurut 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. 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).

3.9.1.2. Protein Kasar

Peningkatan protein kasar dari tongkol jagung yang difermentasi dengan *Phanerochaeta chrysosporium* dan *Neurospora crassa* yang dipengaruhi dosis inokulum dan lama fermentasi, dapat dilihat pada Tabel 36.

Tabel 36. Peningkatan protein kasar tongkol jagung fermentasi dengan *Phanerochaeta chrysosporium* dan *Neurospora crassa* (%).

Dosis Inokulum	Lama Fermentasi			Rataan
	B1 (7 hari)	B2 (9 hari)	B3 (11 hari)	
A1 (6%)	23.84 ^{Cc}	32.40 ^{Bc}	34.49 ^{Ac}	30.24
A2 (8%)	27.10 ^{Bb}	35.69 ^{Ab}	36.77 ^{Ab}	33.18
A3 (10%)	26.32 ^{Ba}	39.39 ^{Aa}	40.39 ^{Aa}	35.37
Rataan	25.75	35.82	37.22	

Keterangan : berbeda sangat nyata ($P < 0.01$).

Tingginya peningkatan protein kasar pada A3B2 dan A3B3 disebabkan pertumbuhan kapang subur dan merata pada substrat TJF yang ditandai dengan jumlah koloni yang banyak $16,08 \times 10^6$ cfu/ml dan $16,54 \times 10^6$ cfu/ml. Kapang yang pertumbuhan dan perkembangbiakannya baik dapat mengubah lebih banyak komponen penyusun media menjadi suatu massa sel, sehingga terbentuk protein tubuh kapang itu sendiri sehingga akan meningkatkan kandungan protein dari bahan. Tubuh kapang mengandung protein yang cukup tinggi yaitu 40-50% .

Nuraini (2006), menyatakan bahwa semakin banyak dosis inokulum yang dipakai maka semakin banyak kapang yang tumbuh dan semakin banyak bahan yang dirombak.

Cepat lambatnya fermentasi sangat menentukan jumlah enzim yang dihasilkan, semakin lama waktu fermentasi yang digunakan akan semakin banyak bahan yang dirombak oleh enzim. Waktu fermentasi dalam memproduksi enzim yang berbeda menghasilkan aktivitas enzim yang berbeda.

Besarnya dosis inokulum akan mempengaruhi biomassa dan sintesa protein. Sedikit dosis inokulum yang dipakai maka semakin sedikit pula sumbangan tubuh kapang dan enzim yang diekspresikan juga sedikit akibatnya pada perlakuan tersebut peningkatan protein kasar rendah.

Selain itu fermentasi dengan menggunakan *Phanerochaeta chrysosporium* dapat merubah komponen yang sulit dicerna menjadi lebih mudah dicerna misalnya selulosa dan hemiselulosa menjadi gula sederhana sehingga meningkatkan nilai gizi protein dan metabolis. Kapang *Neurosporacrassa* merupakan salah satu kapang yang dapat menghidrolisis protein kompleks menjadi peptida-peptida dan asam-asam amino bebas, serta mampu menghasilkan enzim protease, amilase dan hemiselulase.

Menurut Nuraini (2006) kapang *Neurospora crassa* dapat menghasilkan enzim amilase, enzim selulase dan protease, selanjutnya dijelaskan bahwa campuran 60% ampas sago dengan 40% ampas tahu yang difermentasi dengan 9% inokulum *Neurospora crassa* selama 10 hari didapatkan aktifitas enzim amilase sebanyak 17.21 μ /ml, protase 15.06 μ /ml dan selulase 0.33 μ /ml.

3.10. Profil Kualitas Nutrisi Limbah Ubi Kayu Fermentasi

3.10.1. Protein Kasar

Protein kasar limbah ubi kayu fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dengan komposisi inokulum berbeda dapat dilihat pada Tabel 37.

Tabel 37. Protein kasar LUKF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*

Perlakuan	Protein Kasar Setelah Fermentasi (% BK)
A(Pc:Nc=1:1)	14,75 ^c
B(Pc:Nc=2:1)	16,39 ^b
C(Pc:Nc=3:1)	18,65 ^a
SE	1.56

Keterangan: berbeda sangat nyata ($P < 0.01$)

Pada tabel dapat dilihat bahwa peningkatan protein kasar pada komposisi *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*, perbandingan 3:1 lebih tinggi dari 2:1 dan 1:1). Tingginya peningkatan protein kasar pada C berkaitan dengan pertumbuhan kapang subur dan merata pada substrat ditandai jumlah koloni yang banyak yaitu ($18,09 \times 10^{10}$ cfu/g). Jumlah kapang yang banyak akan menyumbang protein tubuhnya karena kapang mengandung protein yang cukup tinggi yaitu 35-40 %. Peningkatan protein kasar ini juga disebabkan adanya enzim yang dihasilkan kapang, karena enzim adalah bagian dari protein. Kapang *Phanerochaete chrysosporium* menghasilkan enzim peroksidase ekstraseluler yang berupa lignin peroksidase dan mangan peroksidase, dan kapang *Neurospora crassa* dapat menghasilkan enzim amilase, selulase, dan protease.

3.10.2 Serat Kasar

Kandungan serat kasar limbah ubi kayu fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat dilihat pada Tabel 38.

Tabel 38. Serat kasar LUKF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*

Perlakuan	Serat Kasar Setelah Fermentasi
A(Pc:Nc=1:1)	14,27 ^a
B(Pc:Nc=2:1)	12, 50 ^b
C(Pc:Nc=3:1)	10,78 ^c
SE	0,53

Keterangan: berbeda sangat nyata ($P < 0.01$)

Serat kasar yang terendah terdapat pada perlakuan LUKF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*, komposisi inokulum 3:1). Ini disebabkan perlakuan tersebut menggunakan kapang *Phanerochaete chrysosporium* yang (bersifat selulolitik dan lignolitik) dengan komposisi lebih banyak, sehingga lebih aktif enzim selulase dan ligninase untuk mendegradasi selulosa dan lignin dengan demikian serat kasar menjadi lebih rendah.

Menurut Haword *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, disamping itu kapang *Neurospora crassa* juga menghasilkan enzim selulase walaupun dalam jumlah sedikit, yang bisa merombak selulosa. Kapang *Neurospora*

crassa dapat menghasilkan enzim amilase, enzim selulase dan protease (Nuraini, 2006).

3.10.3. Retensi Nitrogen

Retensi nitrogen dari produk LUKF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat dilihat pada Tabel 39.

Tabel 39. Retensi nitrogen broiler yang diberi LUKF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*

Perlakuan	Retensi Nitrogen (%)
A(Pc:Nc=1:1)	60,41 ^c
B(Pc:Nc=2:1)	62,70 ^b
C(Pc:Nc=3:1)	64,22 ^a
SE	0,75

Keterangan: berbeda sangat nyata ($P < 0.01$)

Retensi nitrogen tertinggi terdapat pada komposisi inokulum *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* perbandingan 3:1 yang menunjukkan bahwa kualitas protein yang tinggi pada produk fermentasi tersebut. Hal ini didukung oleh Wahju (1997) bahwa retensi nitrogen dipengaruhi oleh daya cerna protein, kualitas protein dan keseimbangan konsumsi nitrogen serta energi metabolisme dalam ransum.

Tingginya retensi nitrogen berkaitan dengan jumlah protein kasar yang dikonsumsi juga tinggi. Konsumsi protein pada perlakuan C yaitu 2,43 gram/ekor. Hal ini berkaitan dengan kandungan protein kasar yang lebih tinggi pada perlakuan fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan

Neurospora crassa komposisi inokulum 3:1, yaitu 18,65%. Konsumsi protein kasar yang tinggi mengakibatkan semakin banyak protein yang dicerna sehingga banyak yang ditinggalkan didalam tubuh akibatnya persentase retensi nitrogen meningkat.

BAB IV

PENGGUNAAN PAKAN FERMENTASI DALAM RANSUM UNGGAS

4.1. Penggunaan Limbah Buah Pisang Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* pada Broiler

4.1.1. Konsumsi Ransum Broiler

Konsumsi ransum merupakan selisih antara jumlah ransum yang disediakan dikurangi sisa ransum yang tidak dikonsumsi. Konsumsi ransum merupakan kegiatan masuknya sejumlah unsur nutrisi yang ada dalam ransum yang telah disusun dari berbagai bahan makanan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ayam. Faktor -faktor yang mempengaruhi konsumsi ransum menurut Rasyaf (2003) adalah temperatur lingkungan, kesehatan ayam, imbang energi dan protein yang diberikan, sistem pemberian makanan, kualitas ransum jenis kelamin, palatabilitas bahan dan genetis ayam.

Konsumsi ransum ternak dari minggu ke minggu bertambah sesuai dengan pertambahan umur. Konsumsi ransum broiler sampai umur 6 minggu menggunakan limbah buah pisang fermentasi dalam ransum disajikan pada Tabel 40.

Konsumsi ransum broiler berkisar antara 1742,60 - 1707,15 g/ekor. Konsumsi ransum sama menunjukkan bahwa produk fermentasi lebih palatable/disukai broiler dibandingkan dengan LBP saja, karena LBPF dapat dikonsumsi oleh broiler dengan tingkat pemberian sampai level 20% walaupun terjadi pengurangan jagung sebesar 23,33% dan

bungkil kedelai 38,89%, sementara hasil penelitian sebelumnya dengan penggunaan LPB saja hanya bisa digunakan sebanyak 8% dalam ransum.

Tabel 40. Konsumsi ransum broiler yang mengkonsumsi LBPF

Perlakuan	Konsumsi ransum (g/ekor)
A (0% LPBF)	1742,60
B (5% LPBF)	1721,45
C (10% LPBF)	1718,60
D (15% LPBF)	1714,70
E (20% LPBF)	1707,15
SE	13,65

Keterangan: Berbeda tidak nyata ($P>0,05$)

Konsumsi ransum yang sama dipengaruhi oleh palatabilitas ransum terutama bentuk fisik ransum yang diberikan. Bentuk fisik ransum yang diberikan dari LBPF berbentuk butiran pecah yang sama bentuknya dengan jagung dan bungkil kedelai. Proses fermentasi dapat memberikan perubahan fisik dan kimia yang menguntungkan seperti aroma, rasa, tekstur, daya cerna lebih baik dari bahan asalnya. Fardiaz (2002) menyatakan produk fermentasi mempunyai nilai gizi yang lebih baik dari bahan asalnya karena telah mengalami perubahan-perubahan yang menguntungkan seperti dihasilkan flavour, vitamin dan asam amino serta dapat meningkatkan daya cerna. Mikroorganisme dengan enzim yang dihasilkannya dapat merombak senyawa kompleks seperti karbohidrat, protein dan lemak menjadi senyawa yang sederhana seperti glukosa, asam amino dan

asam lemak. Ini membuktikan enzim selulase dan ligninase yang dihasilkan kapang *Phanerochaete chrysosporium* mampu merombak sebagian selulosa dan lignin pada limbah buah pisang sehingga bisa digunakan lebih banyak dalam ransum broiler.

Proses fermentasi memberikan perubahan fisik dari limbah buah pisang yaitu limbah buah pisang yang berwarna gelap menjadi lebih terang. Warna ransum pada perlakuan menggunakan produk fermentasi lebih terang dibandingkan ransum control (0% LBPF). Hal ini disebabkan ransum yang diberikan produk fermentasi memiliki warna yang cerah (sumbangan warna putih dari kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan warna kuning orange dari *Neurospora crassa*), sehingga lebih disukai ternak. Rasyaf (2009) menyatakan broiler lebih menyukai ransum berwarna terang dan cerah.

4.1.2. Pertambahan Bobot Badan Broiler

Pertambahan bobot badan broiler pada masing-masing perlakuan selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 41. Pertambahan bobot badan broiler berkisar antara 911,63 – 940,69 g/ekor. Pertambahan bobot badan dengan pemberian LBPF sampai level 20% dalam ransum sama dengan semua perlakuan, disebabkan jumlah ransum yang dikonsumsi broiler pada masing-masing perlakuan juga sama. Samanya konsumsi ransum mengakibatkan jumlah zat-zat makanan yang termanfaatkan untuk pembentukan jaringan tubuh sama, sehingga pertambahan bobot badan yang dihasilkan juga sama.

Tabel 41. Pertambahan bobot badan broiler (g/ekor).

Perlakuan	Pertambahan bobot badan (g/ekor)
A (0% LPBF)	940,69
B (5% LPBF)	932,25
C (10% LPBF)	924,38
D (15% LPBF)	919,56
E (20% LPBF)	911,63
SE	12,03

Keterangan : Berbeda tidak nyata ($P > 0,05$)

Konsumsi ransum sama disebabkan proses fermentasi limbah buah pisang dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat menyebabkan perubahan sifat substrat sebagai akibat pemecahan kandungan zat makanan yang kompleks yaitu protein, lemak dan karbohidrat dapat dihidrolisis menjadi lebih sederhana sehingga LBPF yang dihasilkan mempunyai pencernaan yang tinggi. Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dapat memungkinkan terjadi perubahan bahan yang sulit dicerna menjadi lebih mudah dicerna misalnya selulosa dan hemiselulosa menjadi gula sederhana sehingga meningkatkan nilai gizi dan energi metabolisme (Sembiring, 2006). Pertambahan bobot badan dipengaruhi oleh jumlah ransum yang dikonsumsi dan kualitas dari protein ransum. Samanya pertambahan bobot badan juga menunjukkan bahwa kualitas protein ransum yang sama dari perlakuan A, B, C, D dan E.

4.1.3 Konversi Ransum Broiler

Konversi ransum broiler yang mengkonsumsi LBPF dalam ransum dapat dilihat pada Tabel 42.

Tabel 42. Konversi ransum broiler

Perlakuan	Konversi ransum
A (0% LBPF)	1,85
B (5% LBPF)	1,85
C (10% LBPF)	1,86
D (15% LBPF)	1,86
E (20% LBPF)	1,87
SE	0,02

Keterangan: Berbeda tidak nyata ($P>0,05$)

Konversi ransum broiler dari perlakuan A sampai E berkisar antara 1,85 - 1,87. Samanya pengaruh perlakuan terhadap konversi ransum broiler disebabkan konsumsi ransum dan penambahan bobot badan antara perlakuan A sampai E sama, sehingga konversi ransum yang dihasilkan juga sama. Sesuai dengan pendapat Siregar dkk. (1982) bahwa konversi ransum adalah perbandingan antara jumlah ransum yang dihabiskan broiler dengan penambahan bobot badan dalam waktu tertentu. Anggorodi (1995) menyatakan bahwa kualitas ransum sangat menentukan besar kecilnya konversi yang dihasilkan, ransum yang bermutu baik dengan kandungan gizi yang seimbang dan mempunyai palabilitas tinggi menjadikan konversi ransum yang dihasilkan semakin baik, sebaliknya ransum yang bermutu rendah dengan palabilitas yang rendah menghasilkan konversi yang rendah.

4.1.4. Bobot Hidup Broiler

Bobot hidup broiler yang mengkonsumsi campuran limbah buah pisang fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat dilihat pada Tabel 43.

Tabel 43. Bobot hidup broiler

Perlakuan	Bobot hidup (g/ekor)
A (0% LPBF)	971,75
B (5% LPBF)	988,75
C (10% LPBF)	986,00
D (15% LPBF)	977,75
E (20% LPBF)	984,25
SE	11,18

Keterangan : Berbeda tidak nyata ($P>0,05$)

Bobot hidup broiler yang mengkonsumsi LPBF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* sama, berkaitan dengan konsumsi ransum yang sama. Ini menunjukkan bahwa palatabilitas ransum pada perlakuan penggunaan 20% LPBF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* sama dengan perlakuan lainnya, padahal pada perlakuan E terjadi pengurangan jagung sebanyak 23,33% dan pengurangan bungkil kedelai sebanyak 38,88%. Kekurangan zat makanan pada jagung dan bungkil kedelai ditutupi oleh produk fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*.

Hal ini menunjukkan bahwa produk fermentasi disukai oleh broiler sampai level 20% dalam ransum. Konsumsi ransum yang sama menunjukkan bahwa jumlah ransum yang digunakan untuk pertumbuhan jaringan-jaringan tubuh juga sama sehingga membentuk berat hidup yang sama. Menurut Wahju (1997) bahwa konsumsi ransum yang sama akan menghasilkan bobot hidup yang sama.

Samanya konsumsi ransum menunjukkan bahwa fermentasi terhadap limbah buah pisang dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat menyebabkan perubahan sifat substrat sebagai akibat pemecahan kandungan zat makanan yang kompleks yaitu protein, lemak dan karbohidrat dapat dihidrolisis menjadi lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna. Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat memungkinkan terjadi perubahan bahan yang sulit dicerna menjadi lebih mudah dicerna misalnya selulosa dan hemiselulosa menjadi gula sederhana sehingga meningkatkan nilai gizi dan energi metabolisme (Sembiring, 2006).

4.1.5. Persentase Karkas

Karkas broiler pada dapat dilihat pada Tabel 44. Karkas broiler yang paling tinggi adalah pada perlakuan A (70,31 %). Produksi karkas erat hubungannya dengan bobot hidup. Hal ini disebabkan karena persentase karkas diperoleh dari berat karkas dibagi berat hidup dikali 100%.

Persentase karkas yang dihasilkan pada masing-masing perlakuan sama, disebabkan bobot hidup dan bobot karkas, juga sama sehingga perbandingan antara bobot karkas dengan bobot hidup juga sama.

Tabel 44. Karkas broiler selama penelitian

Perlakuan	Persentase karkas (%)
A (0% LPBF)	70,31
B (5% LPBF)	66,72
C (10% LPBF)	66,54
D (15% LPBF)	66,44
E (20 % LPBF)	66,75
SE	0,56

Keterangan : Berbeda tidak nyata ($P>0,05$)

Samanya persentase karkas menunjukkan bahwa penggunaan limbah buah pisang fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dalam ransum broiler sampai level 20% dengan pengurangan jagung sebanyak 23,3% dan pengurangan bungkil kedelai sebanyak 38,8% dalam ransum E (20% LBPF dalam ransum) sama baiknya dengan ransum tanpa LBPF (0% LPBF dalam ransum), tetapi dengan jagung dan bungkil kedelai lebih banyak.

4.1.6. Kolesterol Daging Broiler

Pengaruh pemberian limbah buah pisang fermentasi terhadap kolesterol daging broiler dapat dilihat pada Tabel 45. Kandungan kolesterol daging broiler yang terendah terdapat pada perlakuan E yaitu 116,89 mg/100g. Rendahnya kandungan kolesterol pada perlakuan E dibandingkan perlakuan A, berkaitan dengan pemakaian LPBF yang banyak pada perlakuan E yaitu sampai level 20%.

Tabel 45. Kolesterol daging broiler

Perlakuan	Kolesterol Daging (mg/100g)
A (0% LPBF)	178,54 ^a
B (5% LPBF)	165,94 ^{ab}
C (10% LPBF)	161,70 ^b
D (15% LPBF)	147,36 ^c
E (20% LPBF)	116,89 ^d
SE	4,79

Keterangan: Superskrip huruf kecil berbeda menunjukkan pengaruh berbeda nyata ($P < 0,05$)

Semakin banyak penggunaan produk fermentasi maka semakin tinggi kandungan β -karoten ransum yaitu 45,34mg/kg, asal dari β -karoten yang tinggi yaitu 225,56 mg/kg dari LPBF yang dapat menurunkan kandungan kolesterol daging broiler.

Meningkatnya kandungan β -karoten dalam ransum mengakibatkan jumlah β -karoten yang dikonsumsi juga meningkat dan semakin tinggi β -karoten yang dikonsumsi maka dapat menurunkan kadar kolesterol pada daging karena β -karoten dapat menghambat kerja enzim HMGKoA reduktase (hydroxymetyl glutaryl-CoA) yang berperan dalam pembentukan mevalonat. Mevalonat diperlukan dalam proses sintesis kolesterol, sehingga dengan terhambatnya kerja enzim dapat menghalangi pembentukan kolesterol (Marz & Winkelmann, 2002).

Peningkatan kandungan β -karoten dalam ransum mengakibatkan jumlah konsumsi β -karoten yang banyak pula.

Penurunan kolesterol pada penelitian ini adalah 34,53%. Hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian penggunaan campuran dedak dan ampas tahu fermentasi dengan *Monascus purpureus* sampai level 20% dalam ransum terhadap kolesterol daging broiler diperoleh kolesterol daging broiler 132,8 mg/100g atau terjadi penurunan kolesterol sebanyak 19,70%.

4.2. Penggunaan Limbah Buah Coklat Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* pada Broiler

4.2.1. Konsumsi Ransum Broiler

Konsumsi ransum broiler sampai umur 4 minggu dapat dilihat pada Tabel 46. Tidak nyatanya perbedaan konsumsi ransum broiler antara perlakuan 0, 5, 10, 15 dan 20% LBCF dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dalam ransum menunjukkan bahwa pemberian produk fermentasi LBCF 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.

Konsumsi ransum yang tidak berbeda disebabkan palatabilitas ransum pada setiap perlakuan relatif sama. Penggunaan LBCF sampai taraf 20% dalam ransum memberikan aroma dan bentuk yang tidak jauh berbeda dengan ransum kontrol.

Tabel 46. Konsumsi ransum broiler

Perlakuan (% KBCATF dalam ransum)	Konsumsi Ransum (g/ekor)
A (0% LBCF)	1264,00
B (5% LBCF)	1290,30
C (10% LBCF)	1308,45
D (15% LBCF)	1299,00
E (20% LBCF)	1301,70
SE	12,37

Keterangan : Berbeda tidak nyata

Fermentasi limbah buah coklat dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat meningkatkan flavor dari substrat sehingga palatabilitas produk fermentasi meningkat. Proses fermentasi dapat memberikan perubahan fisik dan kimia yang menguntungkan seperti aroma, tekstur dan daya cerna lebih baik dari bahan asalnya. Mikroorganismenya 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.

4.2.2. Pertambahan Bobot Badan Broiler

Pertambahan bobot badan broiler sampai umur 4 minggu dari masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 47.. Penggunaan LBCF 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 LBCF sampai level 20% dapat mengurangi penggunaan jagung sebesar 16,75% dan pengurangan bungkil kedelai sebesar 4,5%.

Tabel 47. Pertambahan bobot badan broiler

Perlakuan (%LBCF dalam ransum)	Pertambahan Bobot Badan (g/ekor)
A (0% LBCF)	769,15
B (5% LBCF)	790,35
C (10% LBCF)	800,75
D (15% LBCF)	787,50
E (20% LBCF)	781,35
SE	12,41

Keterangan : berbeda tidak nyata

Pertambahan bobot badan yang sama pada setiap perlakuan juga disebabkan oleh konsumsi ransum terutama konsumsi protein yang sama. Pendapat Leeson dan Summers (2001) bahwa jumlah ransum yang dikonsumsi (terutama

protein) akan menentukan besarnya penambahan bobot badan yang diperoleh.

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% LBCF 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%LBCF 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 LBC sebelum fermentasi terjadi peningkatan setelah difermentasi LBCF.

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% LBCF) dengan penggunaan jagung dan bungkil kedelai yang lebih banyak.

4.2.3. Konversi Ransum Broiler

Konversi ransum broiler sampai umur 4 minggu dapat dilihat pada Tabel 48.

Tabel 48. Konversi ransum broiler

Perlakuan (% LBCF dalam ransum)	Konversi Ransum
A (0% LBCF)	1,65
B (5% LBCF)	1,63
C (10% LBCF)	1,64
D (15% LBCF)	1,65
E (20% LBCF)	1,67
SE	0,04

Keterangan : Berbeda tidak nyata

Konversi ransum yang sama berkaitan dengan konsumsi ransum dan pertambahan bobot badan broiler yang masing-masing juga seragam dipengaruhi perlakuan, karena konversi ransum diperoleh dari perbandingan ransum yang dikonsumsi dengan pertambahan bobot badan dalam waktu tertentu. Nilai konversi ransum ditentukan oleh banyaknya konsumsi ransum dan pertambahan bobot badan yang dihasilkan. Jadi dengan konsumsi ransum yang sama yang diikuti dengan pertambahan bobot badan yang seragam akan menghasilkan konversi ransum yang tidak berbeda. Menurut Leeson dan Summers (2001) bahwa 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 LBCF 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.

4.2.4. Persentase Karkas Broiler

Persentase karkas broiler sampai umur 4 minggu dari masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 49. Berbeda tidak nyatanya masing-masing perlakuan terhadap persentase karkas disebabkan bobot hidup broiler umur 4 minggu yang diperoleh juga seragam pada setiap perlakuan karena persentase bobot karkas diperoleh dari perbandingan bobot karkas dengan bobot hidup broiler.

Ini didukung oleh pendapat Cherry *et al.* (1998) bahwa persentase karkas dipengaruhi oleh bobot hidup. Disamping bobot hidup yang diperoleh sama, persentase karkas yang berbeda tidak nyata juga dipengaruhi oleh pengolahan yang dilakukan seragam. Pengolahan yang dilakukan saat

pemotongan akan mempengaruhi karkas yang diperoleh (Murugesan *et al.*, 2005).

Tabel 49. Persentase karkas broiler

Perlakuan (% LBCF dalam ransum)	Persentase Karkas
A (0% LBCF)	68,36
B (5% LBCF)	67,83
C (10% LBCF)	68,80
D (15% LBCF)	68,25
E (20% LBCF)	67,31
SE	0,37

Keterangan : Berbeda tidak nyata

Persentase karkas yang berbeda tidak nyata pada penelitian ini juga sama dengan penelitian Nuraini (2006), bahwa penggunaan ampas sagu dan ampas tahu fermentasi dengan *Neurospora crassa* sampai level 21% dengan pengurangan penggunaan jagung dan bungkil kedelai dalam ransum tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap persentase karkas broiler.

Fakta ini membuktikan bahwa penggunaan produk LBCF 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% LBCF dalam ransum adalah 67,31%. Hasil ini termasuk dalam kisaran persentase karkas broiler menurut Cherry *et al.* (1998) yaitu 65-75% dari bobot hidup.

4.2.5. Kolesterol Daging Broiler

Kolesterol daging broiler sampai umur 4 minggu dari dapat dilihat pada Tabel 50. Penurunan kandungan kolesterol daging broiler pada (10%, 15% dan 20% LBCF) ransum seiring dengan peningkatan level penggunaan produk LBCF dalam ransum. Pada 20% LBCF dalam ransum, mampu menurunkan kolesterol daging broiler tertinggi yaitu sebanyak 33,84% dari 326,31 mg/100 g menjadi 215,88 mg/100g.

Tabel 50. Kolesterol daging broiler

Perlakuan (% KBCATF dalam ransum)	Kolesterol Daging (mg/100g)
A (0% LBCF)	326,31 ^a
B (5% LBCF)	295,12 ^{ab}
C (10% LBCF)	263,85 ^b
D (15% LBCF)	234,42 ^c
E (20% LBCF)	215,88 ^{cd}
SE	10,74

Keterangan : Berbeda tidak nyata

Lebih rendahnya kolesterol daging pada perlakuan E (20% LBCF) dalam ransum disebabkan semakin banyak digunakan produk LBCF 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 (Hydroksimetyl glutaryl-KoA) yang berperan dalam pembentukan mevalonat. Mevalonat diperlukan dalam proses

sintesis kolesterol sehingga dengan terhambatnya kerja enzim maka terhalang pembentukan kolesterol (Kohlmeir dan Hasting, 1995).

Persentase penurunan kolesterol daging broiler yang tertinggi pada penelitian LBCF pada broiler ini adalah 33,84% yaitu pada perlakuan E (20% KBCATFdengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa*) dalam ransum. Hasil ini lebih tinggi dari persentase penurunan kolesterol daging broiler hasil penelitian Nuraini (2006) yaitu 26,17% dengan penggunaan ampas sagu dan ampas tahu fermentasi dengan *Neurospora crassa* pada level 21% dalam ransum.

4.3. Penggunaan Limbah Buah Durian Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* pada Broiler

4.3.1. Konsumsi Ransum Broiler

Konsumsi ransum broiler yang mengkonsumsi LBDF pada masing-masing perlakuan selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 51. Konsumsi ransum broiler yang sama pada 0% LBDF sampai 30% LBDF), menunjukkan bahwa ransum yang mengandung limbah buah durian fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* sampai pada level 30% dalam ransum masih disukai oleh broiler karena memiliki palatabilitas yang sama, meskipun terjadi pengurangan jagung sebanyak 37,93% serta pengurangan bungkil kedelai sebanyak 31,71% dari ransum kontrol.

Menurut Pond *et al.* (1995) palatabilitas didefinisikan sebagai daya tarik suatu pakan atau bahan pakan untuk menimbulkan selera makan dan dimakan oleh ternak,

dijelaskan pula bahwa palatabilitas ditentukan oleh rasa, bau, dan warna.

Tabel 51. Konsumsi ransum broiler

Perlakuan	Konsumsi ransum (g/ekor)
A (0% LBDF)	1177,80
B (7,5% LBDF)	1222,20
C (15% LBDF)	1176,30
D (22,5% LBDF)	1213,00
E (30% LBDF)	1176,90
SE	17,90

Keterangan: Berbeda tidak nyata ($P>0,05$)

Fermentasi limbah buah durian dan ampas tahu dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* yang dapat meningkatkan flavor dari substrat sehingga palatabilitas produk fermentasi meningkat. Proses fermentasi dapat memberikan perubahan fisik dan kimia yang menguntungkan seperti aroma, rasa, tekstur, daya cerna lebih baik dari bahan asalnya. Mikroorganisme dengan enzim yang dihasilkannya dapat merombak senyawa kompleks seperti karbohidrat, protein dan lemak menjadi senyawa yang sederhana seperti glukosa, asam amino dan asam lemak. Ini membuktikan enzim selulase dan ligninase yang dihasilkan kapang *Phanerochaete chrysosporium* mampu merombak sebagian selulosa dan lignin pada limbah buah durian sehingga bisa digunakan lebih banyak dalam ransum broiler.

Proses fermentasi LBDF memberikan perubahan fisik dari limbah buah durian, yaitu limbah buah durian yang awalnya berwarna gelap sebelum fermentasi berubah menjadi lebih terang setelah fermentasi. Warna ransum pada perlakuan 7,5% sampai 30% LBDF lebih terang dibandingkan ransum perlakuan A (0% LBDF). Hal ini disebabkan ransum yang diberikan perlakuan campuran limbah buah durian dan ampas tahu fermentasi memiliki warna yang cerah (sumbangan warna putih dari kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan warna kuning orange dari kapang *Neurospora crassa*), sehingga lebih disukai broiler. Rasyaf (2009) menyatakan broiler lebih menyukai ransum berwarna terang dan cerah. Broiler menyukai ransum berwarna terang dan cerah (Rasyaf,2009).

4.3.2 Pertambahan Bobot Badan Broiler

Pertambahan bobot badan broiler pada masing-masing perlakuan selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 52. Pertambahan bobot badan broiler dari perlakuan A sampai E berkisar antara 626,63 – 655,94 g/ekor.

Berbeda tidak nyatanya pengaruh perlakuan terhadap pertambahan bobot badan dengan pemberian produk LBDF sampai level 30% dalam ransum disebabkan jumlah ransum yang dikonsumsi broiler pada masing-masing perlakuan juga sama. Konsumsi ransum yang sama mengakibatkan jumlah zat-zat makanan yang dimanfaatkan untuk pembentukan jaringan tubuh sama, sehingga pertambahan bobot badan yang dihasilkan juga seragam. Konsumsi ransum yang sama dikarenakan terjadinya fermentasi campuran limbah buah durian dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dapat menyebabkan pemecahan kandungan zat

makanan yang kompleks yaitu protein, lemak dan karbohidrat menjadi lebih sederhana sehingga produk LBDF yang dihasilkan mempunyai pencernaan yang tinggi.

Tabel 52. Pertambahan bobot badan broiler

Perlakuan	Pertambahan bobot badan (g/ekor)
A (0% LBDF)	633,56
B (7,5% LBDF)	655,94
C (15% LBDF)	628,50
D (22,5% LBDF)	647,13
E (30% LBDF)	626,63
SE	10,80

Keterangan: Berbeda tidak nyata ($P>0,05$)

Bahan yang mengalami fermentasi kualitasnya akan lebih baik. Secara umum semua produk akhir fermentasi biasanya mengandung senyawa yang lebih sederhana dan mudah dicerna dari pada bahan asalnya (Laelasari dan Purwadaria, 2004).

Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dapat memungkinkan terjadi perubahan bahan yang sulit dicerna menjadi lebih mudah dicerna misalnya selulosa dan hemiselulosa menjadi gula sederhana sehingga meningkatkan nilai gizi dan energi metabolisme (Sembiring, 2006). Ini membuktikan enzim selulase dan ligninase yang dihasilkan kapang *Phanerochaete chrysosporium* mampu merombak sebagian selulosa dan lignin pada limbah buah durian sehingga bisa digunakan lebih banyak dalam ransum broiler.

Pertambahan bobot badan dipengaruhi oleh jumlah ransum yang dikonsumsi dan kualitas dari protein ransum. Samanya pertambahan bobot badan dari perlakuan A (0% LBDF) sampai perlakuan E (30% LBDF) menunjukkan bahwa kualitas protein ransum yang sama dari perlakuan A, B, C, D dan E.

4.3.3. Konversi Ransum Broiler

Konversi ransum didefinisikan sebagai jumlah pakan yang dikonsumsi dibagi pertambahan bobot badan. Konversi ransum merupakan indikator baik atau tidaknya pakan yang diberikan. Konversi ransum broiler yang mengkonsumsi LBDF dapat dilihat pada Tabel 53.

Tabel 53. Konversi ransum broiler

Perlakuan	Konversi ransum
A (0% LBDF)	1,86
B (7,5% LBDF)	1,86
C (15% LBDF)	1,87
D (22,5% LBDF)	1,88
E (30% LBDF)	1,88
SE	0,01

Keterangan: Berbeda tidak nyata ($P>0,05$)

Dari Tabel terlihat konversi ransum broiler dari perlakuan 0% sampai 30% LBDF berkisar antara 1,86 - 1,88.

Konversi ransum broiler sama disebabkan konsumsi ransum dan pertambahan bobot badan antara perlakuan tersebut juga sama, sehingga konversi ransum yang dihasilkan juga sama. Hal ini sesuai dengan pendapat North and Bell

(1990) bahwa konversi ransum adalah perbandingan antara jumlah ransum yang dikonsumsi dengan pertambahan bobot badan dalam jangka waktu tertentu. Anggorodi (1995) menyatakan bahwa kualitas ransum sangat menentukan besar kecilnya konversi yang dihasilkan, ransum yang bermutu baik dengan kandungan gizi yang seimbang dan mempunyai palabilitas tinggi menjadikan konversi ransum yang dihasilkan semakin baik, sebaliknya ransum yang bermutu rendah dengan palabilitas yang rendah menghasilkan konversi yang rendah.

Sama konversi ransum juga disebabkan ransum yang bersifat palatable karena adanya penambahan bahan fermentasi, terpenuhinya kebutuhan energi dan protein, serta kandungan serat kasar pakan yang masih dalam batas bisa ditoleransi oleh broiler. Hal ini menyebabkan laju gerak pakan yang cepat dalam saluran pencernaan dan didukung oleh daya cerna pakan yang baik sehingga penyerapan zat makanan pada broiler juga berlangsung dengan baik. Dengan demikian pemanfaatan pakan yang dikonsumsi oleh broiler menjadi daging lebih efisien.

4.3.4. Kolesterol Hati Broiler

Penggunaan limbah buah durian fermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* dalam ransum terhadap kolesterol hati broiler dapat dilihat pada Tabel 54. Pada Tabel terlihat bahwa rata-rata total kolesterol hati berkisar antara 551,73 mg/100g sampai dengan 714,12 mg/100g. Rataan total kolesterol terendah terdapat pada penggunaan LBDF hingga level 30% dalam ransum) dan

rataan kolesterol tertinggi terdapat pada perlakuan A (penggunaan 0% LBDF dalam ransum).

Tabel 54. Rataan kolesterol hati broiler umur 4 minggu

Perlakuan	Kolesterol Hati (mg/100g)
A (0% LBDF)	714,12 ^a
B (7.5% LBDF)	665,48 ^a
C (15% LBDF)	648,31 ^{ab}
D (22.5% LBDF)	584,05 ^b
E (30% LBDF)	551,73 ^b
SE	23,01

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

Rendahnya kandungan kolesterol pada penggunaan 30% LBDF dalam ransum yaitu 551,73 mg/100g berkaitan dengan penggunaan produk LBDF yang banyak yaitu sampai level 30%, dengan kandungan β -karoten tertinggi yaitu 46,61 mg/kg. Peningkatan kandungan β -karoten dalam ransum mengakibatkan jumlah konsumsi β -karoten yang banyak pula. β -karoten mampu menghambat kerja enzim HMG-KoA (hidroksimetil glutaril-KoA) reduktase yang berperan dalam pembentukan mevalonat pada proses biosintesis kolesterol (Stocker, 1993). Akibat terhambatnya jalur mevalonat, maka biosintesis kolesterol juga akan mengalami penurunan, maka kandungan kolesterol dihati juga akan menurun. Sudha *et al.* (2009) menyatakan enzim HMG-KoA (hidroksimetil glutaril-KoA) reduktase merupakan kunci reaksi dalam biosintesis kolesterol. Sesuai dengan pendapat Hembing (2006) bahwa sebagian besar kolesterol diperoleh dari hati.

4.3.5. Kolesterol Darah Broiler

Kolesterol darah broiler (mg/dL) yang diberi pakan limbah buah durian fermentasi dapat dilihat pada Tabel 55.

Tabel 55. Kolesterol serum darah broiler umur 4 minggu.

Perlakuan	Kolesterol Darah (mg/dL)
A (0% LBDF)	132,25 ^a
B (7.5% LBDF)	124,25 ^{ab}
C (15% LBDF)	118,25 ^b
D (22.5% LBDF)	102,50 ^c
E (30% LBDF)	97,75 ^c
SE	4,62

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

Dari tabel ,terlihat bahwa kolesterol serum darah broiler berkisar antara 97,75 mg/dL - 132,25 mg/dL. Kadar kolesterol darah normal broiler berkisar antara 125-200mg/dl (Mangisah, 2003). Menurut Frandson (1992) bahwa kolesterol yang tinggi dalam darah merupakan predisposisi terhadap atherosclerosis, suatu keadaan kolesterol dan lipida masuk ke dinding pembuluh darah bagian dalam, ditandai oleh penumpukkan (deposisi) ester kolesterol dan lipida didalam jaringan penyambung dinding arteri. Mayes (1999) menyatakan bahwa atherosclerosis ini berkaitan erat dengan makanan yang tinggi kadar kolesterol dan lemak jenuhnya. Penyakit-penyakit kardiovaskuler tertentu seperti atheroscleosis atau pengerasan dari urat-urat nadi sebagian dianggap diakibatkan oleh kadar kolesterol yang tinggi didalam darah.

Pemberian LBDF sampai 30% dalam ransum dapat menurunkan kadar kolesterol darah. Ini berkaitan dengan semakin banyak jumlah β -karoten yang dikonsumsi (sumbangan β -karoten dari kapang *Neurospora crassa*) sehingga semakin menurun kandungan kolesterol pada darah

Penurunan kolesterol darah pada broiler ini juga merupakan lanjutan pengaruh dari penurunan kandungan kolesterol hati broiler sesuai dengan pendapat Wirapati (2008) yang menyatakan bahwa kolesterol dapat diproduksi dihati dengan bantuan enzim HMG-KoA, kemudian dikirim kealiran darah.

Pemberian β -karoten sebanyak 90mg/kg berat badan dalam makanan yang mengandung lemak tinggi dapat menurunkan kadar kolesterol total, trigliserida dan kolesterol LDL dalam darah tikus (Nurdin, 1994). Penurunan kolesterol darah ini juga dipengaruhi oleh sifat karotenogenik dari kapang *Neurospora crassa* sesuai dengan pendapat Steinberg *et. al.*, (1989), Manson *et. al.*, (1993), Nurdin (1994) dan Nuraini dkk (2009) karotenoid berpengaruh terhadap penurunan kolesterol dalam darah.

Penurunan kolesterol pada penelitian penggunaan limbah buah durian fermentasi dengan menggunakan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* sebagai campuran ransum hingga level 30% ini adalah 26,09%. Hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan limbah buah coklat fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* selama 4 minggu penelitian yaitu menurunkan total kolesterol darah sebanyak 10,65%.

4.3.5. Kolesterol Daging Broiler

Penggunaan limbah buah durian fermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* terhadap kolesterol daging ayam broiler selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 56.

Tabel 56. Kolesterol daging paha broiler umur 4 minggu penelitian.

Perlakuan	Kolesterol Daging (mg/100g)
A (0% LBDF)	293,36 ^a
B (7,5% LBDF)	289,07 ^a
C (15% LBDF)	277,44 ^a
D (22,5% LBDF)	232,03 ^b
E (30% LBDF)	224,73 ^b
SE	12,76

Keterangan : Superskrip huruf kecil berbeda berpengaruh berbeda nyata (P<0,05)

Pengaruh pemberian LBDF dalam ransum terhadap kandungan kolesterol daging berkisar antara 224,73 - 293,36 mg/100g. Kandungan kolesterol daging terendah yaitu 224,73 mg/100g) pada pemakaian LBDF sebanyak 30% dalam ransum. Semakin banyak penggunaan produk LBDF maka semakin tinggi kandungan β -karoten ransum, yang berakibat menurunkan kandungan kolesterol daging broiler. Menurunnya kadar kolesterol daging broiler ini juga sejalan dengan menurunnya kadar kolesterol hati dan darah pada broiler yaitu disebabkan oleh kandungan β -karoten yang dihasilkan oleh kapang *Neurospora crassa* saat fermentasi.

Penghambatan sintesis mevalonat oleh β -karoten mengakibatkan sintesis kolesterol turun. Rendahnya kolesterol daging merupakan lanjutan dari turunnya kolesterol darah dan kolesterol hati. Kolesterol disintesis hati, usus dan otak kemudian disalurkan ke darah dan selanjutnya diteruskan ke daging dll. Mevalonat diperlukan dalam proses sintesis kolesterol, sehingga dengan terhambatnya kerja enzim dapat menghalangi pembentukan kolesterol (Marz & Winkelmann, 2002).

Penurunan kolesterol daging broiler pada penggunaan limbah buah durian fermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* ini adalah 23,39%. Hasil penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan kolesterol daging broiler pada penggunaan 20% limbah buah pisang fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* yaitu 116,89 mg/100g atau terjadi penurunan kolesterol sebanyak 34,53%. Namun, hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian penggunaan campuran dedak dan ampas tahu fermentasi dengan *Monascus purpureus* sampai level 20% dalam ransum terhadap kolesterol daging broiler diperoleh kolesterol daging broiler 132,8 mg/100g atau terjadi penurunan kolesterol sebanyak 19,70% (Nuraini dkk, 2013).

4.3.6. Persentase Karkas

Persentase karkas broiler dengan penggunaan limbah buah durian fermentasi (LBDF) dapat dilihat pada tabel 57. Dari Tabel terlihat bahwa persentase karkas broiler berkisar antara 62,26 - 64,66%.

Persentase karkas yang dihasilkan sama pada masing-masing perlakuan disebabkan samanya pengaruh perlakuan terhadap bobot karkas dan bobot hidup. Hal ini dikarenakan untuk memperoleh persentase karkas dengan membagi bobot karkas dengan bobot hidup kali 100%, sehingga perbandingan antara bobot karkas dengan bobot hidup juga sama. Semakin bertambah bobot hidup maka produksi karkas akan semakin meningkat.

Tabel. 57. Persentase karkas broiler

Perlakuan	Persentase Karkas (%)
A (0% LBDF)	64,22
B (7,5% LBDF)	64,66
C (15% LBDF)	62,52
D (22,5% LBDF)	62,26
E (30% LBDF)	63,47
	1,27

Keterangan : Berbeda tidak nyata ($P > 0,5$)

4.4. Penggunaan Limbah Buah Durian Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* pada Puyuh Petelur

4.4.1. Konsumsi Ransum Puyuh Petekur

Konsumsi ransum puyuh petelur selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 58.

Tabel 58. Konsumsi ransum puyuh

Perlakuan	Konsumsi Ransum (g/ekor/hari)
A (0% LBDF)	22,36
B (5% LBDF)	21,76
C (10% LBDF)	22,32
D (15% LBDF)	21,81
E (20% LBDF)	22,39
SE	0,20

Keterangan : Berbeda tidak nyata ($P>0.05$)

Konsumsi ransum puyuh yang sama dengan pemberian LIBDF sampai level 20% dalam ransum menunjukkan bahwa LIBDF palatable (disukai) oleh puyuh, walaupun terjadi pengurangan penggunaan jagung sebanyak 27,50% dan pengurangan bungkil kedelai sebanyak 25,71%. Menurut Pond *et al.*, (1995) palatabilitas didefinisikan sebagai daya tarik suatu pakan atau bahan pakan untuk menimbulkan selera makan dan dimakan oleh ternak. Palatabilitas ditentukan oleh rasa, bau, dan warna.

Ransum pada unggas petelur dibutuhkan untuk berbagai kegunaan antara lain untuk memenuhi kebutuhan hidup pokok, perbaikan jaringan/sel yang rusak, pertumbuhan tubuh dan produksi telur. Hammond (1994) menyatakan bahwa jumlah pakan yang dikonsumsi oleh ternak diantaranya dipengaruhi oleh palatabilitas, pencernaan, dan komposisi zat makanan.

Limbah buah (kulit dan biji) durian merupakan limbah agroindustri yang mengandung serat kasar tinggi, tetapi setelah difermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* terjadi peningkatan protein

kasar, penurunan serat kasar dan terjadi peningkatan palatabilitas, akibatnya meningkat penggunaan LBDF dalam ransum ternak. Hal ini sesuai dengan pendapat Murugesan dkk., (2005) bahwa produk fermentasi dapat menghasilkan flavor yang disukai ternak dan memiliki beberapa vitamin (B1, B2, B12) sehingga disukai ternak (palatable) dibandingkan bahan asalnya.

Menurut Howard *et al.*, (2003) *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. Disamping itu Nuraini (2006) menyatakan bahwa *Neurospora crassa* dapat menghasilkan enzim selulase, protease, lipase. Proses fermentasi LIBDF memberikan perubahan fisik dari limbah buah durian, yaitu limbah buah durian yang awalnya berwarna gelap sebelum fermentasi berubah menjadi terang setelah fermentasi.

Konsumsi ransum yang sama, karena warna ransum perlakuan A sampai ransum perlakuan E juga sama. Warna ransum pada perlakuan A (0% LBDF) berwarna terang dan cerah, ini berasal dari banyaknya penggunaan jagung. Pada ransum perlakuan penggunaan 5%, 10%, 15% dan 20% LBDF juga berwarna terang dan cerah. Hal ini disebabkan ransum yang diberikan perlakuan limbah buah durian fermentasi memiliki warna cerah dari sumbangan warna putih dari kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan warna kuning orange dari *Neurospora crassa*, sehingga lebih disukai ternak. Menurut Rasyaf (1991) ternak lebih menyukai ransum berwarna terang dan cerah.

4.4.2 Produksi Telur Harian (Quail Day Production)

Penggunaan produk limbah durian fermentasi dalam ransum puyuh terhadap produksi telur harian puyuh dapat dilihat pada Tabel 59.

Tabel 59. Produksi telur puyuh yang menggunakan LBDF

Perlakuan	Produksi Telur Harian (%) ^{ns}
A (0% LBDF)	80,54
B (5% LBDF)	79,82
C (10% LBDF)	79,64
D (15% LBDF)	80,71
E (20% LBDF)	80,36
SE	1,16

Keterangan : Berbeda tidak nyata ($P>0.05$)

Ternyata produk fermentasi mempengaruhi produksi telur harian sama dari perlakuan A sampai perlakuan E disebabkan oleh konsumsi ransum yang sama. Konsumsi yang sama berarti jumlah zat-zat makanan yang terkandung didalam ransum yang diperlukan dalam pembentukan telur juga sama, sehingga produksi telur juga sama. Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dapat memungkinkan terjadi perubahan bahan yang sulit dicerna menjadi lebih mudah dicerna misalnya selulosa dan hemiselulosa menjadi gula sederhana sehingga meningkatkan nilai gizi dan energi metabolisme (Sembiring, 2006).

Enzim yang dihasilkan mikroorganisme dapat merombak senyawa kompleks seperti karbohidrat, protein, dan lemak menjadi senyawa yang sederhana seperti glukosa, asam amino dan asam lemak. Ini membuktikan enzim selulase

dan ligninase yang dihasilkan kapang *Phanerochaete chrysosporium* mampu merombak sebagian selulosa dan lignin pada limbah buah durian sehingga bisa digunakan lebih banyak dalam ransum puyuh petelur.

Produksi telur seragam dikarenakan konsumsi ransum yang sama dan konsumsi protein yang juga sama. Konsumsi protein pada perlakuan A yaitu 4,06 g/ekor/hari, perlakuan B yaitu 3,96 g/ekor/hari, perlakuan C yaitu 4,03 g/ekor/hari, perlakuan D yaitu 3,94 g/ekor/hari, perlakuan E yaitu 4,05 g/ekor/hari. Rasyaf (1991) menyatakan produksi telur dipengaruhi oleh konsumsi ransum terutama konsumsi protein.

Produksi telur harian sama menunjukkan bahwa pemberian LBDF sampai 20% dalam ransum masih disukai puyuh walaupun terjadi pengurangan penggunaan jagung sebesar 27,50% dan bungkil kedelai sebesar 25,71% dalam ransum tetapi masih bisa ditolerir puyuh sehingga memberikan produksi telur yang sama dengan ransum yang banyak menggunakan jagung dan bungkil kedelai. Kekurangan pakan konvensional ini ditutupi oleh pakan non konvensional yaitu produk fermentasi yang menghasilkan asam amino lebih lengkap. Pakan yang difermentasi dengan mikroorganisme mempunyai kandungan asam amino yang lebih tinggi dibandingkan bahan asalnya, yang berasal dari asam amino yang dihasilkan mikroorganisme.

Fermentasi limbah buah durian fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* (LBDF) dapat menghasilkan asam amino (aspartat 0,29%, glutamat 2,34%, serin 0,26%, glicin 0,25%, Histidin 0,14%, Arginin 0,21%, Threonin 0,25%, alanin 0,32%, prolin 0,35%, tryrosin 0,14%,

Valin 0,32%, Metionin 0,24%, Sistein 0,18%, Iso leusin 0,25%, Leusin 0,34%, Phenil alanin 0,19% dan Lysin 0,25%).

4.4.3. Berat Telur Puyuh

Produk fermentasi limbah durian yang disusun dalam ransum puyuh, setelah diaplikasikan pada puyuh petelur dan diukur berat telurnya. Berat telur puyuh yang dihasilkan selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 60. Berat telur yang diperoleh ternyata tidak jauh berbeda antara semua perlakuan. Ini disebabkan oleh konsumsi protein juga seragam yaitu konsumsi protein perlakuan A yaitu (4,06 g/ekor/hari), perlakuan B (3,96 g/ekor/hari), perlakuan C (4,03 g/ekor/hari), perlakuan D (3,94 g/ekor/hari), perlakuan E (4,05 g/ekor/hari). Konsumsi protein yang sama pada berarti jumlah zat-zat makanan, terutama protein yang dimakan dan digunakan untuk pembentukan telur juga sama, sehingga memberikan berat telur yang sama pula. Menurut Amrullah (2003) bahwa berat telur dipengaruhi oleh konsumsi ransum terutama konsumsi protein.

Tabel 60. Berat telur puyuh yang menggunakan LBDF

Perlakuan	Berat Telur (g/butir)
A (0% LIBDATF)	9,70
B (5% LIBDATF)	9,51
C (10% LIBDATF)	9,64
D (15% LIBDATF)	9,45
E(20% LIBDATF)	9,65
SE	0,09

Keterangan : ns = Berbeda tidak nyata ($P>0.05$)

Berat telur yang sama juga disebabkan kandungan zat-zat makanan terutama asam-asam amino yaitu metionin yang diperlukan untuk pembentukan telur pada perlakuan A sampai E juga seimbang. Menurut Ivy dan Glaves (1996) menyatakan bahwa berat telur dipengaruhi oleh keseimbangan zat-zat makanan terutama asam amino dari ransum. Yuwanta (2004) menyatakan beberapa kandungan nutrisi pakan yang menentukan berat telur adalah kandungan energi pakan, kandungan protein pakan, asam metionin, asam lemak tidak jenuh terutama asam linoleat, mineral khususnya phosphor dan antinutrisi.

4.4.5 Massa Telur (Egg Mass)

Massa telur puyuh petelur dilihat pada Tabel 61. Massa telur disebabkan oleh berat telur dan produksi telur yang juga berpengaruh tidak nyata ($P>0.05$) karena massa telur merupakan hasil kali produksi telur dan berat telur. Sesuai dengan pendapat North (1990) bahwa massa telur erat kaitannya dengan berat telur dan produksi telur yang dihasilkannya. Amrullah (2003) menyatakan massa telur (g/ekor/hari) diperoleh dari rumus yaitu presentase produksi telurharian (*quail day production*) selama satu bulan dikalikan dengan berat telur (g/butir/hari) yang dihasilkan dalam bulan tersebut.

Berat telur dan produksi telur yang dihasilkan sangat mempengaruhi massa telur karena massa telur diperoleh dari hasil perkalian berat rata-rata dengan produksi telur yang dihasilkan.

Tabel 61. Massa telur puyuh yang menggunakan LBDF

Perlakuan	Massa Telur (g/ekor/hari) ^{ns}
A(0% LBDF)	7,80
B(5% LBDF)	7,59
C(10% LBDF)	7,68
D(15% LBDF)	7,62
E(20% LBDF)	7,76
SE	0,14

Keterangan : ns = Berbeda tidak nyata ($P>0.05$)

Hal ini sesuai dengan pendapat Kartasudjana (2006) yang menyatakan bahwa nilai massa telur tergantung dari persentase produksi telur harian dan berat telur. Apabila massa telur meningkat maka produksi telur meningkat pula sebaliknya massa telur turun produksi telur menurun. Amrullah (2003) menyatakan bahwa penggunaan massa telur dibandingkan jumlah telur merupakan cara menyatakan perbandingan kemampuan produksi telur antar kelompok atau galur unggas oleh akibat pemberian makanan dan program pengelolaan yang lebih baik.

4.4.6 Konversi Ransum

Penggunaan produk fermentasi limbah durian terhadap konversi ransum puyuh petelur selama penelitian dapat dilihat pada tabel 62.

Tabel 62. Konversi ransum puyuh yang menggunakan LBDF

Perlakuan	Konversi Ransum
A (0% LBDF)	2,87
B (5% LBDF)	2,87
C (10% LBDF)	2,91
D (15% LBDF)	2,86
E (20% LBDF)	2,89
SE	0,05

Keterangan : ns= Berbeda tidak nyata ($P>0.05$)

Konversi ransum yang seragam menunjukkan bahwa penggunaan limbah buah durian fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* (LBDF) sampai level 20% dengan pengurangan jagung sebanyak 27,50% dan pengurangan bungkil kedelai sebanyak 25,71% dalam ransum puyuh juga sama efisiennya dalam menghasilkan telur dengan ransum kontrol yang banyak menggunakan jagung dan bungkil kedelai. Menurut Prihatman (2002), konversi ransum merupakan perbandingan antara ransum yang dihabiskan dalam menghasilkan sejumlah telur. Kualitas ransum sangat menentukan besar kecilnya konversi yang dihasilkan, ransum yang bermutu baik dengan kandungan gizi yang seimbang dan mempunyai palatabilitas tinggi menjadikan konversi ransum yang dihasilkan semakin baik, sebaliknya ransum yang bermutu rendah dengan palatabilitas yang rendah menghasilkan konversi yang rendah.

Semakin rendah konversi pakan semakin tinggi efisiensi penggunaan ransum. Semakin kecil konversi ransum berarti pemberian ransum makin efisien, namun jika konversi ransum tersebut membesar, maka telah terjadi pemborosan.

Konversi ransum dipengaruhi oleh genetik, ukuran tubuh, suhu lingkungan, kesehatan, tercukupinya nutrisi, jumlah dan bobot telur yang diproduksi (Rasyaf, 1991). Campbell dan Lasley (1985) menyatakan bahwa konversi pakan dipengaruhi oleh kemampuan ternak dalam mencerna bahan pakan, kecukupan zat pakan untuk hidup pokok, pertumbuhan serta jenis pakan yang dikonsumsi.

Konversi ransum puyuh pada penggunaan 20% LBDF dalam ransum) 2,89. Angka konversi ransum ini lebih rendah dari hasil penelitian Nuraini dkk (2013) yang mendapatkan konversi ransum burung puyuh (umur 7 - 11 minggu) sebesar 3,14 dengan pemberian limbah buah yang difermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* sampai level 14% dalam ransum puyuh petelur.

4.4.7. Kolesterol Kuning Telur Puyuh

Kolesterol adalah sterol utama pada jaringan hewan. Kolesterol dan senyawa turunan esternya dengan lemaknya yang berantai panjang adalah komponen penting dari plasma lipoprotein dan dari membran sel sebelah luar. Kolesterol diproduksi oleh tubuh 80% dan 20% berasal dari makanan. Jenis kolesterol yang diproduksi tubuh ada dua macam yaitu kolesterol HDL dan kolesterol LDL. Kolesterol HDL yang mempunyai fungsi membersihkan pembuluh darah dari kolesterol LDL. Kolesterol LDL adalah kolesterol yang bila jumlahnya berlebihan akan mengendap pada dinding pembuluh darah, sehingga dapat menyumbat pembuluh darah. Kolesterol apabila berlebih akan menimbulkan masalah terutama pada pembuluh darah, jantung dan otak. Penyumbatan pada pembuluh darah jantung dapat

menimbulkan serangan jantung, dan pada pembuluh darah otak menimbulkan serangan stroke

Kolesterol telur puyuh selama penelitian dapat dilihat pada tabel 63. Rendahnya kandungan kolesterol kuning telur puyuh pada pemakaian LBDF 20% dalam ransum berkaitan dengan semakin banyak penggunaan produk LBDF maka semakin tinggi kandungan β karoten ransum karena LBDF mengandung β karoten yang tinggi. β karoten merupakan salah satu senyawa yang dapat menurunkan kolesterol (Nuraini, 2006).

Tabel 63. Kolesterol kuning telur puyuh (mg/100g)

Perlakuan	Kolesterol kuning telur (mg/ 100 gr)
A (0% LBDF)	1539,78 ^a
B (5% LBDF)	1496,83 ^b
C (10% LBDF)	1209,80 ^c
D (15% LBDF)	1131,90 ^d
E (20% LBDF)	1047,32 ^e
SE	4.73

Keterangan: Superkrip pada kolom menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Kemampuan β karoten dalam menurunkan kolesterol menurut Stocker (1993) selain β karoten berfungsi sebagai anti oksidan, β karoten juga dapat menghambat kerja enzim HMG - koA reduktase (Hydroksimethyl glutaryl -koA) yang berperan dalam pembentukan mevalonat dalam proses sintesis kolesterol sehingga tidak terbentuk kolesterol. Telur itik mengandung kolesterol sebanyak 884 mg lebih tinggi dari kolesterol telur puyuh yaitu 844 mg dan kolesterol telur ayam ras kolesterol 423 mg (Saerang, 2007).

4.4.8. Lemak Kuning Telur Puyuh

Lemak pada telur terdiri dari trigliserida (lemak netral), fosfolipida (umumnya berupa lesitin) dan kolesterol. Fungsi trigliserida dan fosfolipida bagi tubuh adalah sebagai sumber energi, yang mana 1 gram lemak menghasilkan 9 kilokalori energi. Hampir semua lemak dalam sebutir telur terdapat pada bagian kuningnya, mencapai 35%, sedangkan di bagian putihnya tidak ada sama sekali. Lemak dalam telur berbentuk emulsi (bergabung dengan air), sehingga menjadi lebih mudah dicerna, baik oleh bayi, anak-anak maupun golongan lanjut usia.

Pengaruh penggunaan produk fermentasi terhadap kadar lemak kuning telur dapat dilihat pada tabel 64. Rendahnya kadar lemak kuning telur pada penggunaan produk LBDF sampai level 20% dengan kandungan β -karoten 101.30 mg/ kg yang berkaitan dengan kandungan kolesterolnya yang juga rendah. Terjadinya penurunan pada kolesterol maka terjadi penurunan juga pada kandungan lemak.

Tabel 64. Kadar lemak kuning telur puyuh yang diberi LBDF

Perlakuan	Lemak kuning telur (%)
A (0% LBDF)	58,12 ^a
B (5% LBDF)	57,48 ^b
C (10% LBDF)	57,38 ^c
D (15% LBDF)	57,23 ^d
E (20% LBDF)	54,41 ^e
SE	0,23

Keterangan: Superkrip pada kolom berpengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Kolesterol yang rendah karena kandungan β -karoten LBDF (105.60mg/kg) lebih tinggi dari pada kontrol.

Meningkatnya β -karoten pada ransum dapat menurunkan kolesterol dan kandungan lemak pada kualitas telur puyuh.

4.4.9. Warna Kuning Telur Puyuh

Warna kuning telur puyuh dengan pemberian produk LBDF dapat dilihat pada Tabel 65. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa nilai/skor warna kuning telur tertinggi terdapat pada perlakuan 20% LBDF dalam ransum yaitu skor 9.25 dan yang terendah terdapat pada 0% LBDF yaitu skor 6.55. Tingginya warna kuning telur pada penggunaan produk LBDF sampai level 20% dengan kandungan β -karoten 102.50 mg/ kg.

Peningkatan warna kuning telur pada penggunaan produk LBDF sampai 20% dalam ransum disebabkan kandungan β -karoten LBDF tinggi sehingga warna kuning telur yang dihasilkan juga akan semakin kuning pekat. Menurut Harboune (1987) bahwa β -karoten merupakan senyawa golongan karotenoid yang tidak stabil karena mudah teroksidasi akan berubah menjadi xantophyl.

Tabel 65. Warna kuning telur puyuh yang diberi LBDF dengan *Neurospora crassa*

Perlakuan	Warna Kuning Telur
A (0% LBDF)	7.65 ^c
B (5% LBDF)	7.96 ^{bc}
C (10% LBDF)	8.44 ^{abc}
D (15% LBDF)	8.91 ^{ab}
E (20% LBDF)	9.53 ^a
SE	0.32

Keterangan : Superkrip pada kolom menunjukkan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Pada tabel terlihat bahwa warna kuning telur berkisar antara skor 7.65 - 9.53. Kisaran ini berada dalam kisaran warna kuning telur yang disukai konsumen yaitu menurut Sudaryani (2003) warna kuning telur puyuh yang disukai konsumen berada pada kisaran skor 8 - 10. Hasil ini tidak jauh beda dengan hasil penelitian Nuraini dkk, (2013) penggunaan produk limbah buah coklat fermentasi dengan *Monascus purpureus* sebanyak 20% dalam ransum puyuh petelur memberikan warna kuning telur pada skor 9.40.

4.5. Penggunaan Limbah Buah Durian Fermentasi dengan *Neurospora crassa* Terhadap Ayam petelur (Umur 42 - 52 minggu)

4.5.1. Konsumsi Ransum Ayam Petelur

Ransum adalah campuran dari berbagai macam bahan makanan yang disusun dengan cara tertentu sehingga dapat memenuhi kebutuhan hidup ternak baik dalam jumlah maupun kualitasnya (Manglayang, 2006). Konsumsi ransum ayam petelur umur disajikan pada Tabel 66.

Tabel 66. Konsumsi ransum ayam petelur yang diberi LBDF

Perlakuan	Konsumsi Ransum (g/ekor/hari)
A (0% LBDF)	93.56
B (10% LBDF)	92.65
C (20% LBDF)	92.63
D (30% LBDF)	94.16
E (40% LBDF)	93.05
SE	1.01

Keterangan: Berbeda tidak nyata ($P>0,05$)

Konsumsi ransum yang sama pada penggunaan 10, 20, 30 dan 40% LBDF dalam ransum dengan perlakuan 0% LBDF menunjukkan bahwa ransum yang mengandung produk LBDF mempunyai palatabilitas yang sama dengan ransum kontrol yang tidak menggunakan produk LBDF.

Fakta ini menunjukkan bahwa penggunaan produk LBDF masih bisa ditolerir oleh ayam ras petelur sampai level 40% dalam ransum walaupun semakin berkurang penggunaan jagung dan konsentrat dalam ransum tersebut. Kemampuan produk LBDF sebagai pakan alternatif yang dapat mengimbangi pengurangan penggunaan jagung dan konsentrat dalam ransum, disebabkan produk fermentasi mempunyai flavour yang lebih disukai dan memiliki beberapa vitamin (B_1 , B_2 dan B_{12}) sehingga lebih palatable (disukai) bila dibandingkan bahan asalnya (Murugesan *et al.*, 2005).

Konsumsi ransum ayam petelur yang sama diantara perlakuan juga disebabkan kandungan energi ransum iso kalori yaitu 2700 kkal/kg. Menurut Bell dan Weaver (2002) dan Amrullah (2002) kandungan energi ransum merupakan faktor utama yang mempengaruhi konsumsi ransum. Konsumsi ransum dan kandungan energi ransum yang sama mengakibatkan konsumsi energi yang diperoleh pada setiap perlakuan juga sama.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa konsumsi ransum sudah mencukupi kebutuhan energi ayam untuk aktifitas tubuh dan berproduksi. Ayam berupaya makan untuk memenuhi kebutuhannya dan jika sudah terpenuhi maka ayam akan berhenti makan (Wahju, 1997 dan Dagher, 1997). Ayam tipe medium yang sedang berproduksi telur membutuhkan energi sekitar 280 - 320 kkal/ekor/hari

(Leeson dan Summer, 2001) sedangkan menurut Amrullah (2003) adalah 300 -310 kkal/ekor/hari.

Konsumsi ransum ayam petelur dengan penggunaan produk LBDF sampai level 40% dalam ransum adalah 113.05 g/ekor/hari. Hasil ini tidak jauh berbeda dengan Wahju (1997) bahwa konsumsi ransum ayam petelur tipe medium pada fase II adalah 110 -130 g/ekor/hari. Menurut Hussein (2000) konsumsi ayam petelur umur 42 minggu keatas di daerah tropis sekurang-kurangnya 110 g/ekor/hari.

4.5.2 Bobot Telur

Bobot telur (g/butir) ayam petelur fase II (umur 42-52 minggu) disajikan pada Tabel 67. Samanya bobot telur pada perlakuan 0, 10, 20, 30 dan 40% LBDF dalam ransum disebabkan oleh konsumsi protein yang juga sama. Bobot telur yang diperoleh dipengaruhi oleh konsumsi protein (Amrullah, 2002).

Tabel 67. Bobot telur ayam yang diberi LBDF

Perlakuan	Bobot Telur (g/butir)
A (0% LBDF)	63.08
B (10% LBDF)	64.80
C (20% LBDF)	63.72
D (30% LBDF)	61.96
E (40% LBDF)	61.59
SE	0.60

Keterangan: Berbeda tidak nyata ($P>0,05$)

Konsumsi protein yang diperoleh ini telah memenuhi kebutuhan protein untuk pembentukan telur menurut Leeson dan Summer (1997) bahwa *intake* protein ransum ayam petelur minimal adalah 17.00 g/ekor/hari dan tidak jauh beda dengan yang diperoleh Hussein (2000) yaitu 18.20 g/ekor/hari dengan kandungan protein 16%.

Bobot telur ayam yang diperoleh juga dipengaruhi oleh kandungan metionin dalam ransum atau jumlah metionin yang dikonsumsi. Metionin merupakan asam amino esensial kritis yang sangat berpengaruh terhadap bobot telur (Amrullah, 2002). Konsumsi metionin pada penggunaan 0, 10, 20 dan 30% LBDF dalam ransum memberikan pengaruh yang sama. Konsumsi metionin ayam ras petelur yang diperoleh berada di atas kebutuhan metionin ayam petelur menurut Leeson dan Summer (1997) yaitu 360 mg/ekor/hari.

Bobot telur yang diperoleh dengan penggunaan 40% LBDF adalah 61.59 g/butir, hasil penelitian ini lebih tinggi dengan yang diperoleh Leeson dan Summers (1997) yaitu 59.30 g/butir dengan kandungan protein 16% dan konsumsi protein 18.20 g/ekor/hari dan bobot telur yang diperoleh Johnson (2000) yaitu 58.90 g/butir pada kandungan protein 16% dan kandungan metionin 0.38% dalam ransum serta Heryandi (2004) juga mendapatkan bobot telur 58.42 g/butir pada saat kandungan metionin 0.38% dalam ransum ayam ras petelur.

4.5.3 Produksi Telur Ayam Ras

Produksi telur *hen day* dan massa telur ayam ras selama 10 minggu disajikan dalam Tabel 68. Produksi *hen day* ayam ras petelur yang sama, berarti penggunaan produk LBDF sampai level 40% dengan semakin berkurang penggunaan

jagung dan konsentrat dalam ransum dapat mempertahankan produksi *hen day* ayam ras petelur sama dengan ransum kontrol. Produksi *hen day* yang sama pada masing-masing perlakuan disebabkan oleh imbalan energi dan protein (E/P) ransum yang hampir sama pada setiap perlakuan.

Imbalan energi dan protein (E/P) ransum pada perlakuan 0% LBDF = 169.19; perlakuan 10% LBDF = 168.45; perlakuan 20 % LBDF = 168.61, 30% LBDF = 165.02% dan perlakuan 40% LBDF= 166.61. Menurut Amrullah (2002) bahwa produksi telur dipengaruhi oleh keseimbangan zat-zat makanan bahan penyusun ransum terutama rasio energi dan protein. Nisbah E/P ayam petelur pada saat produksi 70 - 80% adalah 160 - 170.

Tabel 68. Produksi *Hen-day* dan massa telur ayam yang diberi LBDF

Perlakuan	Produksi	
	<i>Hen Day</i> (%)	Massa Telur (g/ekor/hari)
A (0% LBDF)	65.50	41.24
B (10% LBDF)	63.99	41.65
C (20% LBDF)	62.33	38.84
D (30% LBDF)	66.16	43.39
E (40% LBDF)	72.16	44.56
SE	0.75	0.61

Keterangan: Berbeda tidak nyata ($P>0,05$)

Produksi *hen-day* yang sama juga disebabkan kandungan asam amino esensial (terutama metionin, lisin dan triptophan) yang dibutuhkan untuk produksi telur ayam hampir sama. Pada penggunaan 40% produk LBDF dalam ransum terdapat kandungan metionin 0,38%, lisin 1,22% dan

triptophan 0.31% tidak jauh beda dengan perlakuan 0, 10, 20, 30 dan 40% LBDF dalam ransum, akibatnya produksi telur yang dihasilkan seragam.

Kebutuhan asam amino metionin bagi ayam petelur umur 41 minggu ke atas adalah metionin 0.35%, lisin 0.73% dan triptophan 0.17% (Amrullah, 2002). Pada penggunaan 40% LBDF dengan semakin berkurang penggunaan jagung dan konsentrat (kaya asam amino esensial) ternyata masih dapat mengimbangi kandungan asam amino esensial perlakuan kontrol. Ini disebabkan fermentasi dilakukan dengan menggunakan kapang *Neurospora crassa* yang dapat meningkatkan kandungan asam amino esensial dari campuran ampas sagu dan ampas tahu. Kapang *Neurospora crassa* dapat menghasilkan asam amino seperti glutamate (Wolf dan Weiss, 1980), metionin dan arginin (Marathe *et al.*, 1998, Palmier, 1999).

Penggunaan produk fermentasi LBDF sampai 40% dalam ransum dapat mengimbangi kekurangan penggunaan jagung dan konsentrat, karena dapat mempertahankan produksi *hen day* ayam ras sama dengan kontrol. Produksi *hen day* berkisar dari 75.96 % sampai 76.47 %. Hasil ini berada dalam kisaran produksi *hen day* ayam ras umur 42 minggu menurut Amrullah (2002) adalah 70.00 - 80.00 %.

Ditinjau dari segi masa telur, ternyata produksi massa telur (*egg mass production*) juga sama. Ini disebabkan bobot telur dan produksi *hen day* yang diperoleh juga sama. Menurut Amrullah (2002) dan Johnson (2000), produksi massa telur dipengaruhi oleh bobot telur dan produksi telur.

Produksi massa telur yang sama juga dipengaruhi oleh konsumsi protein yang sama. Menurut Heryandi (2004) dan

terdapat hubungan yang erat antara konsumsi protein dengan produksi massa telur. Rataan produksi massa telur yang diperoleh dengan penggunaan LBDF sebanyak 40% dalam ransum adalah 44.56 g/ekor/hari, nilai ini tidak jauh beda dengan yang diperoleh Johnson (2000) mendapatkan produksi massa telur sebanyak 45.03 g/ekor/hari.

4.5.4. Konversi Ransum Ayam Petelur

Nilai konversi ransum ayam petelur yang mengkonsumsi produk LBDF disajikan pada Tabel 69. Konversi ransum yang sama berkaitan dengan konsumsi ransum (g/ekor/hari) dan produksi telur (g/ekor/hari) ayam yang juga sama dipengaruhi perlakuan.

Tabel 69. Konversi ransum ayam petelur yang diberi LBDF

Perlakuan	Konversi Ransum
A (0% LBDF)	2.55
B (10% LBDF)	2.50
C (20% LBDF)	2.52
D (30% LBDF)	2.57
E (40% LBDF)	2.51
SE	0.04

Keterangan: Berbeda tidak nyata ($P > 0,05$)

Konsumsi ransum yang sama yang diikuti dengan produksi telur yang seragam akan menghasilkan konversi ransum yang tidak berbeda. Menurut Amrullah (2002) bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi konversi ransum antara lain konsumsi ransum, kandungan energi dalam ransum,

produksi telur, besar ternak, terpenuhinya zat-zat nutrisi dalam ransum, temperatur lingkungan dan kesehatan ternak.

Konversi ransum ayam petelur dengan penggunaan produk LBDF sampai 40% dalam ransum adalah 2.51. Nilai konversi ransum pada penelitian ini masih berada dalam kisaran konversi ransum ayam petelur fase II menurut Hussein (2000) sebesar 2.40- 3.00.

4.5.5. Kualitas Telur

Kualitas telur (kolesterol dan warna kuning) dapat dilihat pada Tabel 70. Ditinjau dari segi kolesterol telur menunjukkan bahwa kandungan kolesterol pada penggunaan 40% LBdF dalam ransum ternyata lebih rendah dari perlakuan 30%, 20%, 10% dan 0% LBDF dalam ransum. Terjadinya penurunan kolesterol telur ayam ras pada perlakuan 10, 20, 30 dan 40% LBDF dalam ransum seiring dengan peningkatan level penggunaan produk LBDF dalam ransum. Pada perlakuan 40% LBDF dalam ransum mampu menurunkan kandungan kolesterol telur ayam sebanyak 33.64 %. Hal ini disebabkan semakin banyak digunakan produk LBDF dalam ransum maka kandungan β karoten ransum semakin meningkat yaitu pada penggunaan 40% LBDF terdapat kandungan β karoten ransum sebanyak 75.20 mg/kg.

Tabel 70. Kolesterol dan warna kuning telur ayam yang diberi LBDF dengan *Neurospora crassa*

Perlakuan	Kolesterol (mg/100g)	Warna Kuning
A (0% LBDF)	476.88 ^a	8.25 ^a
B (10% LBDF)	448.25 ^b	9.07 ^b
C (20% LBDF)	316.63 ^c	10.04 ^c
D (30% LBDF)	283.75 ^d	10.93 ^d
E (40% LBDF)	200.54 ^e	11.54
SE	3.99	0.07

Keterangan: berbeda sangat nyata ($P < 0.01$)

Peningkatan kandungan β karoten dalam ransum ini mengakibatkan jumlah β karoten yang dikonsumsi juga meningkat. Semakin banyak jumlah β karoten yang dikonsumsi maka semakin menurun kandungan kolesterol pada telur. Ini disebabkan β karoten dapat menghambat kerja enzim HMG-KoA reduktase (Hydroksimetyl glutaryl-KoA) yang berperan dalam pembentukan mevalonat pada proses biosintesis kolesterol (Stocker, 1993 dan Kohlmeir dan Hasting, 1995).

Ditinjau dari segi warna kuning telur ternyata perlakuan 40% LBDF dalam ransum lebih tinggi skor warna kuning telurnya dibandingkan perlakuan 0 % LBDF dalam ransum. Tingginya skor warna kuning telur (kuning orange) pada perlakuan 40% LBDF dalam ransum dibandingkan perlakuan kontrol disebabkan kandungan β karoten yang tinggi. Semakin tinggi penggunaan produk LBDF dapat mengurangi penggunaan jagung dan konsentrat dalam ransum, maka kandungan β karoten semakin meningkat karena produk LSATF mengandung β karoten yang tinggi yaitu 270.60 mg/kg, lebih tinggi dari pada β karoten jagung (33 mg/kg)

dan konsentrat (25 mg/kg) sehingga intensitas warna kuning telur yang dihasilkan tinggi (warna kuning orange) pada perlakuan 40 % LBDF dalam ransum. Menurut Hausman dan Sandman (2000) bahwa β karoten merupakan senyawa golongan karotenoid yang tidak stabil karena mudah teroksidasi menjadi xantophyll. Menurut Udedibie dan Opara (1998) bahwa unggas mengkonsumsi ransum yang mengandung karotenoid lebih tinggi akan menghasilkan telur dengan intensitas warna kuning telur yang lebih tinggi pula.

Warna kuning telur yang diperoleh dengan penggunaan 40% produk LBDF dalam ransum adalah 10.93. Nilai ini berada dalam kisaran warna kuning telur yang disukai konsumen menurut Udedibie and Opara (1998) yaitu 9 - 12 dan lebih tinggi dari hasil penelitian Nuraini *et al.* (2003) yang mendapatkan warna kuning telur 9.88 dengan penggunaan produk ampas sagu dan eceng gondok fermentasi dengan *Trichoderma harzianum* dalam ransum ayam buras.

Secara keseluruhan dapat dinyatakan bahwa penggunaan produk LBDF sebagai pakan alternatif yang dapat mengurangi penggunaan jagung dan konsentrat dalam ransum ayam petelur dapat dilakukan, karena berpengaruh baik terhadap performa ayam petelur. Penggunaan produk LBDF sampai 40% dalam ransum dengan semakin berkurang penggunaan jagung dan konsentrat dalam ransum, ternyata masih dapat memberikan produksi (*hen day* dan massa telur), konversi ransum dan bobot telur yang sama baiknya dengan ransum kontrol dan bahkan dapat meningkatkan kualitas telur karena dapat menurunkan kolesterol telur dan meningkatkan warna kuning telur.

BAB V

PENUTUP

Limah hasil pertanian seperti limbah sagu, limbah ubi kayu, limbah buah pisang, limbah buah coklat, limbah buah kopi, limbah sagu, bungkil inti sawit, onggok, limbah buah durian, dedak sekam 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 performa dan diperoleh kelebihannya 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 Kompetensi 2014-2015, 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. Kluwer 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 blakesleeianus* 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 Journal 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 Science and Technology* 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 New York.
- Fadilah, S Distanitina, E.K. Artati, dan A. Jumari. 2008. Biodelignifikasi batang jagung dengan jamur pelapuk putih (*Phanerochaeta chrysosporium*). *Ekuilibrium* 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. Klæbe, 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 Struktur. 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.htm>.
- 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 Mikrobiologi. 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 Bitechology*. 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 Manual*. 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 difermentasi 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 lanuginosos*. 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 - Aminobutyric Acid and

- Monakolin K by *Monascus*. *Jurnal of Industrial Microbiology 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. Mitchell., 1992. Degradation of 2,4 Dinitrotoluene by the lignin - Degrading of Fungus *Phanerochaete chrysosporium*. *Journal. Applied and Environmental 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 sago (*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 kecernaan zat-zat makanan yang dapat dikonsumsi oleh ternak.
17. Komposisi substrat adalah komposisi suatu bahan yang mengandung nutrien
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.
35. Tekanan uap panas adalah suatu tekanan yang ditimbulkan oleh energi uap panas, dan tekanan uap panas digunakan sebagai metode pengolahan bahan pakan secara fisika.
36. 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.
37. 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

- Alat pencernaan 35
- Anti nutrisi 6
- Asam-asam amino 6, 76, 78

B

- Bahan ekstrak tanpa nitrogen 27
- Bahan kering 9, 17, 50
- Bakteri 6, 18
- Biomassa 17, 20, 25
- Broiler 3, 43, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 78, 96, 97, 98, 99, 100

D

- Daya cerna 5, 44, 97, 98
- Degradasi 11, 12, 42, 43
- Dicerna 4, 25, 35, 36, 39, 44, 50, 82, 99
- Dosis inoculum 9, 13, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 36, 37, 40

E

- Energi metabolisme 44, 99

- Enzim 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 17, 19, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 35, 39, 40, 41, 42, 43, 50, 59, 70, 80, 95, 97

F

- Fermentasi 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 62, 63, 68, 72, 73, 74, 75, 79, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 99

G

- Glukosa 5, 9, 13, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 40, 97

H

- Hemiselulosa 9, 10, 13, 25, 39, 40, 50, 99

J

- Jamur 11

K

Kapang 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 38, 40, 43, 47, 48, 49, 50, 68, 73, 79, 85, 90, 91, 99

Karotenoid 4, 6, 9, 19, 32, 41, 72, 84

Kecernaan 12, 99

L

Lama Fermentasi 9, 12, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 40

Lemak 3, 4, 5, 8, 9, 27, 60

Limbah 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 13, 25, 26, 27, 32, 37, 41, 42, 45, 47, 49, 60, 62, 73, 75, 80, 81, 82, 84, 85, 87, 89, 91, 92, 96, 97, 99

Lipase 10

Lisin 50, 55, 67, 68, 76, 77

M

Metode 14, 55,

Mikroba 5, 8, 17, 18, 23, 35, 36, 39, 50

Molekul 6, 13, 19, 50

N

Nitrogen 3, 5, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 27, 33, 43, 44, 51, 54, 55, 56, 62, 91, 93

Nutrisi 6, 45, 53, 69

P

Pencernaan 35

Pengolahan 4, 58

Performa 62, 72, 87

Pertumbuhan 4, 5, 7, 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 51, 52, 53, 57

Ph 5, 17, 28, 30

Pigmen 8, 9, 33

Polisakarida 4, 5

Produk 4, 5, 7, 13, 15, 17, 18, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 30, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 43, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 58, 59,

Protein 3, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 49, 50, 51, 54, 55, 56, 62, 64, 65, 66, 68, 69, 76, 78, 88, 90, 91, 93, 97, 99

R

Ransum 1, 3, 8, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 76, 78, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

Retensi nitrogen 12, 43, 44, 51, 54, 55, 62, 93

S

Selulase 6, 7, 11, 25, 26, 27, 28,
29, 31, 32, 40, 41, 42, 43

Selulosa 3, 9, 10, 12, 13, 25, 26,
30, 31, 39, 40, 42, 43, 50, 99

Substrat 4, 5, 6, 7, 9, 10, 13, 14,
15, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 24, 25,
26, 30, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 40,
41, 47, 99

Suhu 5, 11, 17