



Prof. Dr. Ir. Mirnawati, MS dilahirkan pada 26 Februari 1962 di Padang, Sumatera Barat. Menamatkan Sarjana Peternakan Tahun 1985 di Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Magister Sain dalam Ilmu Ternak di Universitas Padjadjaran Tahun 1992 dan Doktor dari Universitas Andalas Tahun 2010 dalam bidang Ilmu Ternak. Sekarang

penulis adalah dosen tetap dalam bidang Ilmu Nutrisi Ternak Unggas di Bagian Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan Fakultas Peternakan Universitas Andalas. Sejak tahun 2007 sampai 2021 penulis fokus meneliti bungkil inti sawit dan pengolahan serta pemanfaatannya sebagai bahan pakan ternak unggas. Dalam penelitian ini penulis telah banyak meluluskan sarjana peternakan (Spt), karena setiap penelitian ini selalu melibatkan mahasiswa S1 dan S2. Penulis juga telah mendiseminasikan beberapa inovasi ke masyarakat melalui seminar nasional dan internasional serta publikasi pada jurnal-jurnal nasional dan internasional. Selain itu penulis juga aktif dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Buku ini merupakan buku pertama yang merupakan kumpulan dari beberapa penelitian tentang Peningkatan Kualitas Bungkil Inti Sawit melalui Fermentasi dan Pemanfaatannya sebagai Bahan Pakan Ternak Unggas. Saat ini penulis sedang menjabat ketua laboratorium Nutrisi non Ruminansia fakultas Peternakan Universitas Andalas.



Dr. Ir. Gita Ciptaan, MP dilahirkan 10 November 1959 di Batusangkar, Sumatera Barat. Menamatkan Sarjana Peternakan 1984, Magister Sain dalam Ilmu Ternak di Universitas Padjadjaran 1994 dan Doktor dari Universitas Andalas 2015 dalam bidang ilmu ternak. Sekarang menjadi dosen tetap dalam bidang ilmu nutrisi ternak unggas di

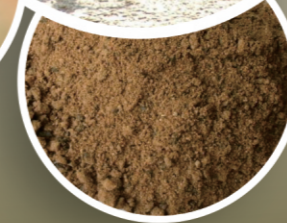
Bagian Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan Fakultas Peternakan Universitas Andalas. Sejak tahun 2016 penulis juga ikut aktif meneliti bungkil inti sawit dan pengolahan serta pemanfaatannya sebagai bahan pakan ternak unggas. Penulis telah mendesiminasikan beberapa inovasinya kemasyarakat melalui seminar nasional dan internasional, publikasi pada jurnal-jurnal nasional dan internasional. Selain itu, penulis juga aktif dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat.



BUNGKIL INTI SAWIT FERMENTASI

Sebagai

PAKAN ALTERNATIF UNGGAS



MIRNAWATI
GITA CIPTAAN

**BUNGKIL INTI SAWIT FERMENTASI
SEBAGAI
PAKAN ALTERNATIF UNGGAS**

**MIRNAWATI
GITA CIPTAAN**



**BUNGKIL INTI SAWIT FERMENTASI
SEBAGAI PAKAN ALTERNATIF UNGGAS**

- Penulis** : Mirnawati
Gita Ciptaan
- Photo Cover** : freepik.com
kibrispdr.org
Bukalapak.com
pexels.com
brilio.net
- Tata Letak** : Ikhsanul Anwar
Syamsul Hidayat
- ISBN** : 978-623-6234-66-2
- Ukuran Buku** : 15,5 x 23 cm
- Tahun Terbit** : 2022
- Cetakan** : Pertama
- Anggota** : *Asosiasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia
(APPTI)*

Dicetak dan diterbitkan oleh:

*Andalas University Press
Jl. Situjuh No. 1, Padang 25129
Telp/Faks.: 0751-27066
email: cebitunand@gmail.com*

Hak Cipta Pada Penulis © 2022

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.

*Dilarang mengutip atau memperbanyak sebahagian atau seluruh isi
buku tanpa izin tertulis dari penerbit.*

PRAKATA

Alhamdulillah puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah swt atas rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan menulis sebuah buku dengan judul” **Bungkil Inti Sawit Sebagai Pakan Alternatif Unggas**”. Buku ini merupakan salah satu referensi bagi mahasiswa strata 1 yang mengambil mata kuliah Mikrobiologi Terapan, Pengetahuan Bahan Pakan, dan ilmu Nutrisi Ternak Unggas dan mahasiswa pascasarjana strata dua (S2) dengan mata kuliah, Bioteknologi Pakan Lanjut, dan Nutrisi ternak non ruminansia lanjut. Disamping itu buku ini juga dapat digunakan oleh praktisi peternakan dan masyarakat umumnya yang bergerak dibidang peternakan.

Buku ini ditulis memuat rangkuman hasil penelitian tentang bungkil inti sawit yang telah dilakukan sejak tahun 2006 sampai 2021. Selain itu juga berasal dari jurnal- jurnal penelitian tentang peningkatan kualitas bungkil inti sawit melalui bioteknologi fermentasi. Bungkil inti sawit merupakan limbah pengolahan minyak sawit yang cukup potensial digunakan sebagai bahan pakan untuk unggas. Hal ini disebabkan ketersediaannya yang cukup banyak dan kandungan gizi yang cukup baik, tetapi nilai manfaatnya yang masih rendah. Untuk meningkatkan nilai manfaat bungkil inti sawit perlu dilakukan pengolahan yaitu dengan fermentasi. Bungkil inti sawit yang telah difermentasi dapat dapat digunakan sebagai bahan pakan alternatif yang dapat mengurangi penggunaan jagung dan bungkil kedelai dalam susunan ransum unggas.

Buku ini terdiri atas 5 Bab. Bab I berisikan informasi tentang potensi dan kendala bungkil inti sawit sebagai pakan unggas, kandungan nutrisi bungkil inti sawit dan pemanfaatannya sebagai pakan unggas serta kendala pemberiannya dalam ransum unggas. Bab II menjelaskan tentang Peningkatan kualitas bungkil inti sawit melalui teknologi fermentasi. Bab III, menjelaskan profil bungkil inti sawit pasca fermentasi dengan mikroba selulolitik dan mananolitik. Bab IV menjelaskan tentang penggunaan bungkil inti sawit ermentasi dalam ransum unggas (broiler, ayam petelur, puyuh petelur dan itik). Bab V penutup, berisikan rangkuman isi buku ini.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada DirektoratJenderal Pendidikan Tinggi khususnya DP2M Dikti yang telah memberi dana skim penelitian Hibah Bersaing pada tahun 2007-2008, Penelitian Fundamental 2009-2010 dan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi tahun 2014-2015, serta penelitian majelis guru besar yang didanai oleh Unand dari tahun 2016-2020. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada pimpinan Universitas Andalas, Rektor Universitas Andalas, Dekan Fakultas Peternakan, Lembaga Penelitian Universitas Andalas yang telah

menfasilitasi penulis dalam pelaksanaan penelitian dan pembuatan laporan dan jurnal internasional sehingga bisa ditulis hasilnya menjadi sebuah buku.

Pada kesempatan ini penulis menghaturkan terimakasih kepada mahasiswa yang terlibat dalam penelitian ini mengumpulkan data, mengolah dan membuat laporan. semoga bermanfaat bagi mereka dan menjadi amal ibadah dan dilipat gandakan oleh Allah swt.

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 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
BAB I. Bungkil Inti Sawit sebagai Bahan Pakan	
Unggas	1
1.1. Potensi Bungkil Inti Sawit.....	1
1.2. Kendala Bungkil Inti Sawit Sebagai Bahan Pakan	2
BAB II. Peningkatan Kualitas Bungkil Inti Sawit	
Melalui Teknologi Fermentasi	5
2.1. Fermentasi dan Faktor Mempengaruhi	5
2.2. <i>Aspergillus niger</i>	6
2.3. <i>Bacillus subtilis</i>	8
2.4. <i>Sclerotium rolfsii</i>	9
2.5. <i>Eupenicilium javanicum</i>	9
BAB III. Profil Bungkil Inti Sawit Pasca Fermentasi	11
3.1. Penentuan Komposisi Substrat dari <i>A.niger</i> dan <i>Eupenicilium javanicum</i>	11
3.2. Penentuan Suhu dan Lama Fermentasi Bungkil Inti Sawit Dengan <i>A. niger</i>	12
3.3. Penentuan Dosis Inokulum dan lama Fermentasi Bungkil Inti Sawit dengan <i>Eupenicilium javanicum</i>	16
3.3.1. Bahan Kering.....	17
3.3.2. Protein Kasar	17
3.3.3. Serat Kasar.....	18

3.3.4. Retensi Nitrogen.....	19
3.3.5. Daya Cerna Serat Kasar (DCSK)	19
3.4. Penentuan Kandungan Asam Amino Sebelum dan sesudah fermentasi bungkil Bungkil Inti Sawit	20
3.5. Penentuan Jenis Kapang Mananolitik dan Lama Fermentasi Dalam meningkatkan Kualitas Bungkil Inti Sawi	21
3.5.1. Kandungan Protein Kasar Bungkil Inti Sawit Fermentasi (BIS)	23
3.5.2. Retensi Nitrogen Bungkil Inti Sawit Fermentasi	23
3.5.3. Kandungan Serat Kasar Bungkil Inti Sawit Fermentasi ..	23
3.5.4. Daya Cerna Serat Kasar Bungkil Inti Sawit Fermentasi...	24
3.5.5. Kandungan Lemak Kasar Bungkil Inti Sawit Fermentasi	25
3.5.6. Energi Metabolisme Bungkil Inti Sawit Fermentasi	25
3.6. Pembuatan Inokulum Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	26
3.6.1. Pengaruh Perlakuan Terhadap Aktivitas Enzim Selulase	27
3.6.2. Pengaruh Perlakuan Terhadap Aktivitas Enzim Protease	28
3.6.3. Pengaruh Perlakuan Terhadap Aktivitas Enzim Manannase	28
3.7. Fermentasi BIS dengan Inokulum <i>Bacillus subtilis</i>	29
3.7.1. Pengaruh Perlakuan Terhadap Aktivitas Mananase	30
3.7.2. Pengaruh Perlakuan Terhadap Aktivitas Selulase	31
3.7.3. Pengaruh Perlakuan Terhadap Aktivitas Protease	32
3.7.4. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Serat Kasar.	33
3.7.5. Pengaruh Perlakuan Terhadap Daya Cerna Serat Kasar .	34
3.7.6. Pengaruh Perlakuan Terhadap Protein Kasar	35
3.7.7. Pengaruh Perlakuan Terhadap Retensi Nitrogen.....	36

BAB IV. Penggunaan Bungkil Inti Sawit Fermentasi

Dalam Ransum Unggas	39
----------------------------------	-----------

4.1. Pemanfaatan Bungkil Inti Sawit Fermentasi Dengan <i>A. niger</i>	
---	--

Sebagai Pengganti Bungkil Kedelai Dalam Ransum Broiler .	40
4.1.1. Pengaruh Perlakuan Terhadap Konsumsi Ransum Ayam Broiler	40
4.1.2. Pengaruh Perlakuan Terhadap Pertambahan Bobot Badan Ayam Broiler	40
4.1.3. Pengaruh Perlakuan terhadap Konversi Ransum Ayam Broiler	41
4.1.4. Pengaruh Perlakuan Terhadap Persentase Lemak Abdomen	41
4.1.5. Pengaruh Perlakuan terhadap Persentase Karkas Ayam Broiler (%).....	42
4.2. Pemanfaatan Bungkil Inti Sawit Fermentasi Dengan <i>Sclerotium rolfsii</i> Pada Broiler.....	43
4.2.1. Konsumsi Ransum	44
4.2.2. Pertambahan Bobot Badan.....	45
4.2.3. Konversi ransum	46
4.2.4. Bobot Hidup	47
4.2.5. Bobot Karkas.....	47
4.2.6. Persentase Karkas	48
4.2.7. Lemak Abdomen	49
4.2.8. Daya Cerna Serat Kasar	49
4.2.9. Retensi Nitrogen.....	50
4.3. Penambahan Enzim Selulase dan Manannase Pada Ransum yang mengandung Bungkil Inti Sawit.....	51
4.3.1. Pengaruh Perlakuan Terhadap Konsumsi Ayam Broiler.	53
4.3.2. Pengaruh Perlakuan Terhadap Pertambahan Bobot Badan Ayam Broiler	53
4.3.3. Pengaruh Perlakuan Terhadap Konversi Ransum Ayam Broiler.....	54

4.3.4. Pengaruh Perlakuan Terhadap Persentase Karkas Ayam Broiler	55
4.3.5. Pemanfaatan Bungkil Inti Sawit Fermentasi Dengan <i>Bacillus subtilis</i> Pada Broiler.....	55
4.3.6. Pengaruh Perlakuan Terhadap Konsumsi Ransum	57
4.3.7. Pengaruh Perlakuan Terhadap Pertambahan Bobot Badan	57
4.3.8. Pengaruh Perlakuan Terhadap Konversi Ransum	58
4.3.9. Pengaruh Perlakuan terhadap Bobot Hidup	59
4.3.10. Pengaruh Perlakuan terhadap Persentase Karkas.....	59
4.3.11. Pengaruh Perlakuan terhadap Persentase Lemak Abdomen.....	60
4.4. Pemanfaatan Bungkil Inti Sawit Fermentasi dengan <i>Bacillus subtilis</i> Pada Itik Pedaging.....	60
4.4.1. Pengaruh Perlakuan Terhadap Konsumsi Ransum	61
4.4.2. Pengaruh Perlakuan Terhadap Pertambahan Bobot Badan	62
4.4.3. Pengaruh Perlakuan Terhadap Konversi Ransum	63
4.4.4. Pengaruh Perlakuan Terhadap Bobot Hidup	64
4.4.5. Pengaruh Perlakuan Terhadap Persentase Karkas	65
4.4.6. Pengaruh Perlakuan Terhadap Persentase Lemak Abdomen.....	65
4.4.7. Pengaruh Perlakuan Terhadap Retensi Nitrogen Bungkil Inti Sawit Fermentasi Dengan <i>Bacillus subtilis</i> ...	66
4.4.8. Pengaruh Perlakuan Terhadap Daya Cerna Serat Kasar Ransum.....	66
45. Pemanfaatan Bungkil Inti Sawit Fermentasi dengan <i>Bacillus subtilis</i> Pada Puyuh.....	67
4.5.1. Konsumsi Ransum Puyuh Petelur.....	68

4.5.2. Pengaruh Perlakuan Terhadap Massa Telur.....	68
4.5.3. Pengaruh Perlakuan Terhadap Konversi Ransum	69
4.5.4. Pengaruh Perlakuan Terhadap Produksi Telur Puyuh.....	69
4.5.5. Pengaruh Perlakuan Terhadap Rataan Berat Telur Puyuh	70
4.5.6. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tebal Kerabang Telur Puyuh	71
BAB V Penutup.....	73
UCAPAN TERIMA KASIH.....	75
DAFTAR PUSTAKA.....	77

DAFTAR TABEL

1.	Rataan Aktifitas Enzim Selulase, Mananase dan Protease (Unit/ml)	12
2.	Rataan aktivitas enzim sellulase (unit/ml), kandungan serat kasar(%), aktivitas enzim protease (unit/ml) dan kandungan protein kasar (% bahan kering).	13
3.	Rataan kandungan zat makanan, retensi nitrogen (RN) dan daya cerna serat kasar (DCSK) bungkil inti sawit fermentasi.	16
4.	Kandungan Asam amino Sebelum dan Sesudah Fermentasi dari Bungkil Inti Sawit.	20
5.	Rataan Protein Kasar, Serat Kasar, dan Lemak Kasar Bungkil Inti Sawit Fermentasi	22
6.	Rataan enzim sellulase, manannase dan protease Inokulum <i>Bacillus subtilis</i> (U/ml).	27
7.	Rataan Aktivitas Enzim Manannase, Selullase dan Protease, Kandungan PK, SK, RN dan DCSK Bungkil Inti Sawit Fermentasi	29
8.	Rataan Konsumsi Ransum, Pertambahan Bobot Badan (PBB), Konversi Ransum (gram/ekor) dan Persentase Lemak Abdomen (%) Ayam Broiler Selama Penelitian	39
9.	Rataan konsumsi ransum, PBB, konversi ransum, bobot hidup, bobot karkas, persentase karkas, lemak abdomen, daya cerna serat kasar (DCSK), retensi nitrogen ayam broiler	44
10.	Rataan Konsumsi Ransum, PBB, Konversi Ransum, Bobot Hidup, Persentase Karkas dan Lemak Abdomen Ayam Broiler Selama Penelitian	52
11.	Rataan konsumsi ransum, pertambahan bobot hidup, konversi ransum, bobot hidup, persentase karkas, persentase lemak abdomen broiler yang diberikan ransum perlakuan BISF dengan <i>Bacillus subtilis</i>	56

12. Rataan konsumsi ransum, penambahan bobot badan, konversi ransum, bobot hidup, persentase karkas, dan persentase lemak abdomen itik pedaging. 61
13. Rataan produksi telur puyuh selama penelitian 67

BAB I

BUNGKIL INTI SAWIT SEBAGAI BAHAN PAKAN UNGGAS

1.1. Potensi Bungkil Inti Sawit

Fluktuasi harga bahan pakan merupakan kendala yang sering mengakibatkan kurang stabilnya usaha peternakan unggas di Indonesia. Hal ini disebabkan beberapa bahan pakan penyusun ransum masih diimpor seperti tepung ikan, jagung dan bungkil kedelai sehingga harganya cukup tinggi di pasaran. Kondisi ini menyebabkan biaya pakan unggas dapat mencapai 60-70% dari biaya produksi.

Untuk menekan biaya pakan unggas, telah banyak upaya yang dilakukan yaitu menggunakan bahan pakan alternatif yang berasal dari limbah industri yang tidak bersaing dengan kebutuhan manusia. Di Indonesia limbah pertanian dan limbah industri pertanian seperti ampas kelapa, limbah coklat, ampas tahu, onggok dan bungkil inti sawit akan tersedia secara berlimpah seiring dengan berkembangnya jumlah usaha pertanian dan industri. Potensi limbah ini sangat besar untuk dijadikan bahan pakan alternatif, namun nilai manfaatnya bagi ternak masih rendah.

Salah satu limbah yang sangat berpotensi digunakan adalah limbah dari pengolahan minyak sawit berupa bungkil inti sawit (BIS). Bungkil inti sawit adalah hasil sampingan dari industri minyak sawit yang dapat digunakan sebagai bahan pakan untuk ternak. Produksi minyak sawit terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Menurut Ditjenbun (2019) rata-rata laju pertumbuhan penanaman kelapa sawit meningkat yaitu 0.37% per tahun. Pada tahun 2018 terdapat areal perkebunan kelapa sawit seluas 14,3 juta Ha dengan produksi mencapai 42 juta ton. Tahun 2019 luas areal perkebunan kelapa sawit mencapai 14,7 juta Ha dengan produksi 45 juta ton yang akan menghasilkan BIS sebesar 15.520 ton per tahunnya.

Kandungan gizi BIS sangat bervariasi. Hal ini disebabkan berbagai faktor diantaranya sumber, cara pengolahan dan ketepatan analisis dari BIS itu sendiri. Beberapa peneliti telah melaporkan bahwa kandungan gizi BIS adalah sebagai berikut: Bahan kering 87,30%, protein kasar 16,07%, serat kasar 21,30%, lemak kasar 8,23%, Ca 0,27% dan P 0,94% serta Cu 48,04 ppm (Mirnawati, dkk. 2008). Sebelumnya Sabrina (2001) mendapatkan kandungan gizi BIS sebagai berikut protein kasar 15,43%, lemak 7,71%, serat kasar 15,47%-20,00%, Ca 0,43%, P 0,86% dan Cu 21,86 ppm. Chin (2002) menyatakan bahwa kandungan BIS adalah sebagai berikut : Bahan kering 89%, protein kasar 15,3%, lemak kasar 2,9%, serat kasar 14,3%, Ca 0,20%, P 0,54% % dan Cu 34 ppm.

1.2. Kendala Bungkil Inti Sawit Sebagai Bahan Pakan

Walaupun kandungan protein kasar BIS cukup tinggi tetapi pemanfaatannya masih rendah dalam ransum unggas yaitu hanya 10% dalam ransum broiler (Rizal, 2000) dan itik (Supriadi, 1997). Hal ini disebabkan kualitasnya yang rendah Garcia *et al.* (1999); Perez *et al.* (2000); Oduns *et al.* (2002); dan Eziesshi and Olomu (2004). Rendahnya kualitas BIS ini diakibatkan oleh tingginya kandungan serat kasar, bahkan 56,4% dari serat kasar BIS adalah dalam bentuk β -manan (Daud and Jarvis, 1992; Duestherhoft *et al.*, 1993). Tingginya serat kasar pada BIS akan menurunkan penggunaan energi dan melindungi molekul protein sehingga sukar diuraikan oleh protease unggas. Selain itu kandungan Cu dari BIS juga cukup tinggi, Cu yang tinggi pada BIS akan Sedangkan Cu yang tinggi pada BIS akan mengikat senyawa protein (asam amino yang mengandung sulfur) yang menyebabkan nilai pencernaan protein BIS rendah (Babjee, 1989).

Kelemahan lain dari BIS sebagai pakan ternak non ruminansia adalah palatabilitas yang rendah (Sundu and Dingle, 2003) dan kandungan asam amino esensial yang juga rendah (Nwokole *et al.*, 1976). Oleh karena itu, penggunaannya yang maksimal dalam ransum masih memerlukan sentuhan teknologi pengolahan yang tepat, guna menghidrolisis dan mendegradasi ikatan glikosidik β -(1,4) pada selulosa, sehingga akan membebaskan glukosa. Teknologi yang dapat meningkatkan kualitas dari BIS adalah dengan teknologi fermentasi. Dimana produk fermentasi memiliki kandungan dan kualitas yang baik dan dapat meningkatkan asam amino dan vitamin dari produk fermentasi.

Menurut Mirwandono dan Siregar (2004) kelemahan lain dari Bungkil Inti Sawit adalah kandungan mineral Cu dan Zn nya cukup tinggi (masing-masing 28,4 dan 50,4 ppm). Cuyang tinggi akan mengikat senyawa protein (asam amino yang mengandung sulfur) yang menyebabkan nilai pencernaan protein BIS rendah (Babjee, 1989), sehingga diperlukan penambahan *substance* yang dapat mengurangi atau menghilangkan pengaruh buruk akibat keracunan mineral tersebut pada ternak unggas. Kerusakan zat makanan akibat reaksi Maillard yang terjadi selama proses ekstraksi minyak (Butterworth dan Fox, 1963)

Untuk itu penggunaan BIS sebagai bahan pakan ayam pedaging harus melalui penanganan dan pengolahan lebih lanjut atau perlu sentuhan teknologi untuk meningkatkan nilai gizi dari bahan ini, karena bahan limbah ini mempunyai beberapa kelemahan yaitu serat kasar tinggi, kandungan protein, asam amino dan pencernaan yang rendah (Zammora *et al.*, 1989).

BAB II

PENINGKATAN KUALITAS BUNGKIL INTI SAWIT MELALUI TEKNOLOGI FERMENTASI

2.1. Fermentasi dan Faktor Mempengaruhi

Fermentasi adalah suatu proses memecah komponen yang kompleks menjadi zat - zat yang lebih sederhana sehingga mudah dicerna oleh ternak, serta mensintesa beberapa vitamin dan faktor pertumbuhan lainnya seperti Riboflavin, vitamin B12 dan provitamin A. Ditambahkan fermentasi juga dapat memecah bahan yang tidak dapat dicerna oleh unggas seperti selulosa dan hemiselulosa menjadi gula sederhana dan mudah dicerna (Widayati dan Widalestari, 1996).

Faktor yang mempengaruhi proses fermentasi adalah substrat (media fermentasi), mikroorganisme yang digunakan dan kondisi fisik pertumbuhan mikroba, pH, suhu, kadar air dan lainnya (Tannemaum, 1978). Faktor - faktor tersebut akan berpengaruh terhadap masa dan komposisi sel. Salah satu fungsi substrat yang terpenting adalah sebagai sumber energi disamping sebagai bahan pembentuk sel dan produk metabolisme. 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. Beberapa bahan baku seperti ampas sagu, ampas tapioka dan sebagainya dapat digunakan sebagai substrat padat meskipun kadang memerlukan suplementasi nilai gizi seperti nitrogen dan unsur - unsur mineral (Smith, 1990).

Menurut Buckle *et al.* (1987) semakin lama waktu fermentasi maka kesempatan mikroba untuk tumbuh akan lebih lama, dimana kapang akan menggunakan glukosa untuk pertumbuhannya sehingga dengan sendirinya persentase bahan kering akan menyusut. Penyusutan bahan kering disebabkan oleh terjadinya perombakan zat - zat makanan seperti karbohidrat (polisakarida) oleh mikroba, dimana mikroba akan menggunakan karbohidrat sebagai sumber energi untuk hidup setelah terlebih dahulu dipecah menjadi glukosa.

Faktor lain yang menentukan keberhasilan fermentasi adalah dosis inokulum dan lama fermentasi. Sulaiman (1988) menyatakan bahwa semakin banyak dosis inokulum yang diberikan semakin cepat fermentasi berlangsung. Begitu juga semakin lama waktu yang diberikan semakin banyak zat-zat yang dapat dirombak. Karenanya kombinasi antara dosis inokulum dan lama fermentasi terhadap berbagai macam mikroorganisme dapat meningkatkan kualitas bungkil inti sawit (Sabrina, 2001; Harnentis, 2005).

2.2. *Aspergillus niger*

Aspergillus niger merupakan salah satu genus kapang *Aspergillus* yang termasuk famili *Moniliaceae*, ordo *Monilliales*, subdivisi *Deuteromycetes*, divisi *Eumycota* (Dwidjoseputro, 1990). Ciri khas dari kapang yaitu mempunyai misellium, tidak mempunyai klorofil, bersifat aerobik serta berkembang biak secara vegetatif dan generatif. Frazier and Westhoff (1983) menambahkan bahwa *Aspergillus* adalah kapang yang miselliumnya bersekat-sekat dan dapat bercabang-cabang lebat, satu helai cabang disebut hipa. Ada dua macam hipa pada *Aspergillus* yaitu : (1) hipa yang terletak pada bagian terendam dan substrat yang menghasilkan misellium yang bersepta dan berfungsi untuk menyerap zat hara, (2) bagian konidiofor yang muncul dari sel kaki yang menghadap ke permukaan berfungsi sebagai alat reproduksi.

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *Aspergillus niger* adalah suhu, pH, nutrient, dan oksigen (Frazier and Westhoff, 1984). Dengan pH optimum berkisar antara 3,0 - 6,0. Enzim selulase yang dihasilkan oleh *Aspergillus niger* menunjukkan aktivitas optimum pada kisaran pH 4,5 - 5,5 (Kulp, 1975). *Aspergillus niger* merupakan kapang yang bersifat aerobik sehingga dalam pertumbuhannya membutuhkan oksigen dalam jumlah yang cukup seperti dalam reaksi pemecahan pati oleh selulase menjadi CO_2 dan H_2O (Frazier dan Westhoff, 1984).

Aspergillus niger mempunyai beberapa keuntungan yaitu dapat tumbuh dengan cepat, tidak mengandung mikotoksin, banyak digunakan secara komersil dalam produksi asam sitrat, asam glutamat, dan menghasilkan beberapa enzim seperti: amilase, peptidase, amilglukosidase, dan selulase (Frazier and Westhoff, 1983). Enzim yang dihasilkannya itu disebut enzim ekstraselluler yang berfungsi untuk memecah atau merombak molekul-molekul yang kompleks menjadi

molekul-molekul sederhana (Moore and Landecker, 1982). Sedangkan strain jamur dari genus *Trichoderma*, ketika dikultur pada media agar, umumnya sulit untuk mengisolasi, karena penyebaran lateral hifat atas permukaan.

Fermentasi bungkil inti sawit dengan *Aspergillus niger* selama 6 hari dan suhu fermentasi 30 °C, memberikan aktivitas enzim selulase (71.38 unit/ml) dan protease (31.1 unit/ml) yang terbaik (Mirnawati, 2007). Menurut Sundu *et al.* (2008) penggunaan BIS sampai level 40 % belum memberikan dampak negatif terhadap performa ayam pedaging yang dipelihara selama fase starter. Selanjutnya ditambahkan bahwa penambahan enzim sangat bermanfaat bagi peningkatan daya cerna makanan dan menurunkan kadar air feses yang merupakan isu lingkungan yang sensitif pada pemeliharaan ayam broiler berskala besar. Hasil yang berbeda didapatkan oleh Onwudike (1986) yang menemukan bahwa peningkatan level bungkil inti sawit dalam ransum menurunkan performa ayam pedaging baik pada phase starter maupun finisher. Perbedaan temuan ini mungkin disebabkan oleh kandungan keseimbangan nutrisi yang terdapat dalam ransum, dimana Onwudike (1986) tidak menyusun ransum berdasarkan keseimbangan asam amino. Oleh sebab itu, Sundu (2008) berkesimpulan bahwa pembuatan ransum dengan mempertimbangkan keseimbangan nutrisi terutama keseimbangan asam amino akan memberikan hasil yang optimal.

Kapang memerlukan karbohidrat sebagai sumber energi setelah terlebih dahulu dipecah menjadi glukosa. Glukosa ini dapat dirobah menjadi molekul air (H₂O) dan CO₂. Sebagian air keluar dari produk, dengan keluarnya air maka bahan kering akan meningkat dan lebih tinggi dari bahan asalnya (Fardiaz (1987). Ditambahkan Sutardi (1980) bila suatu bahan dipanaskan pada temperatur 600°C maka semua zat-zat organik akan teroksidasi menjadi CO₂, H₂O gas - gas lainnya dan tinggal sisanya berupa zat-zat organik atau abu.

Kandungan protein kasar setelah fermentasi sering mengalami peningkatan disebabkan kapang yang mempunyai pertumbuhan dan perkembangbiakan yang baik, dapat mengubah lebih banyak komponen penyusun media menjadi suatu massa sel sehingga terbentuk protein yang berasal dari tubuh kapang itu sendiri yang akan meningkatkan protein kasar dari bahan (Sukara dan Atmowidjojo.1980). Menurut

Saono (1974) tubuh kapang mengandung protein kasar yang cukup tinggi yaitu 31 - 50 %. Menurut Winarno (1980) pengaruh fermentasi terhadap serat kasar adalah terjadinya pemecahan zat - zat kompleks dari pada substrat oleh enzim mikroba seperti perombakan selulosa, hemiselulosa dan polimer - polimernya sehingga akan dihasilkan gula sederhana dan turunannya.

Untuk meningkatkan nilai guna BIS ini perlu dilakukan pengolahan dengan bioteknologi fermentasi menggunakan kapang selulolitik seperti *Rhizopus sp*, *Neurospora sitophila*, *Trichoderma harzianum*, *Aspergillus niger* dan *Penicillium Sp* (Aziz et al., 2003; Marini et al., 2002; Sundu and Dingle, 2003).

2.3. *Bacillus subtilis*

Bacillus subtilis merupakan bakteri gram positif yang dapat membentuk endospora yang berbentuk oval dibagian sentral sel. Hasil uji pewarnaan gram menunjukkan bahwa *Bacillus subtilis* merupakan bakteri gram positif karena menghasilkan warna ungu saat ditetesi dengan larutan KOH. Warna ungu yang muncul pada pewarnaan gram tersebut dikarenakan dinding sel *Bacillus subtilis* mampu mempertahankan zat warna kristal violet (Aini et al., 2013).

Sel *Bacillus sp.* berbentuk batang berukuran 0,3-2,2 x 1,2-7,0 μ m dan mempunyai flagel peritrikus, memproduksi spora bentuk silinder yang tidak membengkok, bersifat aerob atau anaerob fakultatif serta heterotrof, katalase positif, sel gerak yang membentuk endospora elips lebih tahan dari pada sel vegetatif terhadap panas, kering dan faktor lingkungan lain yang merusak. Permukaan sel bakteri ditumbuhi merata flagel lum pristikus. *Bacillus subtilis* merupakan kelompok fisiologi yang berbeda dari bakteri non-patogen, yang relatif mudah dimanipulasi secara genetika dan sederhana dibiakan (Soesanto, 2008).

Menurut Nakano dan Zuber (1998) *Bacillus subtilis* mempunyai kemampuan membentuk pertahanan diri yang kuat, dengan membentuk endospora yang bersifat melindungi sehingga tahan pada kondisi lingkungan yang ekstrim. Terdapat beberapa jenis bakteri yang bersifat saprofit pada tanah, air, udara dan tumbuhan seperti: *Bacillus cereus* dan *Bacillus subtilis* (Jawetz et al., 2005). *Bacillus subtilis* secara tidak langsung termasuk sebagai bakteri patogen pada manusia, bagaimanapun *Bacillus subtilis* dapat mengkontaminasi makanan tetapi tidak sampai

menyebabkan makanan menjadi beracun (Ryan & Ray, 2004). Bakteri ini juga mampu menghasilkan enzim selulase bila ditempatkan dalam lingkungan yang terdapat selulosa. Selain itu dapat memproduksi protein termasuk enzim yang tidak terdenaturasi pada suhu tinggi di dalam DNA-nya yang mengandung guanine dan sitosin dalam yang relative besar, sehingga DNA tetap stabil pada suhu tinggi (Sianturi, 2008).

2.4. *Sclerotium rolfsii*

Kapang *Sclerotium rolfsii* berwarna putih dan bisa tumbuh optimum pada suhu 8°-10°C. *Sclerotium rolfsii* merupakan salah satu mikroba yang menghasilkan enzim mananase cukup tinggi sehingga dapat menghidrolisis serat lumpur sawit dan bungkil inti sawit. Sachslehner *et al.* (2000), membuktikan bahwa kapang *Sclerotium rolfsii* menghasilkan aktivitas enzim manannase tertinggi 675,1 U/mg pada pH 4 dan suhu 50°C.

Enzim manannase adalah enzim pengurai manan dan galaktomanan menjadi manosa dan galaktosa. Enzim ini memotong secara acak rantai utama manan dan hetero β -D-manan menjadi gula terlarut yaitu manosa (Jhonson, 1990). Manannase dapat dihasilkan oleh berbagai mikroorganisme untuk dapat menghidrolisis (hetero) manan, menghasilkan sedikitnya 3 jenis enzim yaitu satu manannase, satu β -manosidase dan satu α -galaktosidase (Hilghe *et al.*, 1998). Manan merupakan salah satu komponen utama dari hemiselulosa.

Mirnawati *et al.* (2015), melakukan fermentasi BIS dengan tiga kapang yang bersifat mananolitik sebagai penghasil enzim mananase yaitu *Aspergillus niger*, *Eupenicilium javanicum* dan *Sclerotium rolfsii*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan aktifitas enzim mananase tertinggi pada kapang *Sclerotium rolfsii* yaitu 67,51 U/ml. Kualitas nutrisi BIS fermentasi dengan *Sclerotium rolfsii* juga lebih baik yaitu protein kasar 26,96%, serat kasar 12,72%, Ca 0,75%, P 0,85%, retensi nitrogen 57,16% dan metabolisme energi 2511 kkal/kg. Menurut Mirnawati *et al.* (2016), BIS yang difermentasi dengan *Sclerotium rolfsii* dapat digunakan sampai level 25% dalam ransum broiler.

2.5. *Eupenicilium javanicum*

Eupenicilium javanicum merupakan kapang penghasil enzim mannanase, selulase, dan α -galaktosidase pada substrat bungkil kelapa, kapang ini merupakan anamorf dari *Penicillium simplicissimum* yang

termasuk dalam filum Ascomycota. Selanjutnya juga dijelaskan bahwa kapang ini memiliki miselium yang berwarna kuning pucat dan pada suhu 37°C kapang ini mampu tumbuh dengan cepat (Silva *et al.* 2004). *Eupenicilium javanicum* memproduksi enzim glukosidase, mannanase, manosidase dan galaktosidase lebih tinggi daripada *Aspergillus niger*. (Arraujo and Ward 1990; Haryati *et al.* 1997).

Menurut Purwadaria *et al.* (2004) bahwa kapang *Eupenicilium javanicum* dapat memproduksi β -mannanase pada substrat gom locust bean 1% dengan aktifitas yang paling tinggi yaitu 49 U/ml dan juga memproduksi β -mannase dengan aktivitas lebih tinggi bila ditumbuhkan pada bungkil kelapa. Hasil penelitian Mirnawati *et al.* (2013) menyatakan bahwa fermentasi bungkil inti sawit dengan *Eupenicilium javanicum* sebanyak 10% dengan waktu fermentasi 11 hari dapat meningkatkan kandungan protein kasar sampai 26.27%. serat kasar 11.37% dan bahan kering 42.21%.

Berdasarkan hasil penelitian Purwadaria *et al.* (2003) menyatakan bahwa *Eupenicilium javanicum* memproduksi enzim CMCase, mannanase dan galaktosidase lebih tinggi dibandingkan *Aspergillus niger* selanjutnya juga dijelaskan bahwa pH optimum untuk memproduksi mannanase dan galaktosidase adalah 5.4 dan 5.

BAB III

PROFIL BUNGKIL INTI SAWIT PASCA FERMENTASI

3.1. Penentuan Komposisi Substrat dari *A.niger* dan *Eupenicilium javanicum*

Dalam proses fermentasi substrat merupakan tempat tumbuh mikroba, untuk itu substrat harus mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroba untuk tumbuh. Salah satu substrat yang umum digunakan adalah dedak karena dedak memiliki nutrisi dan vitamin yang dibutuhkan oleh mikroba, selain itu dedak juga memiliki porositas yang baik sehingga mikroba dapat tumbuh dengan baik. Agar mikroba dapat memproduksi enzim manannase dan selulase maka ditambahkan bungkil inti sawit (BIS) dalam substrat. Mikroba akan memproduksi enzim sesuai dengan indusernya. Rataan aktifitas selulase, manannase dan protease dari *A.niger* dan *E. javanicum* dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan tabel 1 dapat dilihat bahwa aktifitas enzim selulase, mananase dan protease bungkil inti sawit fermentasi *Eupenicilium javanikum* lebih tinggi dibandingkan dengan kapang *Aspergillus niger*. Begitu juga kalau dilihat dari komposisi substrat ternyata komposisi substrat 50% dedak + 50% dedak BIS memberikan aktifitas enzim lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain, baik pada aktifitas enzim selulase, manannase maupun protease. Tingginya aktifitas enzim selulase, mananase dan protease dari kapang *Eupenicilium javanicum* dan komposisi substrat 50% dedak + 50% BIS (A2B3) disebabkan pada perlakuan ini mikroba tumbuh subur dan lebih banyak semakin subur pertumbuhan kapang maka semakin banyak pula enzim selulase, mananase dan protease yang dihasilkan. Suburnya pertumbuhan kapang terlihat dari jumlah spora yang cukup banyak pada perlakuan ini. Mirnawati (2012), menyatakan bahwa fermentasi BIS dengan *Aspergillus niger* dengan dosis inokulum 10% memberikan aktifitas enzim selulase dan mananase yang tertinggi yaitu (22,84 U/ml dan 20,65 U/ml). Aktifitas enzim selulase dan manannase hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan yang didapatkan pada penelitian Mirnawati (2012). Ini menunjukkan bahwa aktifitas enzim yang dihasilkan dari kapang *Eupenicilium javanikum* lebih tinggi dibandingkan dengan kapang *Aspergillus niger*. Sesuai dengan

pernyataan Purwadaria dan Haryati (2003) bahwa aktifitas enzim manannase kapang *Eupenicilium javanikum* lebih tinggi dari pada kapang *Aspergillus niger*.

Tabel 1. Rataan Aktifitas Enzim Selulase, Mananase dan Protease (Unit/ml)

Peubah	Komposisi Substrat	Jenis Mikroba (A)		Rataan
		Aspergillus niger (A1)	Eupenicilium javanikum (A2)	
Selulase	B1 (100% dedak)	14,89 ^d	22,96 ^{bc}	18,925
	B2 (75% dedak+25% BIS)	15,16 ^d	22,36 ^{bc}	18,76
	B3 (50% dedak+50% BIS)	23,28 ^b	28,46 ^a	25,87
	B4(25% dedak+75% BIS)	20,48 ^{bc}	23,35 ^b	21,915
	B5 (100% BIS)	18,35 ^{cd}	20,35 ^{bc}	19,35
	RATAAN	18,432	23,496	20,964
Manannase	B1 (100% dedak)	16,92 ⁱ	20,97 ^s	18,945
	B2 (75% dedak+25% BIS)	18,64 ^h	25,94 ^d	22,29
	B3 (50% dedak+50% BIS)	27,22 ^b	32,55 ^a	29,885
	B4(25% dedak+75% BIS)	25,3 ^d	26,49 ^c	25,895
	B5 (100% BIS)	23,3 ^f	24,45 ^e	23,875
	RATAAN	22,276	26,08	24,178
Protease	B1 (100% dedak)	31,18 ⁱ	38,77 ^h	34,975
	B2 (75% dedak+25% BIS)	41,22 ^f	47,21 ^b	44,215
	B3 (50% dedak+50% BIS)	44,02 ^e	50,87 ^a	47,995
	B4(25% dedak+75% BIS)	45,25 ^d	45,98 ^c	45,615
	B5 (100% BIS)	38,5 ^h	40,35 ^s	39,425
	RATAAN	40,034	44,856	42,445

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

3.2. Penentuan Suhu dan Lama Fermentasi Bungkil Inti Sawit Dengan *A. niger*

Suhu dan lama fermentasi sangat menentukan keberhasilan suatu fermentasi. Mikroba akan tumbuh baik pada suhu yang sesuai, apabila

mikroba diberi suhu yang tidak sesuai maka mikroba tidak akan tumbuh dengan baik dan tidak akan dapat maksimal pertumbuhannya. Begitu juga lama fermentasi sangat sangat menentukan keberhasilan suatu fermentasi. Semakin lama waktu fermentasi maka semakin lama kesempatan mikroba untuk merombak zat makanan pada substrat. Sehingga pada akhir fermentasi terjadi Peningkatan kualitas produk fermentasi. Produk fermentasi yang dihasilkan dapat dilihat dari aktivitas enzim selulase, kandungan serat kasar, aktivitas enzim protease dan kandungan protein kasar bungkil inti sawit fermentasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rataan aktivitas enzim selulase (unit/ml), kandungan serat kasar(%), aktivitas enzim protease (unit/ml) dan kandungan protein kasar (% bahan kering).

Parameter	Suhu Fermentasi	Lama Fermentasi			Rataan
		B1	B2	B3	
Aktivitas enzim selulase	A1	36,57 ^{Ba}	23,46 ^{Ab}	14,22 ^{Ca}	34,75
	A2	32,05 ^{Ba}	71,38 ^{Aa}	14,79 ^{Ca}	39,41
	A3	13,37 ^{Bb}	29,20 ^{Ac}	12,85 ^{Ba}	18,47
	Rataan	27,33	51,35	13,95	
Serat Kasar	A1	19,95	17,89	17,24	18,36
	A2	19,63	16,97	16,83	17,81
	A3	19,05	18,34	18,02	18,47
	Rataan	19,54 ^A	17,73 ^B	17,36 ^B	
Aktivitas enzim protease	A1	13,93 ^{Bc}	24,49 ^{Ab}	14,44 ^{Bc}	17,62
	A2	22,75 ^{Ba}	31,15 ^{Aa}	31,09 ^{Aa}	28,33
	A3	16,49 ^{Bb}	20,61 ^{Ac}	20,87 ^{Ab}	19,32
	Rataan	17,72	25,45	22,13	
Protein kasar	A1	24,11 ^{Ba}	27,70 ^{Aa}	26,38 ^{Aa}	26,06
	A2	24,83 ^{Aa}	26,05 ^{Aab}	25,72 ^{Aa}	25,53
	A3	25,20 ^{Aa}	24,42 ^{ABb}	22,77 ^{Bb}	24,13
	Rataan	24,71	26,06	24,96	

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

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa aktivitas enzim selulase bungkil inti sawit fermentasi pada perlakuan A2B2 (suhu 37°C dan lama 6 hari) memberikan aktivitas selulase, lebih tinggi dari perlakuan lainnya, yaitu 71,38 unit/ml. Tingginya aktivitas enzim selulase pada suhu 37°C dan lama 6 hari merupakan kombinasi terbaik kapang *Aspergillus niger* bagi pertumbuhan dan produksi enzim selulase dengan aktivitas yang makin meningkat. Menurut Fardiaz (1988) pada kondisi baik sel akan membelah dengan cepat dan konstan. Kapang berada dalam fase pertumbuhan cepat (fase logaritmik). Pada fase pertumbuhan cepat aktivitas enzim selulase yang dihasilkan juga meningkat dalam merombak selulosa menjadi molekul yang lebih sederhana yaitu glukosa. Rendahnya aktivitas enzim selulase pada perlakuan A1B1 (suhu 30°C dan lama fermentasi 4 hari), A2B1 (suhu 37°C dan lama fermentasi 4 hari) dan A3B1 (suhu 44°C dan lama fermentasi 4 hari) dibandingkan dengan A2B2 (suhu 37°C dan lama fermentasi 6 hari) karena kapang *Aspergillus niger* berada pada fase pertumbuhan awal dimana glukosa yang terdapat pada substrat diperlukan untuk pertumbuhan kapang dan pembelahan sel. Lebih rendahnya aktivitas enzim selulase pada perlakuan A1B3 (suhu 30°C dan lama fermentasi 8 hari), A2B3 (suhu 44°C dan lama fermentasi 8 hari), A2B3 (suhu 37°C dan lama fermentasi 8 hari) dan A3B3 (suhu 44°C dan lama fermentasi 8 hari) karena dipengaruhi oleh semakin tuanya kapang. Secara visual terjadi perubahan warna kapang *Aspergillus niger* dari hitam menjadi coklat kehitam-hitaman. Semakin tua kapang maka aktivitas enzim selulase semakin rendah, diduga kapang menuju fase kematian yang ditandai dengan perubahan warna menjadi kecoklatan (Rifai, 1969).

Dari Tabel diatas terlihat bahwa semakin lama waktu fermentasi yang diberikan semakin rendah kandungan serat kasar bungkil inti sawit fermentasi dengan *Aspergillus niger*. Hal ini berhubungan dengan pertumbuhan kapang, semakin subur pertumbuhan kapang akan menghasilkan enzim yang banyak juga salah satunya enzim selulase. Semakin banyak enzim selulase yang dihasilkan akan semakin banyak juga selulosa yang dirombak menjadi glukosa, sehingga pada akhir fermentasi terjadi penurunan serat kasar. Sesuai pendapat Shurtleff dan Aoyagi (1979) semakin lama waktu yang digunakan untuk proses fermentasi maka semakin banyak karbohidrat yang dirombak menjadi glukosa. Dilanjutkan Sulaiman (1988) bahwa semakin lama waktu inkubasi maka semakin banyak zat-zat makanan yang dirombak.

Aktivitas enzim protease meningkat seiring dengan meningkatnya lama fermentasi. Pada lama fermentasi 4 hari dan 6 hari jika ditingkatkan suhunya dari 30°C menjadi 37°C terjadi peningkatan aktivitas enzim protease tetapi apabila ditingkatkan suhu 44°C terjadi penurunan aktivitas enzim protease. Pada suhu 44°C baik pada lama fermentasi 4,6 dan 8 hari terjadinya penurunan aktivitas enzim protease karena semakin tinggi suhu dan lama fermentasi yang digunakan akan menyebabkan produk menjadi kering karena sebagian air akan mengalami penguapan yang akan menyebabkan substrat menjadi kering, pertumbuhan kapang menurun dan enzim yang dihasilkan sedikit sehingga aktivitas enzim protease menurun. Hal ini sesuai dengan pendapat Fardiaz (1988) bahwa suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kematian sel dan pembentukan enzim ekstra seluler berlangsung lebih baik pada keadaan suhu lebih rendah dari suhu yang optimum bagi pertumbuhannya.

Dari hasil yang didapatkan terlihat bahwa aktivitas enzim protease yang tertinggi terdapat pada suhu 37°C. Hal ini disebabkan kapang *Aspergillus niger* bersifat mesofilik yang tumbuh baik pada suhu optimum yaitu 30°C. pada suhu 37°C ini kapang berada pada fase pertumbuhan cepat (fase logaritmik) dimana pada fase ini pembelahan sel sangat cepat mengikuti kurva logaritmik (Fardiaz, 1992) sehingga aktivitas enzim protease yang dihasilkan juga meningkat. Sesuai dengan pendapat Suhartono (1989) bahwa enzim protease biasanya diproduksi selama fase logaritmik atau mendekati pasca logaritmik.

Dari hasil yang didapat terlihat bahwa kandungan protein kasar yang terbaik adalah pada suhu 30°C dengan lama 6 hari, yaitu 27,70%. Hal ini disebabkan kapang berada pada fase pertumbuhan cepat (logaritmik) serta tumbuh dengan subur dan merata diseluruh substrat sehingga kapang akan semakin aktif dalam menghasilkan enzim yang akan mengubah komponen penyusun media menjadi suatu massa sel yang akan dimanfaatkan untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan kapang, sehingga terbentuk protein yang berasal dari tubuh kapang itu sendiri yang menyebabkan kandungan protein BISF meningkat (Sukara dan Atmowidjojo, 1980). Sesuai pendapat Saono (1976), bahwa tubuh kapang mengandung protein sekitar 31-50%.

Pada suhu 44°C dengan waktu 8 hari didapatkan kandungan protein kasar terendah. Hal ini disebabkan semakin lama waktu fermentasi dan meningkatnya suhu dapat menyebabkan substrat menjadi kering, pertumbuhan kapang sudah mulai menurun, dimana kapang sudah ada

yang mati dan kemungkinan protein teroksidasi menjadi NH_3 sehingga kandungan protein kasar BISF rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Fardiaz (1988) bahwa lama fermentasi yang singkat mengakibatkan terbatasnya kesempatan kapang untuk terus berkembang sehingga komponen substrat yang dapat diubah menjadi massa sel juga sedikit, tetapi dengan waktu yang lebih lama berarti kesempatan bagi kapang untuk tumbuh dan berkembangbiak sampai mencapai fase stasioner dimana laju pertumbuhan sama dengan nol dan jumlah massa sel total pada fase tersebut konstan.

3.3. Penentuan Dosis Inokulum dan lama Fermentasi Bungkil Inti Sawit dengan *Eupenicilium javanicum*

Dalam proses fermentasi dosis inokulum dan lama fermentasi fermentasi sangat menentukan kualitas produk yang dihasilkan. Untuk itu penentuan dosis inokulum dan lama fermentasi yang optimum perlu sekali agar dapat meningkatkan kualitas bungkil inti sawit fermentasi (BISF) yang dihasilkan. Rataan kandungan zat makanan, retensi nitrogen dan daya cerna serat kasar bungkil inti sawit fermentasi dengan kapang *Eupenicilium javanicum* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rataan kandungan zat makanan, retensi nitrogen (RN) dan daya cerna serat kasar (DCSK) bungkil inti sawit fermentasi.

PEU-BAH	DOSIS INOKULUM	LAMA FERMENTASI			RATAAN
		B(7hari)	B2 (11hari)	B3 (15hari)	
BK	A1 (4%)	44,20 ^{aA}	42,21 ^{aA}	41,12 ^{bA}	42,51
	A2 (7%)	42,99 ^{aA}	40,80 ^{bA}	40,25 ^{bA}	41,35
	A3 (10%)	42,87 ^{aA}	38,48 ^{cB}	41,93 ^{aA}	41,09
	RATAAN	43,35	40,5	41,1	
PK	A1 (4%)	24,30 ^{aB}	23,78 ^{aB}	23,49 ^{aB}	23,85
	A2 (7%)	24,10 ^{aB}	24,22 ^{aB}	24,14 ^{aB}	24,15
	A3 (10%)	25,34 ^{aA}	26,27 ^{aA}	24,52 ^{aB}	25,38
	RATAAN	24,58	24,75	24,05	
SK	A1 (4%)	16.35 ^{aA}	14.09 ^{cA}	15.18 ^{bA}	15.21

	A2 (7%)	15.04 ^{aB}	13.00 ^{cB}	14.87 ^{bA}	14.30
	A3 (10%)	13.08 ^{bC}	11.37 ^{cC}	15.23 ^{aA}	13.22
	RATAAN	11.12	9.61	11.3	
RN	A1 (4%)	41.16 ^{bB}	43.56 ^{aC}	35.85 ^{cC}	40.19
	A2 (7%)	38.73 ^{bC}	48.04 ^{aB}	39.12 ^{bB}	41.96
	A3 10%)	45.08 ^{bA}	50.22 ^{aA}	38.08 ^{cA}	44.46
	RATAAN	31.24	35.45	28.26	
DCSK	A1 (4%)	26.07 ^{bC}	28.14 ^{aC}	24.99 ^{bC}	26.40
	A2 (7%)	28.87 ^{bB}	32.80 ^{aB}	28.83 ^{bB}	30.17
	A3 (10%)	31.93 ^{bA}	45.75 ^{aA}	29.05 ^{cA}	35.57
	RATAAN	21.72	26.67	20.72	

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

3.3.1. Bahan Kering

Dari tabel 3 terlihat bahwasemakin banyak dosis inokulum yang diberikan ada kecenderungan penurunan bahan kering terutama pada lama fermentasi 11 hari (A3B2). Rendahnya bahan kering pada perlakuan A3B2 disebabkan kapang tumbuh lebih subur dan lebih banyak terlihat jumlah spora yang banyak juga, semakin banyak kapang tumbuh maka semakin banyak juga enzim yang dihasilkan untuk merombak zat makanan. semakin banyak mikroba tumbuh maka semakin banyak pula terjadi proses metabolisme dimana proses metabolisme akan menghasilkan air semakin banyak air yang dihasilkan maka semakin rendah bahan kering pada akhir fermentasi (Mirnawati dkk. 2010)

3.3.2. Protein Kasar

Dari tabel 3 terlihat bahwa semakin banyak dosis inokulum yang diberikan ada kecenderungan peningkatan protein kasar terutama pada lama fermentasi 11 hari (A3B2) dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Tingginya protein kasar dari perlakuan A3B2 karena kapang tumbuh lebih banyak semakin banyak pertumbuhan kapang maka sumbangan protein dari tubuh kapang juga semakin banyak. Saono (1974) menyatakan bahwa 31-50% dari tubuh kapang adalah protein dan selama fermentasi akan menghasilkan enzim dan enzim ini adalah protein.

Terjadinya peningkatan protein kasar pada perlakuan A3B2 karena kapang tumbuh lebih subur semakin subur pertumbuhan kapang maka protein semakin tinggi karena tubuh kapang itu adalah sumber protein sel tunggal. Semakin banyak pertumbuhan kapang semakin banyak pula enzim-enzim yang dihasilkan sehingga makin banyak pula kehilangan bahan kering selama fermentasi. Hal ini sesuai dengan pendapat Supriyati *et al* (1998) yang menyatakan bahwa teknologi fermentasi akan meningkatkan kandungan protein kasar dari bungkil inti sawit. Ditambahkan oleh Sukara and Atmowidjojo (1980) bahwa pertumbuhan kapang yang subur akan mengubah substrat menjadi massa sel, sedangkan sel tersebut termasuk protein itulah yang menyebabkan protein meningkat setelah fermentasi dan adanya kehilangan bahan kering selama fermentasi berlangsung.

3.3.3. Serat Kasar

Dari data diatas terlihat bahwa adanya penurunan serat kasar seiring dengan peningkatan dosis inokulum baik pada lama fermentasi 7 hari, 11 hari, maupun 15 hari. Sedangkan pada masing-masing dosis inokulum terjadi penurunan serat kasar pada hari ke 11, tetapi pada hari ke 15 meningkat. bahwa semakin banyak dosis inokulum yang diberikan ada kecendrungan penurunan serat kasar terutama pada lama fermentasi 11 hari (A3B2) lebih tinggi dari perlakuan lainnya.

Rendahnya serat kasar pada perlakuan A3B2 dengan dosis inokulum 10% dan lama fermentasi 11 hari, disebabkan kapang tumbuh lebih subur dan lebih banyak, sehingga banyak enzim yang dihasilkan untuk merombak selulosa menjadi glukosa. Sesuai dengan pendapat Moore dan Landecker (1982) bahwa enzim selulase dapat merombak selulosa menjadi glukosa yang terdapat pada substrat untuk menghasilkan energi sehingga kandungan serat kasar menurun. Semakin banyak kapang yang tumbuh maka semakin banyak pula enzim yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pendapat Kassim *et al* (1985) bahwa terdapat hubungan positif antara pertumbuhan dan produksi enzim selulase selama fermentasi, ini didukung oleh kondisi yang cocok untuk pertumbuhan kapang. Hal ini sesuai dengan yang didapatkan oleh Mirnawati *et al* (2012).

3.3.4. Retensi Nitrogen

Dari data diatas terlihat bahwa terjadi peningkatan retensi nitrogen seiring dengan peningkatan dosis inokulum baik pada lama fermentasi 7 hari, 11 hari, maupun 15 hari.Sedangkan pada masing-masing dosis inokulum terjadi peningkatan serat kasar pada hari ke 11, tetapi pada hari ke 15 terjadi penurunan.Retensi nitrogen pada perlakuan A3B2 lebih tinggi dari perlakuan lainnya.

Tingginya retensi nitrogen pada perlakuan A3B2 disebabkan pada perlakuan ini kapang tumbuh lebih subur.Semakin subur pertumbuhan kapang maka semakin banyak pula enzim protease yang dihasilkan untuk merombak protein menjadi asam amino yang akhirnya meningkatkan kualitas BISF sehingga mudah dimanfaatkan oleh ternak, hal ini terlihat dari nilai retensi nitrogen yang juga tinggi. Sesuai dengan pendapat Winarno (1980) bahwa produk bahan yang mengalami fermentasi mengalami kualitas yang lebih baik dan lebih mudah dicerna oleh ternak.Selain itu tingginya kandungan retensi nitrogen pada BISF ini juga disebabkan karena kandungan asam amino produk fermentasi lebih baik dibanding dengan tanpa fermentasi. Hal ini sesuai dengan pendapat Wahyu(1992) bahwa keseimbangan asam amino sangat menentukan kualitas suatu bahan yang dapat dilihat dari nilai retensi nitrogen yang tinggi.

3.3.5. Daya Cerna Serat Kasar (DCSK)

Dari data diatas terlihat bahwa terjadinya penurunan daya cerna serat kasar seiring dengan peningkatan dosis inokulum baik pada lama fermentasi 7 hari, 11 hari, maupun 15 hari.Sedangkan pada masing-masing dosis inokulum terjadi peningkatan daya cerna serat kasar pada hari ke 11, tetapi pada hari ke 15 terjadi penurunan.Semakin banyak dosis inokulum yang diberikan ada kecendrungan peningkatan daya cerna serat kasar terutama pada lama fermentasi 11 hari (A3B2) lebih tinggi dari perlakuan lainnya.

Tingginya daya cerna serat kasar pada perlakuan A3B2 disebabkan oleh rendahnya kandungan serat kasar yang dikonsumsi serta pertumbuhan kapang yang subur.Semakin subur pertumbuhan kapang maka semakin banyak pula enzim-enzim yang dihasilkan untuk merombak zat yang sulit dicerna menjadi mudah dicerna yang akhirnya meningkatkan daya cerna dari BISF pada akhir fermentasi sehingga mudah dimanfaatkan oleh ternak, hal ini terlihat dari daya cerna serat

kasar yang tinggi. Ini sesuai dengan pendapat Moor and Landecker (1982) bahwa enzim selulase dapat merombak selulosa dan hemiselulosa yang terdapat pada substrat untuk menghasilkan energy sehingga kandungan serat kasar menjadi turun.

3.4. Penentuan Kandungan Asam Amino Sebelum dan sesudah fermentasi bungkil Bungkil Inti Sawit

Kandungan asam-asam amino BIS sebelum dan setelah difermentasi dengan *Eupenicilium javanikum* dapat dilihat pada Tabel 4. Dari tabel 4 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan kandungan asam amino BIS akibat proses fermentasi dengan kapang *Eupenicilium javanikum* dibanding dengan BIS tanpa fermentasi. Hal ini terlihat dari hampir semua asam amino menunjukkan bahwa BIS yang difermentasi memperlihatkan kandungan asam amino yang lebih tinggi dibandingkan dengan BIS tanpa fermentasi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4: Kandungan Asam amino Sebelum dan Sesudah Fermentasi dari Bungkil Inti Sawit.

Asam Amino	Sebelum Fermentasi	Setelah Fermentasi
Aspartat	1.19	1.38
Glutamat	2.40	3.02
Serin	0.50	0.53
Histidin	0.28	0.29
Glisin	0.81	0.83
Threonin	0.52	0.54
Arginin	1.39	1.63
Alanin	0.78	0.79
Tirosin	0.35	0.36
Metionin	0.07	0.19
Valin	0.81	0.82
Fenilalanin	0.65	0.65
Isoleusin	0.60	0.59
Leusin	0.95	0.97
Lisin	0.65	0.66
Total AA	11.64	13.48

Tingginya asam amino BIS yang difermentasi kapang *Eupenicillium javanicum* disebabkan kapang ini tumbuh lebih baik pada substrat BIS, sehingga menghasilkan enzim yang dapat memecah ikatan yang kompleks menjadi yang lebih sederhana seperti enzim protease merombak protein menjadi asam amino sehingga pada akhir fermentasi kandungan asam amino meningkat. Peningkatan kandungan asam amino setelah fermentasi ini merupakan hasil perombakan protein oleh enzim protease. Semakin tinggi kandungan protein kasar yang terkandung dalam BIS fermentasi maka semakin tinggi konsentrasi asam aminonya (Ofuya dan Nwanjiuba, 1990).

3.5. Penentuan Jenis Kapang Mananolitik dan Lama Fermentasi Dalam meningkatkan Kualitas Bungkil Inti Sawit

Kendala dalam pemanfaatan bungkil inti sawit sebagai bahan pakan unggas adalah tingginya kandungan β -manan, sementara unggas tidak dapat mencerna β -manan karena tidak adanya enzim manannase dalam saluran cerna unggas. Oleh karena itu untuk memanfaatkan bungkil inti sawit sebagai bahan pakan unggas perlu pengolahan dengan metode fermentasi dengan memanfaatkan kapang yang bersifat mananolitik. Untuk itu ada beberapa jenis kapang yang bersifat mananolitik seperti *E. javanicum*, *S. rolfsii* dan *A. niger*, yang masing-masing kapang ini memiliki aktivitas yang berbeda. Lama fermentasi sangat menentukan keberhasilan suatu produk fermentasi yang akan dihasilkan. Semakin lama waktu diberikan dalam suatu proses fermentasi maka semakin lama kesempatan mikroba untuk tumbuh dan berkembang. Sehingga makin lama juga mikroba untuk merombak zat-zat makanan tersebut. Diharapkan kombinasi jenis mikroba dan lama fermentasi akan dapat meningkatkan kandungan dan kualitas zat makanan bungkil inti sawit fermentasi (BISF). Rataan kandungan dan kualitas zat makanan selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rataan Protein Kasar, Serat Kasar, dan Lemak Kasar Bungkil Inti Sawit Fermentasi

Peubah	Faktor A	Faktor B (Lama Fermentasi)			Rataan
	(Jenis <i>Kapang</i>)	B1 (3 Hari)	B2 (5 Hari)	B3 (7 Hari)	
Protein Kasar (PK)	A1 (<i>E. javanicum</i>)	19,74 ^{Bb}	20,05 ^{Bb}	21,50 ^{Ba}	20,43
	A2 (<i>S.rolfsii</i>)	20,51 ^{Ac}	24,12 ^{Ab}	26,90 ^{Aa}	23,84
	A3 (<i>A. niger</i>)	19,74 ^{Bb}	20,14 ^{Bb}	21,45 ^{Ba}	20,44
	Rataan	20,00	21,44	23,29	
Retensi Nitrogen (RN)	A1 (<i>E. javanicum</i>)	47,78 ^{cB}	51,92 ^{bB}	53,83 ^{aB}	51,18
	A2 (<i>S.rolfsii</i>)	51,40 ^{cB}	52,29 ^{bA}	55,16 ^{aA}	52,95
	A3 (<i>A. niger</i>)	55,70 ^{aA}	48,68 ^{cC}	53,06 ^{bC}	52,48
	Rataan	51,62	50,96	54,01	
Serat Kasar (SK)	A1 (<i>E. javanicum</i>)	17,61	16,76	15,24	16,54 ^A
	A2 (<i>S.rolfsii</i>)	16,97	14,88	12,72	14,86 ^B
	A3 (<i>A. niger</i>)	17,60	16,37	14,64	16,20 ^A
	Rataan	17,39 ^a	16,00 ^b	14,20 ^c	
Daya Cerna Serat Kasar (DCSK)	A1 (<i>E. javanicum</i>)	51,28	52,89	56,01	53,39 ^B
	A2 (<i>S.rolfsii</i>)	55,60	58,74	60,88	58,41 ^A
	A3 (<i>A. niger</i>)	50,83	52,09	57,41	53,44 ^B
	Rataan	52,57 ^b	54,57 ^b	58,10 ^a	
Lemak Kasar (LK)	A1 (<i>E. javanicum</i>)	5,73 ^{Aa}	4,95 ^{Ab}	2,50 ^{Bc}	4,39
	A2 (<i>S.rolfsii</i>)	3,50 ^{Ba}	1,47 ^{Bb}	0,22 ^{Cc}	1,73
	A3 (<i>A. niger</i>)	5,68 ^{Aa}	4,83 ^{Ab}	3,27 ^{Ac}	4,59
	Rataan	4,97	3,75	2,00	
Energi Metabolisme (EM)	A1 (<i>E. javanicum</i>)	2165,75	2035,39	2066,68	2089,27 ^b
	A2 (<i>S.rolfsii</i>)	2519,98	2635,21	2517,65	2557,61 ^a
	A3 (<i>A. niger</i>)	1594,35	1725,27	1820,96	1713,53 ^b
	Rataan	2093,36 ^b	2131,95 ^b	2135,09 ^a	

Keterangan: Huruf kapital pada kolom yang sama dan huruf kecil pada baris yang sama menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0.01$)

3.5.1. Kandungan Protein Kasar Bungkil Inti Sawit Fermentasi (BIS)

Dari Tabel diatas terlihat bahwa jenis mikroba dengan lama fermentasi memberikan perbedaan terhadap kandungan protein kasar BIS fermentasi. Kapang *S. rolf sii* dengan lama fermentasi 7 hari (A2B3) memberikan kandungan protein lebih tinggi dibandingkan perlakuan lain. Tingginya kandungan protein perlakuan A2B3 dibandingkan dengan perlakuan lain, disebabkan pertumbuhan kapang *S. rolf sii* lebih subur. Semakin subur pertumbuhan kapang maka semakin banyak sumbangan protein dari tubuh kapang. Sesuai dengan pendapat Fardiaz (1992) dan Bradford (1976) menyatakan bahwa tubuh kapang mengandung protein sekitar 35-40%. Selain itu kapang juga menghasilkan enzim dimana enzim juga termasuk protein (Saono.1981 dan Crueger and Crueger, 1989).

3.5.2. Retensi Nitrogen Bungkil Inti Sawit Fermentasi

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa retensi nitrogen yang tertinggi terdapat pada perlakuan A2B3 (*S. rolf sii* dan lama fermentasi 7 hari) yaitu 55,16% Tingginya retensi nitrogen pada perlakuan A2B3 disebabkan karena kandungan protein yang dikonsumsi lebih tinggi dibandingkan protein yang dikeluarkan melalui feses dan urin. Sesuai dengan pendapat Parakkasi (1983) retensi nitrogen akan positif bila nitrogen yang dikonsumsi lebih banyak dengan dikeluarkan melalui feses dan urin.

Tingginya retensi nitrogen pada perlakuan A2B3 juga disebabkan kapang dapat merubah struktur protein substrat dari kompleks menjadi sederhana sehingga lebih mudah diserap. Ketika diberikan pada unggas akan mempermudah kerja enzim protease dalam saluran pencernaan unggas untuk memecah komponen protein yang terdapat dalam pakan (Mahfudz *et al.*, 2004).

3.5.3. Kandungan Serat Kasar Bungkil Inti Sawit Fermentasi

Dari data diatas menunjukkan bahwa serat kasar perlakuan A2B3 (kapang *S. rolf sii* dan lama fermentasi 7 hari) memberikan kandungan serat kasar lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lain. Hal ini disebabkan pertumbuhan kapang *S. rolf sii* lebih subur, semakin subur pertumbuhan kapang maka semakin banyak juga enzim yang dihasilkan terutama enzim selulase dan mannanase untuk merombak selulosa menjadi glukosa yang digunakan sebagai energi oleh kapang sehingga serat kasar setelah fermentasi menurun. Sesuai dengan pendapat Moore

and Landecker, (1982); Mandel and Sternberg (1976) yang menyatakan bahwa enzim selulase merombak selulosa menjadi glukose yang dapat digunakan sebagai energi. Semakin banyak pertumbuhan kapang maka semakin banyak pula enzim yang dihasilkan sesuai dengan pendapat Kassim *et al.* (1985) yang menyatakan bahwa ada hubungan positif antara pertumbuhan kapang dengan produksi enzim selama fermentasi (Mirnawati *et al.*, 2011). Dari data diatas penurunan serat kasar sekitar 63%, Hasil ini lebih tinggi dari fermentasi bungkil inti sawit dengan kapang *A niger* (Mirnawati *et al.*, 2011) dan fermentasi dengan *E. javanicum* (Mirnawati *et al.*, 2013).

3.5.4. Daya Cerna Serat Kasar Bungkil Inti Sawit Fermentasi

Dari data diatas dapat dilihat bahwa perlakuan A2 bungkil inti sawit yang difermentasi dengan kapang *S. rolfsii* memperlihatkan peningkatan daya cerna serat kasar yang tinggi yaitu 58,41% dibandingkan dengan kapang lainnya (*E. javanicum* dan *A. niger*). Hal ini sesuai dengan pendapat Buckle *et. al.* (1985) menyatakan bahwa makanan yang telah difermentasi mempunyai daya cerna yang lebih tinggi karena proses fermentasi menyebabkan terjadinya pemecahan bahan yang tidak dapat dicerna oleh enzim tertentu seperti selulosa, hemiselulosa dan polimer lainnya menjadi gula sederhana sehingga mudah dicerna. Tingginya daya cerna serat kasar pada perlakuan A2 disebabkan oleh rendahnya kandungan serat kasar yang dikonsumsi, sehingga banyak kandungan bahan yang tersimpan dan dimanfaatkan dengan baik. Sesuai dengan pendapat Ranjhan (1980) menyatakan bahwa dengan menurunnya kandungan serat kasar, maka pencernaan zat-zat makanan lainnya akan meningkat. Peningkatan daya cerna serat kasar ini disebabkan oleh adanya kerja enzim selulase yang dapat merombak serat kasar substrat.

Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa perlakuan B3 bungkil inti sawit yang difermentasi selama 7 hari memperlihatkan daya cerna yang tinggi yaitu 58,10% dibandingkan dengan lama fermentasi lainnya (3 dan 5 hari). Tingginya daya cerna serat kasar pada perlakuan B3 disebabkan oleh lamanya fermentasi sehingga kandungan serat kasar menurun, menurunnya kandungan serat kasar bahan maka akan meningkatkan daya cerna serat kasarnya. Sesuai dengan pendapat Kassim *et al.* (1985) menyatakan bahwa terdapat hubungan positif antara pertumbuhan dan produksi enzim sellulase dengan suburnya pertumbuhan kapang lalu

semakin banyak pula enzim selulase yang dihasilkan untuk memecah selulase menjadi glukosa akibatnya semakin meningkat daya cerna serat kasar pada akhir fermentasi.

3.5.5. Kandungan Lemak Kasar Bungkil Inti Sawit Fermentasi

Dari data diatas menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan A2B3 (*S. rolfsii* dan lama fermentasi 7 hari) memberikan kandungan lemak kasar yang lebih rendah dari perlakuan lain. Rendahnya kandungan lemak kasar pada perlakuan ini disebabkan kapang *S. rolfsii*, tumbuh lebih subur, semakin subur pertumbuhan kapang maka semakin banyak pula enzim yang dihasilkan diantaranya adalah enzim lipase yang akan merombak lemak menjadi asam lemak dan glycerol, yang digunakan sebagai energy sehingga pada akhir fermentasi lemak menjadi turun. Hal ini sesuai dengan pendapat Kassim *et al.* (1985) yang menyatakan bahwa adanya hubungan positif antara pertumbuhan kapang dengan produksi enzim selama fermentasi.

3.5.6. Energi Metabolisme Bungkil Inti Sawit Fermentasi

Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa perlakuan A2 bungkil inti sawit yang difermentasi dengan kapang *S. rolfsii* memperlihatkan peningkatan kandungan energi metabolisme yaitu 2557,61 kkal/kg dibandingkan dengan kapang lainnya (*E.javanicum* dan *A. niger*). Tingginya energi metabolisme pada perlakuan A2 berhubungan dengan penurunan serat kasar dan peningkatan daya cerna serat kasar menyebabkan energi yang dimanfaatkan tubuh ternak juga meningkat. Semakin baik pertumbuhan *S. rolfsii* maka semakin banyak pula enzim yang dihasilkan untuk merombak karbohidrat dan serat kasar menjadi glukosa yang akhirnya meningkatkan energi metabolisme yang dimanfaatkan oleh ternak. Sesuai dengan pendapat Wahyu (1997) menyatakan bahwa bahan makanan yang berserat tinggi mempunyai energi metabolisme yang rendah, disebabkan serat kasar yang tinggi tidak dapat dicerna dan dapat membawa zat yang telah dicerna keluar bersama (feses).

Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa perlakuan B3 bungkil inti sawit yang difermentasi selama 7 hari memperlihatkan kandungan energi metabolisme yang tinggi yaitu 2135,09 kkal/kg dibandingkan dengan lama fermentasi lainnya (3 dan 5 hari). Meningkatnya energi metabolisme bungkil inti sawit yang difermentasi disebabkan oleh energi

kasar (Gross Energy/GE) yang terdapat pada eksreta ayam broiler yang diberi bungkil inti sawit fermentasi lebih rendah dari GE eksreta ayam broiler yang diberi bungkil inti sawit yang tidak difermentasi. Kondisi ini disebabkan meningkatnya daya cerna bungkil inti sawit setelah difermentasi yang berkaitan terdegradasinya serat kasar, sehingga zat-zat makanan seperti protein dan lemak dapat dicerna dan dimanfaatkan oleh ayam broiler sebagai sumber energi. Menurut Scott *et al.* (1982) bahwa pada ternak unggas, energi bahan makanan yang dikonsumsi selain hilang bersama feses sebagian juga hilang melalui urin dan gas yang terbentuk selama proses pencernaan, namun energi yang dihasilkan oleh gas-gas tersebut dapat diabaikan karena angkanya terlalu kecil.

3.6. Pembuatan Inokulum Bakteri *Bacillus subtilis*

Substrat adalah tempat tumbuh atau media atau pengemban untuk tumbuh mikroba yang akan digunakan. Untuk itu substrat harus mengandung nutrient yang dibutuhkan oleh mikroba, tanpa ada nutrient yang cukup mikroba tidak akan dapat tumbuh dengan baik. Substrat yang biasa digunakan adalah dedak karena mengandung nutrisi dan vitamin yang dibutuhkan oleh mikroba. Disamping itu dedak juga memiliki porositas yang baik untuk pertumbuhan mikroba. Untuk itu perlu menentukan komposisi substrat dalam pembuatan inokulum dedak dengan menambahkan bungkil inti sawit (BIS). Hal ini disebabkan BIS mengandung selulosa dan manan yang tinggi, diharapkan mikroba akan terpacu memproduksi enzim selulase dan manannase. Mikroba akan memproduksi enzim sesuai dengan inducernya (Pratiwi *et al.*, 2013). Lama fermentasi yang optimum terhadap aktifitas enzim selulase, manannase dan protease dari inokulum *Bacillus subtilis* perlu ditentukan. Lama fermentasi akan menentukan kualitas produk yang dihasilkan. Semakin lama waktu yang diberikan maka semakin lama kesempatan mikroba untuk merombak zat makanan pada substrat. Sehingga kombinasi komposisi substrat dan lama fermentasi akan dapat meningkatkan kualitas dari produk fermentasi.

Berdasarkan hasil pengamatan selama penelitian diperoleh rataan aktivitas enzim selulase, manannase dan protease inokulum *Bacillus subtilis* dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Rataan enzim selulase, manannase dan protease Inokulum *Bacillus subtilis* (U/ml).

Enzim	Komposisi substrat	Lama Fermentasi			Ra- ta-rata
		2 hari	4 hari	6 hari	
Selulase.	A1 (Dedak 100%)	23.91 ^{cC}	34.79 ^{aC}	29.45 ^{bC}	29.38
	A2 (Dedak 90% + 10% BIS)	26.75 ^{cB}	36.15 ^{aB}	31.62 ^{bB}	31.51
	A3 (Dedak 80% + 20% BIS)	28.40 ^{cA}	38.37 ^{aA}	33.13 ^{bA}	33.30
Rata-rata		26.35	36.44	31.40	
Protease	A1 (Dedak 100%)	4.87 ^{cC}	7.37 ^{aC}	6.63 ^{bC}	6.29
	A2 (Dedak 90% + 10% BIS)	5.65 ^{cB}	8.45 ^{aB}	7.47 ^{bB}	7.19
	A3 (Dedak 80% + 20% BIS)	7.61 ^{cA}	10.55 ^{aA}	8.26 ^{bA}	8.81
Rata-rata		6.04	8.79	7.46	
Manan- ase	A1 (Dedak 100%)	14.76 ^{cC}	16.05 ^{aC}	15.32 ^{bC}	15.38
	A2 (Dedak 90% + 10% BIS)	15.02 ^{cB}	18.04 ^{aB}	16.30 ^{bB}	16.45
	A3 (Dedak 80% + 20% BIS)	16.61 ^{cA}	22.09 ^{aA}	19.14 ^{bA}	19.28
Rata-rata		15.47	18.73	16.92	

Keterangan: Huruf besar yang berbeda untuk kolom yang sama dan huruf kecil berbeda untuk baris yang sama memberikan pengaruh yang berbeda ($P < 0.05$).

3.6.1. Pengaruh Perlakuan Terhadap Aktivitas Enzim Selulase

Aktivitas enzim selulase tertinggi terdapat pada kombinasi perlakuan komposisi inokulum A3 (80% Dedak + 20% BIS) dan B2 (lama fermentasi 4 hari) yaitu 38.37 U/ml. Tingginya aktivitas enzim selulase pada perlakuan ini disebabkan oleh kombinasi antara dosis inokulum dan lama fermentasi yang tepat sehingga kapang tumbuh lebih baik dapat merombak nutrisi substrat selama fermentasi. Nutrisi substrat yang dirombak adalah selulosa, semakin banyak selulosa yang dirombak menjadi glukosa sebagai sumber energi maka kapang dapat memproduksi

enzim selulase dengan aktivitas yang maksimal. Sesuai dengan pendapat Pujiati *et al.* (2014) menyatakan bahwa proses fermentasi dengan dosis inokulum dan lama fermentasi yang sesuai dapat menghasilkan enzim selulase dengan aktivitas yang maksimal.

Selain itu, tingginya aktivitas enzim pada perlakuan A2B3 disebabkan karena adanya penambahan BIS yang tepat sebagai media inokulum, sehinggaimbangan nutrisi untuk pertumbuhan bakteri tersedia. Dalam hal ini, bakteri *Basillus subtilis* akan mendegradasi selulosa yang terdapat pada substrat untuk pertumbuhannya. Sesuai dengan pendapat Sakti (2012) yang menyatakan bahwa bakteri *Basillus subtilis* mampu menghasilkan enzim selulase bila ditempatkan dalam lingkungan yang terdapat selulosa.

3.6.2. Pengaruh Perlakuan Terhadap Aktivitas Enzim Protease

Aktivitas enzim Protease tertinggi terdapat pada kombinasi perlakuan komposisi inokulum A3 (80% Dedak + 20% BIS) dan B2 (lama fermentasi 4 hari) yaitu 10.55 U/ml. Tingginya aktivitas enzim Protease pada perlakuan ini disebabkan oleh komposisi inokulum dan lama fermentasi yang tepat, sehingga bakteri dapat menghasilkan enzim protease dengan aktivitas yang tinggi. *Basillus subtilis* merupakan bakteri yang dapat menghasilkan enzim protease (Darwis and Sukara 1990). Selain itu substrat dari inokulum ini juga mengandung protein karena ada penambahan 20% BIS yang meningkatkan kandungan protein. Hal ini akan memicu mikroba untuk memproduksi enzim protease untuk mendegradasi protein. Sesuai dengan pendapat Pratiwi *et al.* (2013) menyatakan bahwa mikroba akan memproduksi enzim sesuai dengan induser.

3.6.3. Pengaruh Perlakuan Terhadap Aktivitas Enzim Manannase

Aktivitas enzim Manannase tertinggi terdapat pada kombinasi perlakuan komposisi inokulum A3 (80% Dedak + 20% BIS) dan B2 (lama fermentasi 4 hari) yaitu 22.09 U/ml. Tingginya aktivitas enzim Manannase pada perlakuan ini disebabkan oleh komposisi substrat tepat untuk pertumbuhan inokulum. Dimana dengan penambahan BIS 20% dalam substrat akan meningkatkan jumlah manan dalam substrat karena BIS mengandung manan yang sangat tinggi. Dengan meningkatnya manan dalam substrat maka *Basillus subtilis* akan meningkat juga

dalam memproduksi enzim manannase. Sesuai dengan pendapat Pratiwi et al. (2013) yang menyatakan bahwa mikroba akan memproduksi enzim sesuai dengan induser. Ditambahkan oleh Sumardi (2005) yang menyatakan bahwa enzim mananase dapat diproduksi oleh bakteri sesuai dengan penambahan substrat manan pada media produksinya.

3.7. Fermentasi BIS dengan Inokulum *Bacillus subtilis*

Ada beberapa factor yang perlu diperhatikan dalam fermentasi diantaranya dosis inokulum dan lama fermentasi. Semakin banyak dosis inokulum *Bacillus subtilis* yang diberikan maka semakin banyak mikroba yang tumbuh dan semakin lama fermentasi diberikan semakin lama juga kesempatan bagi mikroba untyk merombak substrat, sehingga kombinasi dosis inokulum dan lama fermentasi akan dapat meningkatkan kualitas bungkil inti sawit setelah fermentasi. Rataan aktivitas enzim manannase, selulase dan protease, kandungan protein kasar (PK), serat kasar (SK), retensi nitrogen (RN), daya cerne serat kasar (DCSK), dari bungkil inti sawit fermentasi dengan *Bacillus subtilis* dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Rataan Aktivitas Enzim Manannase, Selullase dan Protease, Kandungan PK, SK, RN dan DCSK Bungkil Inti Sawit Fermentasi.

PEUBAH	FAKTOR A	FAKTOR B			RATAAN
		B1 (2HARI)	B2 (4 HARI)	B3 (6 HARI)	
Enzim Mananase	A1 (3%)	21.449 ^{aA}	20.794 ^{aB}	19.689 ^{aB}	20.644
	A2 (5%)	21.777 ^{aA}	22.186 ^{aAB}	22.350 ^{aA}	22.104
	A3 (7%)	19.321 ^{bB}	23.455 ^{aA}	24.274 ^{aA}	22.350
	RATAAN	20.849	22.145	22.104	
Enzim Selulase	A1 (3%)	8.887 ^{cA}	10.648 ^{bAB}	14.717 ^{aB}	11.417
	A2 (5%)	9.109 ^{cA}	11.154 ^{bA}	16.073 ^{aA}	12.112
	A3 (7%)	8.057 ^{cAB}	9.818 ^{bB}	17.126 ^{aA}	11.667
	RATAAN	8.684	10.540	15.972	
Enzim Protease	A1 (3%)	5.847 ^{bA}	6.336 ^{aB}	6.953 ^{aB}	6.379
	A2 (5%)	5.358 ^{cB}	8.314 ^{bA}	10.036 ^{aA}	7.903
	A3 (7%)	5.656 ^{bA}	6.251 ^{bB}	10.270 ^{aA}	7.392
	RATAAN	5.620	6.967	9.086	

Serat Kasar	A1 (3%)	22.14 ^{aA}	19.72 ^{bA}	18.75 ^{cA}	20.20
	A2 (5%)	21.05 ^{aB}	19.56 ^{bA}	18.69 ^{cA}	19.77
	A3 (7%)	20.34 ^{aC}	19.43 ^{bAB}	18.15 ^{cB}	19.31
	RATAAN	21.18	19.57	18.53	
Daya Cerna	A1 (3%)	45.52 ^{cB}	47.64 ^{bC}	51.36 ^{aB}	48.17
Serat Kasar	A2 (5%)	45.60 ^{cB}	49.70 ^{bB}	51.63 ^{aB}	48.98
	A3 (7%)	46.44 ^{cA}	51.11 ^{bA}	53.14 ^{aA}	50.23
	RATAAN	45.85	49.48	52.04	
Protein	A1 (3%)	16,55 ^{cB}	19,03 ^{bB}	21,45 ^{aB}	19,01
	A2 (5%)	17,53 ^{cA}	19,17 ^{bB}	22,27 ^{aB}	19,66
	A3 (7%)	18,24 ^{cA}	20,82 ^{bA}	24,93 ^{aA}	21,33
	RATAAN	17,44	19,67	22,88	
Retensi Nitro- gen	A1 (3%)	50,32 ^{cC}	57,77 ^{bC}	63,92 ^{aC}	57,33
	A2 (5%)	53,38 ^{cB}	62,03 ^{bB}	65,34 ^{aB}	60,25
	A3 (7%)	62,32 ^{cA}	65,04 ^{bA}	68,47 ^{aA}	65,28
	RATAAN	55,34	61,61	65,91	

Keterangan: Huruf besar yang berbeda untuk kolom yang sama dan huruf kecil berbeda untuk baris yang sama memberikan pengaruh yang berbeda ($P < 0.05$).

3.7.1. Pengaruh Perlakuan Terhadap Aktivitas Mananase

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat adanya kecenderungan peningkatan aktivitas mananase seiring penambahan dosis inokulum. Semakin banyak dosis inokulum yang diberikan semakin meningkatnya aktivitas mananase, baik pada lama fermentasi 2 hari, 4 hari dan 6 hari. Aktivitas mananase pada lama fermentasi 6 hari terjadi peningkatan lebih tinggi dari lama fermentasi 2 hari dan 4 hari, hal ini disebabkan semakin lama waktu fermentasi semakin tinggi aktivitas enzim yang dihasilkan. Sesuai dengan (Darwis dkk.,1995 dalam pujiati, 2014) menyatakan menambahkan pada awal fermentasi aktivitas enzim masih sangat rendah, aktivitas enzim akan meningkat sejalan dengan bertambahnya waktu fermentasi, hal ini mengikuti pola pertumbuhan yaitu fase adaptasi, fase eksponensial, fase stasioner dan fase kematian. Fardiaz. (1989) menyatakan bahwa cepat lambatnya fermentasi sangat menentukan jumlah enzim yang dihasilkan pada media, semakin lama waktu fermentasi yang digunakan akan semakin banyak bahan yang

dirombak oleh enzim yang dihasilkan oleh mikroba. Kadran (2018) telah melakukan penelitian terhadap bungkil inti sawit fermentasi dengan *Sclerotium rolfsii* yang mana hasil terbaik pada dosis inokulum 8% dengan lama fermentasi 7 hari dapat meningkatkan aktivitas mananase 26.24 U/ml.

Aktivitas mananase tertinggi pada perlakuan dosis inokulum 7% dan lama fermentasi 6 hari (A3B3) 24.274 U/ml. Tingginya aktivitas mananase perlakuan A3B3 24.274U/ml disebabkan karena semakin banyak dosis inokulum yang diberikan maka mikroorganisme untuk tumbuh cukup banyak dan berkembang dengan cepat sehingga aktivitas mananase meningkat. Sesuai dengan pendapat Setyawan. (2005) menyatakan bahwa semakin banyak dosis inokulum yang diberikan maka semakin cepat proses fermentasi berlangsung karena dengan dosis inokulum yang tinggi menyebabkan pertumbuhan mikroba pada substrat semakin banyak dan aktivitas enzim yang dihasilkan juga meningkat. Rendahnya aktivitas mananase pada perlakuan A1B3 17.888U/ml disebabkan pemberian dosis inokulum yang sedikit yaitu 3% dan lama fermentasi 6 hari, hal ini menyebabkan pertumbuhan bakteri akan lambat dan kerja enzim juga akan rendah, tetapi dengan peningkatan dosis inokulum sampai 7% pertumbuhan bakteri akan semakin baik sehingga dosis inokulum 7% merupakan dosis yang optimum untuk pertumbuhan *Bacillus subtilis*.

3.7.2. Pengaruh Perlakuan Terhadap Aktivitas Selulase

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat adanya kecenderungan peningkatan aktivitas selulase seiring penambahan dosis inokulum. Semakin banyak dosis inokulum yang diberikan semakin meningkatnya aktivitas selulase, baik pada lama fermentasi 2 hari, 4 hari dan 6 hari. Aktivitas selulase pada lama fermentasi 6 hari terjadi peningkatan lebih tinggi dari lama fermentasi 2 hari dan 4 hari, hal ini disebabkan semakin lama waktu fermentasi semakin tinggi aktivitas enzim yang dihasilkan. Sesuai dengan pendapat Fardiaz. (1989) menyatakan bahwa cepat lambatnya fermentasi sangat menentukan jumlah enzim yang dihasilkan pada media, semakin lama waktu fermentasi yang digunakan akan semakin banyak bahan yang dirombak oleh enzim yang dihasilkan oleh mikroba.

Aktivitas selulase tertinggi pada perlakuan dosis inokulum 7% dan lama fermentasi 6 hari (A3B3) yaitu 17.126U/m. Tingginya aktivitas selulase perlakuan A3B3 17.126 U/ml disebabkan karena semakin banyak dosis inokulum yang diberikan maka mikroorganismenya untuk tumbuh cukup banyak dan berkembang dengan cepat sehingga aktivitas selulase meningkat. Sesuai dengan pendapat Setyawan. (2005) menyatakan bahwa semakin banyak dosis inokulum yang diberikan maka semakin cepat proses fermentasi berlangsung karena dengan dosis inokulum yang tinggi menyebabkan pertumbuhan mikroba pada substrat semakin banyak dan aktivitas enzim juga meningkat. Mirnawati. (2012) telah melakukan penelitian terhadap bungkil inti sawit dengan menggunakan *Aspergillus niger* yang mana hasil terbaik pada komposisi substrat 80% PKC+ 20% dedak dengan dosis inokulum 10% dapat meningkatkan aktivitas selulase 22.84 U/ml.

Rendahnya aktivitas selulase pada perlakuan A1B3 8.866 U/ml disebabkan karena pemberian dosis inokulum yang sedikit yaitu 3% dan lama fermentasi 6 hari, hal ini menyebabkan pertumbuhan bakteri akan lambat dan kerja enzim juga akan rendah, tetapi dengan peningkatan dosis inokulum 7% pertumbuhan bakteri akan semakin baik sehingga dosis inokulum 7% merupakan dosis yang optimum untuk pertumbuhan *Bacillus subtilis*.

3.7.3. Pengaruh Perlakuan Terhadap Aktivitas Protease

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat adanya kecenderungan peningkatan aktivitas protease seiring penambahan dosis inokulum. Semakin banyak dosis inokulum yang diberikan semakin meningkatnya aktivitas protease, baik pada lama fermentasi 2 hari, 4 hari dan 6 hari. Aktivitas protease pada lama fermentasi 6 hari terjadi peningkatan lebih tinggi dari lama fermentasi 2 hari dan 4 hari, hal ini disebabkan semakin lama waktu fermentasi semakin tinggi aktivitas enzim yang dihasilkan. Sesuai dengan pendapat Fardiaz. (1989) menyatakan bahwa cepat lambatnya fermentasi sangat menentukan jumlah enzim yang dihasilkan pada media, semakin lama waktu fermentasi yang digunakan akan semakin banyak bahan yang dirombak oleh enzim yang dihasilkan oleh mikroba. Kemudian Suhartono. (1989) menambahkan waktu fermentasi dalam memproduksi enzim yang berbeda akan menghasilkan aktivitas enzim yang berbeda.

Aktivitas protease tertinggi pada perlakuan dosis inokulum 7% dengan lama fermentasi 6 hari (A3B3) yaitu 10.270U/ml. Tingginya aktivitas protease perlakuan A3B3 10.270 U/ml disebabkan karena semakin banyak dosis inokulum yang diberikan maka mikroorganisme untuk tumbuh cukup banyak dan berkembang dengan cepat sehingga aktivitas Protease meningkat. Sesuai dengan pendapat Setyawan. (2005) menyatakan bahwa semakin banyak dosis inokulum yang diberikan maka semakin cepat proses fermentasi berlangsung karena dengan dosis inokulum yang tinggi menyebabkan pertumbuhan mikroba pada substrat semakin banyak dan aktivitas enzim juga meningkat. Mirnawati. (2012) telah melakukan penelitian terhadap bungkil inti sawit dengan menggunakan *Aspergillus niger* yang mana hasil terbaik pada komposisi substrat 80% PKC+ 20% dedak dengan dosis inokulum 10% dapat meningkatkan aktivitas protease 18.10 U/ml.

Rendahnya aktivitas protease pada perlakuan A1B3 5.358U/ml disebabkan sedikit pemberian dosis inokulum 3% , hal ini menyebabkan pertumbuhan bakteri akan lambat dan kerja enzim juga akan rendah, tetapi dengan peningkatan dosis inokulum 7% pertumbuhan bakteri akan semakin baik sehingga dosis inokulum 7% merupakan dosis yang optimum untuk pertumbuhan *Bacillus subtilis*.

3.7.4. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Serat Kasar

Dari data diatas terlihat bahwa semakin banyak dosis inokulum yang diberikan terjadi penurunan kandungan serat kasar bungkil inti sawit fermentasi baik pada dosis 3, 5 dan 7%.Semakin lama waktu fermentasi juga terjadi penurunan kandungan serat kasar bungkil inti sawit fermentasi baik pada hari ke 2, 4 dan 6. Pemberian dosis inokulum dan lama fermentasi yang tepat akan memberikan kesempatan kepada bakteri untuk tumbuh dan berkembang dengan baik sehingga semakin banyak bahan yang akan dirombak dan semakin banyak pula enzim yang dihasilkan, terutama enzim selulase. Sesuai pendapat Sulaiman (1988) menyatakan bahwa semakin banyak dosis inokulum yang diberikan semakin cepat fermentasi berlangsung.Begitu juga semakin lama waktu yang diberikan semakin banyak zat-zat yang dapat dirombak.Kandungan serat kasar terendah terdapat pada perlakuan A3B3 (dosis inokulum 7% dan lama fermentasi 6 hari).

Rendahnya kandungan serat kasar pada perlakuan A3B3 disebabkan tingginya aktivitas selulase pada perlakuan ini yaitu 17,126 U/ml (Lampiran 4). Selulase ini akan mendegradasi selulosa menjadi glukosa sehingga pada akhir fermentasi kandungan serat kasar menurun. Sesuai pendapat Ofuya dan Nwajiuba (1990) menyatakan bahwa semakin banyak mikroba yang tumbuh maka semakin banyak pula selulase yang dihasilkan untuk merombak selulosa menjadi glukosa sehingga pada akhir fermentasi kandungan serat kasar menurun. Glukosa yang dihasilkan dari perombakan tadi akan digunakan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan sel. Sesuai pendapat Griffin (1994) menyatakan bahwa glukosa digunakan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan sel sehingga mikroba dapat memperbanyak diri ini terlihat dari pertumbuhan mikroba yang subur. Sebelumnya Moore dan Landecker (1982) menyatakan bahwa enzim selulase dapat merombak selulosa menjadi glukosa yang terdapat pada substrat untuk menghasilkan energi sehingga kandungan serat kasar menurun.

3.7.5. Pengaruh Perlakuan Terhadap Daya Cerna Serat Kasar

Dari data diatas terlihat bahwa semakin banyak dosis inokulum yang diberikan terjadi peningkatan daya cerna serat kasar bungkil inti sawit fermentasi baik pada dosis 3, 5 dan 7%.Semakin lama waktu fermentasi juga terjadi peningkatan daya cerna serat kasar bungkil inti sawit fermentasi baik pada hari ke 2, 4 dan 6. Pemberian dosis inokulum dan lama fermentasi yang tepat akan memberikan kesempatan kepada bakteri untuk tumbuh dan berkembang dengan baik sehingga semakin banyak bahan yang akan dirombak dan produk fermentasi yang dihalilkan juga baik. Daya cerna serat kasar tertinggi terdapat pada perlakuan A3B3 (dosis inokulum 7% dan lama fermentasi 6 hari).

Tingginya daya cerna serat kasar pada perlakuan A3B3 berkaitan dengan rendahnya kandungan serat kasar yang dikonsumsi, sehingga banyak kandungan bahan yang tersimpan dan dimanfaatkan dengan baik serta meningkatkan daya cerna serat kasar bungkil inti sawit fermentasi. Hal ini didukung oleh pendapat Tillman *et al.* (1989) yang menyatakan bahwa daya cerna serat kasar tergantung pada kandungan serat kasar dalam bahan pakan tersebut, semakin tinggi kandungan serat kasarnya maka semakin rendah daya cerna serat kasarnya karena keterbatasan unggas untuk mencerna serat kasar. Daya cerna juga dipengaruhi oleh

beberapa faktor antara lain kandungan serat kasar dalam pakan, komposisi penyusunan serat kasar, dan aktivitas mikroorganisme (Maynard *et al.*, 2005). Semakin rendah serat kasar maka semakin tinggi daya cerna serat kasarnya. Sesuai dengan pendapat Dilanjutkan dengan pendapat Kassim *et al.* (1985), menyatakan bahwa semakin banyak selulase yang dihasilkan untuk memecah selulosa menjadi glukosa akibatnya semakin meningkat daya cerna serat kasar. Lama fermentasi juga mempengaruhi daya cerna serat kasar, dimana zat makanan yang mengalami fermentasi biasanya mempunyai nilai gizi yang lebih baik dari bahan asalnya disebabkan mikroorganisme bersifat katabolik akan memecah komponen yang kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna.

3.7.6. Pengaruh Perlakuan Terhadap Protein Kasar

Berdasarkan tabel diatas terjadi peningkatan protein kasar pada setiap perlakuan seiring dengan penambahan dosis inokulum yang semakin banyak baik pada dosis 3, 5 dan 7% . Semakin lama waktu fermentasi juga terjadi peningkatan protein kasar BISF baik pada hari ke 2, 4 dan hari ke 6. Protein kasar tertinggi terdapat pada perlakuan A3B3 yaitu 24,65%. Tingginya kandungan protein kasar pada perlakuan A3B3 pada BISF dengan *Bacillus subtilis*, disebabkan karena semakin banyak dosis inokulum yang diberikan dan semakin lama waktu fermentasi, makasemakin banyak mikroba yang tumbuh dan berkembang biak dengan pertumbuhan mikroba yang meningkat sehingga adanya sumbangan protein yang tinggi dari tubuh mikroba tersebut. Sesuai dengan pendapat Krisnan *et al.* (2005) menyatakan bahwa peningkatan protein diduga karena 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.

Peningkatan protein juga disebabkan oleh karena adanya enzim yang di produksi oleh mikroba, semakin meningkat jumlah mikroba dalam proses fermentasi akan semakin banyak mikroba memproduksi enzim, Enzim yang dihasilkan oleh mikroba juga merupakan protein (Noferdiman dkk., 2008), sehingga dengan adanya enzim akan mempengaruhi kandungan protein kasar pada bahan pakan. Hal ini sesuai dengan pendapat Fardiaz (1989) bahwa selama proses fermentasi

berlangsung mikroba akan mengeluarkan enzim yang merupakan protein dan mikroba itu sendiri juga sebagai sumber protein sel tunggal. Enzim merupakan protein yang berfungsi sebagai katalis atau senyawa yang dapat mempercepat suatu reaksi (Smith, 1990).Cepat lambatnya fermentasi akan menentukan jumlah enzim yang dihasilkan, semakin lama waktu fermentasi maka semakin banyak bahan yang dirombak oleh enzim (Fardiaz, 1989).

Rendahnya protein kasar pada perlakuan A1B1, ini disebabkan karena dosis inokulum yang diberikan sedikit dan waktu fermentasi yang singkat. Dosis inokulum yang sedikit menyebabkan aktifitas enzim protease yang dihasilkan oleh *Bacillus subtilis* pada bungkil inti sawit fermentasi menjadi rendah sehingga reaksi pada substrat menjadi lambat dan protein kasar yang dihasilkan rendah. Terjadinya penurunan protein kasar juga disebabkan oleh waktu fermentasi yang singkat sehingga kerja enzim menjadi terbatas dan tidak optimal.

Dilihat dari rata-rata kandungan protein kasar didapatkan hasil tertinggi pada penelitian ini yaitu perlakuan A3B3 (dosis inokulum 3% dan lama fermentasi 6 hari) yaitu 24,65%. Dibandingkan dengan sebelum fermentasi yaitu 17,31%.

3.7.7. Pengaruh Perlakuan Terhadap Retensi Nitrogen

Berdasarkan tabel diatas terjadi peningkatan retensi nitrogen pada setiap perlakuan setelah dilakukan fermentasi BIS dengan *Bacillus subtilis*. Peningkatan retensi nitrogen terjadi seiring dengan penambahan dosis inokulum yang semakin banyak baik pada dosis 3, 5 dan 7%.Semakin lama waktu fermentasi juga terjadi peningkatan retensi nitrogen BISF baik pada hari ke 2, 4 dan hari ke 6. Kandungan retensi nitrogen tertinggi terdapat pada perlakuan A3B3 yaitu 68,47%.

Tingginya retensi nitrogen pada perlakuan A3B3 disebabkan oleh kandungan protein kasar yang dikonsumsi lebih tinggi dibandingkan protein yang dikeluarkan melalui feses dan urin. Sesuai dengan pendapat Parakkasi (1987) retensi nitrogen akan positif bila nitrogen yang dikonsumsi lebih banyak dengan dikeluarkan melalui feses dan urin. Tingginya retensi nitrogen dikarenakan kualitas nutrisi setelah fermentasi lebih baik dan asam amino yang lebih lengkap disebabkan karena dalam proses fermentasi terjadi perombakan komponen kompleks menjadi sederhana dan fermentasi juga dapat memperbaiki

kualitas nutrien menjadi lebih baik, sehingga kandungan protein pada substrat dirombak menjadi asam amino dengan kualitas yang lebih baik dan mudah dicerna oleh ternak. Selanjutnya, tingginya retensi nitrogen pada perlakuan A3B3 juga disebabkan karena bakteri dapat merubah struktur protein substrat, sehingga ketika diberikan pada unggas akan mempermudah kerja enzim protease dalam saluran pencernaan unggas untuk memecah komponen protein yang terdapat dalam pakan (Mahfudz *et al.*, 2004).

Rendahnya kandungan retensi nitrogen pada perlakuan A1B1 karena kandungan protein yang dikonsumsi lebih rendah dan dosis inokulum yang diberikan sedikit (3%) menyebabkan pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri rendah sehingga kandungan nitrogennya juga rendah akibatnya nitrogen yang tertinggal dalam tubuh juga rendah dan lama fermentasi yang singkat (2 hari) menyebabkan kerja bakteri tidak optimal. Hal ini didukung oleh pendapat Tillman *et al.* (1998) menyatakan bahwa kualitas protein yang rendah menyebabkan protein yang dikonsumsi juga rendah. Retensi nitrogen dipengaruhi oleh peningkatan level protein dalam pakan.

BAB IV

PENGUNAAN BUNGKIL INTI SAWIT FERMENTASI DALAM RANSUM UNGGAS

4.1. Pemanfaatan Bungkil Inti Sawit Fermentasi Dengan *A. niger* Sebagai Pengganti Bungkil Kedelai Dalam Ransum Broiler

Setelah fermentasi dengan *A. niger* bungkil inti sawit (BISF) mengalami peningkatan kandungan dan kualitas zat makanannya seperti protein kasar meningkat menjadi 23.20% dan terjadi penurunan serat kasar menjadi 10.59%, dengan terjadinya peningkatan dan penurunan serat kasar ini tentu BISF dapat digunakan sebagai bahan pakan untuk unggas. Kualitas suatu bahan pakan perlu diuji secara biologis pada unggas untuk menentukan berapa persen dapat digunakan atau berapa persen dapat menggantikan bungkil kedelai dalam ransum unggas. Untuk itu dilakukan pengujian pada broiler dengan parameter sebagai berikut: konsumsi ransum, pertambahan bobot badan (PBB), konversi ransum dan Persentase Lemak Abdomen (%) Ayam Broiler. Rataan konsumsi ransum, pertambahan bobot badan, Konversi Ransum dan Persentase Lemak Abdomen (%) ayam broiler dari masing-masing perlakuan dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 8. Rataan Konsumsi Ransum, Pertambahan Bobot Badan (PBB), Konversi Ransum (gram/ekor) dan Persentase Lemak Abdomen (%) Ayam Broiler Selama Penelitian.

Perlakuan	Konsumsi Ransum gram/ekor	Pertambahan Bobot Badan gram/ekor	Konversi Ransum	Lemak abdomen (%)	karkas (%)
A (R kontrol)	1678.04	973.75	1.72	0.24	64.45
B (20 % BISF)	1678.63	942.50	1.78	0.41	66.51
C (40 % BISF)	1681.25	948.13	1.77	0.34	65.97
D (60 % BISF)	1680.04	949.06	1.77	0.36	65.99
E (80 % BISF)	1677.75	930.31	1.80	0.49	66.63
F (100 % BISF)	1682.88	943.13	1.78	0.45	65.40
SE	19.44	12.35	0.04	0.14	0.67

Keterangan : SE= Standar Error

4.1.1. Pengaruh Perlakuan Terhadap Konsumsi Ransum Ayam Broiler

Konsumsi ransum masing-masing perlakuan tidak memperlihatkan perbedaan atau dengan kata lain BIS fermentasi dengan *A. niger* dapat menggantikan bungkil kedelai sampai 100% dalam ransum broiler, karena masih bisa menyamai ransum kontrol (tanpa BISF). Walaupun penggunaan BISF sampai 100% pengganti bungkil kedelai dalam ransum broiler tapi masih bisa menyamai ransum kontrol. Hal ini disebabkan BIS mengalami fermentasi dimana bahan yang mengalami fermentasi ini memiliki aroma dan rasa yang disukai oleh ternak sesuai dengan pendapat Shurtleff dan Aoyogi (1979) bahwa fermentasi dapat merubah rasa dan flavor yang tidak disukai menjadi disukai. Saono (1988) menambahkan bahwa fermentasi secara tradisional pun dapat memperbaiki sifat-sifat tertentu, seperti menjadi lebih mudah dicerna, dapat menghilangkan senyawa racun yang dikandungnya, sehingga nilai ekonomis bahan menjadi lebih baik. Ditambahkan juga bahwa produk fermentasi lebih palatable bila dibandingkan bahan asalnya karena fermentasi dapat menghasilkan flavor yang disukai dan dihasilkan beberapa vitamin B yaitu B1, B2, dan B12 serta mineral (Murugesan *et al.*, (2005; Pelezar dkk 1996; Kubad, 1997; Brum, dkk, 1999). Sedangkan vitamin B1 dapat merangsang nafsu makan (Wahju, 1997).

4.1.2. Pengaruh Perlakuan Terhadap Pertambahan Bobot Badan Ayam Broiler

Dari data diatas menunjukkan bahwa pertambahan bobot badan masing-masing perlakuan dapat menyamai ransum kontrol. Sehingga penggunaan BIS yang difermentasi dengan *A. niger* dapat menggantikan 100% bungkil kedelai dalam ransum broiler. Hal ini disebabkan BIS mengalami fermentasi dimana produk fermentasi memiliki kualitas yang baik. Sesuai dengan pendapat Winarno dan Fardiaz (1980) yang menyatakan bahwa bahan yang mengalami fermentasi kualitasnya akan lebih baik. Ditambahkan oleh Saono (1988) bahwa produk fermentasi memiliki daya cerna yang tinggi dan menghilangkan senyawa racun. Selanjutnya Pelezar *et al.* (1996) menyatakan bahwa produk fermentasi dapat meningkatkan kandungan vitamin dan mineral. hingga terlihat dari PBB yang tidak berbeda dengan PBB ransum kontrol walaupun pemberian BISF sampai 100% pengganti bungkil kedelai. Untuk itu

perlakuan yang menggunakan produk fermentasi ini mudah diserap oleh ternak dan terlihat dari PBB yang bias sama dengan control walaupun penggunaan BISF sampai 100% pengganti bungkil kedelai. Selain itu juga disebabkan kandungan asam amino BIS fermentasi lebih tinggi dibanding BIS tanpa fermentasi sehingga memiliki kualitas yang lebih baik dan mudah dimanfaatkan oleh ternak.

4.1.3. Pengaruh Perlakuan terhadap Konversi Ransum Ayam Broiler

Konversi merupakan perbandingan antara konsumsi ransum dengan pertambahan bobot badan. Dari data di atas konsumsi dan pertambahan bobot badan tidak memperlihatkan perbedaan sehingga konversi juga tidak memperlihatkan perbedaan karena konsumsi merupakan perbandingan antara konsumsi dan PBB. Sesuai dengan pendapat Scott, *et al* (1982) yang menyatakan bahwa nilai konversi ransum ditentukan oleh banyaknya konsumsi ransum dan PBB yang dihasilkan. Dari hasil penelitian diperoleh rata-rata konversi ransum berkisar antara 1.73-1.80. Hasil ini lebih rendah dari hasil yang diperoleh Rasyaf (1989) bahwa konversi ransum ayam pedaging campuran antara jantan dan betina adalah 2,2. Tetapi lebih tinggi dari yang didapatkan oleh Noferdiman yaitu berkisar antara 1.68- 1.70.

Konversi masing-masing perlakuan tidak memperlihatkan perbedaan disebabkan menggunakan BIS fermentasi memiliki kualitas yang lebih baik. (Winarno, 1980; Pelezar dkk. 1996) dibandingkan tanpa fermentasi. Sehingga dapat dimanfaatkan lebih mudah oleh ternak dan memperlihatkan konversi yang lebih baik, dan dapat menyamai konversi ransum perlakuan A (kontrol)

4.1.4. Pengaruh Perlakuan Terhadap Persentase Lemak Abdomen

Persentase lemak abdomen masing-masing perlakuan pada perlakuan A, B, C, D, E dan F disebabkan oleh ransum masing-masing perlakuan disusun secara iso protein dan iso energi. Sesuai dengan pendapat Anggorodi (1995) bahwa lemak abdomen dipengaruhi oleh keseimbangan energi dan protein dalam ransum. Ditambah oleh Wahyu (1997) jika ternak mengkonsumsi energi yang berlebihan maka akan disimpan sebagai lemak yaitu dalam bentuk lemak abdomen karena kelebihan energi metabolisme tidak dikeluarkan oleh tubuh hewan.

Masing-masing perlakuan A, B, C, D, E dan F memberikan lemak abdomen yang sama hal ini disebabkan pada penelitian ini menggunakan produk fermentasi dimana produk fermentasi dapat menurunkan serat kasar dari bahan sehingga BIS yang digunakan memiliki serat kasar yang rendah sehingga serat kasar dalam ransum masih dalam batas tolerir. Hal ini terlihat dari serat kasar masing-masing perlakuan A, B, C, D, E, dan F masih sesuai dengan kebutuhan atau masih sama pada masing-masing perlakuan. Sedangkan menurut Wahju (1992) bahwa semakin tinggi kandungan serat kasar menyebabkan zat-zat makanan dan sebagian energi ransum juga akan keluar bersama feses sebelum diserap oleh usus, akibatnya ternak kekurangan energi yang menyebabkan energi yang tersimpan dalam bentuk lemak pada umumnya dirongga abdomen juga semakin berkurang.

Dari hasil penelitian diperoleh kisaran persentase lemak abdomen antara 0,24 – 0,49% dari bobot hidup. Hasil ini lebih rendah dari yang diperoleh Backer *et al.*, (1965) yaitu antara 0,73 – 3,78% dari bobot hidup.

4.1.5. Pengaruh Perlakuan terhadap Persentase Karkas Ayam Broiler (%)

Masing-masing perlakuan A, B, C, D, E, dan F tidak memperlihatkan perbedaan terhadap persentase karkas. Hal ini disebabkan bobot hidup yang juga berbeda tidak nyata. Sesuai dengan pendapat Siregar (1980) bahwa persentase karkas merupakan perbandingan antara bobot karkas dengan bobot hidup dikali 100%. Ditambahkan oleh Suhadi (1977) yang menyatakan bahwa bobot badan ayam yang besar akan menghasilkan bobot karkas yang besar pula. Dari hasil penelitian didapatkan persentase karkas berkisar antara 65,40 – 66,63%. Hasil ini sesuai dengan yang direkomendasikan oleh Wahju (1992) yang menyatakan bahwa persentase karkas ayam broiler berkisar antara 65%.

Tidak terlihatnya perbedaan pada masing-masing perlakuan disebabkan menggunakan produk BIS fermentasi yang memiliki kualitas yang lebih baik (Winarno, 1980; Peleazar dkk. 1996) dibandingkan tanpa fermentasi. Sehingga dapat dimanfaatkan lebih mudah oleh ternak dan memperlihatkan persentase karkas yang lebih baik. Tingginya kualitas bahan yang diberikan menyebabkan tercapainya asupan protein dan energi yang cukup untuk menghasilkan bobot karkas. Begitu juga kandungan serat kasar pada masing-masing perlakuan masih dalam

standar kebutuhan untuk broiler (5-6%) dan belum menghambat pencernaan protein dan energy, Hal ini dapat dilihat dari konsumsi ransum yang sama (Nurhayati, 2008) sehingga bobot karkas juga sama. Sebaliknya bila serat kasar tinggi dalam ransum dapat menurunkan komponen yang mudah dicerna juga dapat menurunkan aktifitas enzim yang membantu pencernaan karbohidrat, protein dan lemak (Parrakasi, 1983 dan Tulung, 1987).

4.2. Pemanfaatan Bungkil Inti Sawit Fermentasi Dengan *Sclerotium rolfsii* Pada Broiler.

Fermentasi bungkil inti sawit dengan *Sclerotium rolfsii* memperlihatkan peningkatan kandungan dan kualitas zat makanannya. Hal ini dilihat dari terjadinya peningkatan protein kasar 26.90%, retensi nitrogen 54.86%, serat kasar 14.86%, daya cerna serat kasar 58,41%, lemak 0.22% dan energi metabolisme 2557.61 kkal/kg. Dilihat dari data di atas terjadi peningkatan kandungan dan kualitas dari BIS fermentasi dengan *Sclerotium rolfsii*. Dengan terjadinya peningkatan kandungan dan kualitas bungkil inti sawit setelah fermentasi diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pakan ternak unggas. Kualitas suatu bahan pakan perlu diuji secara biologis untuk menentukan berapa persentase penggunaan bungkil inti sawit fermentasi dalam ransum. Untuk itu dirancang suatu penelitian pemanfaatan bungkil inti sawit fermentasi (BISF) dengan *Sclerotium rolfsii* dalam ransum broiler, dengan perlakuan R1 10% BISF, R2 15% BISF, R3 20% BISF, R4 25% BISF dan R5 30% BISF. Peubah yang diukur konsumsi ransum, penambahan bobot badan (PBB), konversi ransum, bobot hidup, bobot karkas, persentase karkas, lemak abdomen, daya cerna serat kasar, retensi nitrogen. Rataan masing-masing peubah dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 9. Rataan konsumsi ransum, PBB, konversi ransum, bobot hidup, bobot karkas, persentase karkas, lemak abdomen, daya cerna serat kasar (DCSK), retensi nitrogen ayam broiler.

Parameter	Perlakuan				
	R1	R2	R3	R4	R5
Konsumsi Ransum(g/ekor)	2260,68 ^a	2298,93 ^a	2287,62 ^a	2296,36 ^a	2180,43 ^b
PBB (g/ekor)	1219,66 ^a	1238,27 ^a	1224,62 ^a	1235,83 ^a	1165,12 ^b
Koversi Ransum	1,85 ^b	1,85 ^b	1,85 ^b	1,86 ^b	1,96 ^a
Bobot Hidup (g/ekor)	1203,25 ^a	1184,75 ^a	1183,50 ^a	1168,50 ^a	999,50 ^b
Bobot Karkas(g/ekor)	799,750 ^a	787,775 ^a	781,675 ^a	798,275 ^a	676,150 ^b
Persentase Karkas(%)	66,40	66,64	66,21	68,29	67,56
Lemak Abdomen(%)	1,47	1,31	1,32	1,24	1,42
DCSK (%)	54,62 ^a	53,56 ^a	54,45 ^a	54,42 ^a	52,49 ^b

Keterangan : Superksrip yang berbeda pada baris yang sama memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$).

4.2.1. Konsumsi Ransum

Konsumsi ransum masing-masing perlakuan R1, R2, R3, R4 dan R5 memberikan pengaruh yang sama. Hal ini disebabkan ransum mengandung bungkil inti sawit fermentasi yang mempunyai kualitas, aroma dan rasa yang disukai ternak. Biasanya, bahan yang mengalami proses fermentasi memiliki kualitas baik yang dapat meningkatkan rasa dan aroma yang lebih baik sehingga palatabilitas ransum meningkat dan memberi pengaruh yang baik terhadap konsumsi. Hal ini sesuai dengan pendapat Hidayat (2007) yang menyatakan bahwa proses fermentasi dapat memberikan perubahan fisik dan kimia yang menguntungkan seperti aroma, rasa, tekstur, daya cerna lebih baik dari bahan asalnya. Ditambahkan oleh Poesponegoro (1975) bahwa makanan yang telah difermentasi nilai gizinya meningkat serta menghasilkan aroma dan rasa yang disukai ternak sehingga bisa meningkatkan palatabilitas dan

konsumsi ransum. Pond dkk. (1995) menyatakan bahwa 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.

Menurut Laelasari dan Purwadaria (2004) bahwa semua akhir produk fermentasi biasanya mengandung senyawa yang lebih sederhana dan mudah dicerna daripada bahan asalnya. Sehingga pemberian bungkil inti sawit fermentasi dapat meningkatkan pencernaan pada ayam pedaging maka jumlah ransum yang dikonsumsi ayam pedaging pada masing masing perlakuan sama, dengan demikian jumlah zat zat makanan yang dimanfaatkan untuk pembentukan jaringan tubuh pada ayam juga sama.

Rataan konsumsi ransum ayam pedaging yang diperoleh selama 5 minggu penelitian 2296,36g/ekor. Hasil ini lebih tinggi dibanding konsumsi ransum yang diperoleh Firdaus (2016), tentang pengaruh suplementasi ekstraksi enzim dari *Sclerotium rolfsii* berbasis bungkil inti sawit terhadap performa ayam pedaging selama 5 minggu penelitian 2279,72 g/ekor.

4.2.2. Pertambahan Bobot Badan

Pertambahan bobot badan masing-masing perlakuan R1, R2, R3 dan R4 dengan pemberian bungkil inti sawit sampai 25% memperlihatkan pertambahan bobot badan yang sama. Hal ini disebabkan ransum bungkil inti sawit fermentasi memiliki kualitas nutrisi yang baik karena telah mengalami fermentasi dimana bahan yang mengalami fermentasi dapat meningkatkan pencernaan pada ternak. Sehingga menyebabkan proses absorpsi dan pemanfaatan zat makanan terhadap pertumbuhan menjadi lebih optimal. Sebagaimana pendapat Winarno dan Fardiaz (1980) bahwa bahan yang mengalami fermentasi kualitasnya akan lebih baik. Sehingga terlihat dari pertambahan bobot badan yang tidak berbeda nyata. Widayati dan Widalestari (1996) menambahkan bahwa proses fermentasi juga dapat memecah komponen yang kompleks menjadi zat zat yang lebih sederhana sehingga mudah dicerna oleh ternak.

Apabila ditingkatkan penggunaan bungkil inti sawit sampai 30% dalam ransum terjadi penurunan bobot badan. Terjadinya penurunan bobot badan perlakuan R5 terhadap perlakuan R1, R2, R3, dan R4 disebabkan adanya pengurangan jagung dan bungkil kedelai dalam ransum sehingga diindikasikan kandungan nutrisi menjadi tidak

seimbang. Sebagaimana pendapat Fadillah (2005) bahwa salah satu yang mempengaruhi besar kecilnya pertambahan bobot badan ayam pedaging adalah terpenuhinya kebutuhan zat makanan ayam pedaging.

Penggunaan kapang *Sclerotium rolfsii* selama proses fermentasi dapat mendegradasi komponen serat kasar yang sukar dicerna menjadi mudah dicerna sehingga berpengaruh terhadap pertambahan bobot badan. Pada penelitian ini pemberian bungkil inti sawit fermentasi dengan *Sclerotium rolfsii* level 25 % jauh lebih tinggi dibanding hasil yang didapat oleh Mirnawati dkk. (2011) dimana bungkil inti sawit yang difermentasi dengan *Aspergillus niger* hanya dapat diberikan sampai level 17%. Hal ini disebabkan kapang *Sclerotium rolfsii* memiliki aktifitas manannase yang lebih tinggi untuk menguraikan mannan dibanding kapang *Aspergillus niger*. (Mirnawati dkk. 2015)

Rataan pertambahan bobot badan pada masing masing perlakuan 1235,83 g/ekor. Hasil ini lebih tinggi dibanding pertambahan bobot badan yang diperoleh Firdaus (2016) tentang pengaruh suplementasi ekstraksi enzim dari *Sclerotium rolfsii* pada ransum berbasis bungkil inti sawit terhadap performa yaitu 1221,65 g/ekor Selama penelitian.

4.2.3. Konversi ransum

Konversi ransum masing-masing perlakuan R1, R2, R3 dan R4 memperlihatkan hasil yang sama. Hal ini disebabkan pertambahan bobot badan antara perlakuan secara statistik juga berbeda tidak nyata sehingga konversi ransum yang dihasilkan juga berbeda tidak nyata. Hal ini sesuai dengan pendapat Jull (1979) bahwa kecepatan pertumbuhan merupakan faktor penting yang mempengaruhi konversi pakan, dimana semakin rendah pertambahan bobot badan mengakibatkan peningkatan konversi pakan. Kemudian Nort and Bell (1990) menambahkan bahwa konversi ransum adalah perbandingan antara jumlah ransum yang dikonsumsi dengan pertambahan bobot badan dalam jangka waktu tertentu.

Apabila ditingkatkan penggunaannya sampai 30% (R5) terjadi penurunan konversi ransum. Hal ini disebabkan pertambahan bobot badan berbeda nyata namun konsumsi ransumnya sama sehingga menghasilkan konversi ransum yang tinggi. Hal ini disebabkan tingginya kandungan serat kasar yang membuat konsumsi sama namun pertumbuhan ayam pedaging terhambat sehingga berdampak pada tingginya konversi ransum. Sesuai dengan pendapat Jull (1979)

menyatakan bahwa kecepatan pertumbuhan merupakan factor penting yang mempengaruhi konversi ransum. Angka konversi ransum yang rendah menunjukkan tingkat efisiensi yang lebih baik dalam penggunaan pakan. Sebagaimana pendapat (Campbell, 1984) dimana angka konversi ransum menunjukkan tingkat penggunaan ransum jika angka konversi semakin kecil maka penggunaan ransum semakin efisien dan sebaliknya jika angka konversi besar maka penggunaan ransum tidak efisien.

Rataan konversi ransum ayam pedaging selama 5 minggu penelitian yaitu 1,86. Hasil ini lebih rendah dari hasil yang diperoleh Firdaus (2016) tentang pengaruh suplementasi ekstraksi enzim dari *Sclerotium rolfsii* berbasis bungkil inti sawit terhadap performa ayam pedaging selama 5 minggu penelitian 1,89 g/ ekor.

4.2.4. Bobot Hidup

Bobot hidup pada perlakuan R1, R2, R3 dan R4 atau penggunaan BISF sampai 25% tidak memperlihatkan perbedaan. Tidak terjadinya perbedaan ini disebabkan penggunaan produk fermentasi dimana produk fermentasi ini memiliki daya cerna yang tinggi (Winarno, 1980). Tidak terjadinya perbedaan bobot hidup pada perlakuan R1, R2, R3, dan R4 juga disebabkan konsumsi yang juga sama. Dimana konsumsi sangat menentukan bobot hidup. Apabila ditingkatkan penggunaan BISF sampai 30% (R5) dalam ransum broiler maka terjadi penurunan bobot hidup. Terjadinya penurunan bobot hidup pada perlakuan R5 ini disebabkan penambahan bobot badan juga menurun pada perlakuan ini, bobot hidup sangat ditentukan dengan penambahan bobot badan (Wahju, 1992). Kualitas ransum merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi bobot hidup akhir pedaging. Faktor genetik dan lingkungan juga mempengaruhi laju pertumbuhan komposisi tubuh yang meliputi distribusi.

4.2.5. Bobot Karkas

Bobot karkas masing-masing perlakuan R1, R2, R3 dan R4 tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini disebabkan karena bobot hidup pada perlakuan R1, R2, R3 dan R4 juga sama. Sesuai dengan pendapat Nahashon *et al.* (2005), bobot karkas secara langsung berhubungan dengan bobot hidup. Selain itu perbedaan tidak nyata bobot karkas disebabkan karena kualitas ransum yang sama pada setiap perlakuan dan juga keseimbangan kandungan zat makanan pada bahan pakan serta jumlah ransum yang

dikonsumsi juga relatif sama. Sesuai dengan pendapat Haroen (2003), bahwa ransum yang mengandung zat-zat makanan yang sama dengan sistem pengolahan yang sama akan menghasilkan berat karkas yang sama. Selanjutnya Nahashon *et al.* (2005), menjelaskan faktor yang mempengaruhi bobot karkas broiler adalah genetik, jenis kelamin, fisiologi, umur, berat tubuh, dan nutrisi ransum. Hal ini juga dapat ditarik kesimpulan bahwa rendahnya bobot karkas pada perlakuan R5 juga dipengaruhi nutrisi ransum terutama serat kasar yang tinggi mencapai 6,37%.

Bobot karkas broiler yang diperoleh selama 4 minggu pada penelitian ini adalah 768,73 g/ekor. Hasil ini lebih tinggi dibandingkan rata-rata bobot karkas yang diperoleh oleh Masturina (2014) tentang pengaruh pemakaian bungkil inti sawit yang difermentasi dengan *Eupenicillium javanicum* selama 4 minggu adalah 702,15 g/ekor dan Mardiyati (2010) dengan *Aspergillus niger* selama 4 minggu adalah 668,25 g/ekor.

4.2.6. Persentase Karkas

Persentase karkas pada masing-masing perlakuan tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini disebabkan karena pengaruh BIS fermentasi dalam ransum. Dimana produk fermentasi memiliki kualitas yang baik. Sesuai dengan pendapat Widiyati dan Widalestari (1996) menyatakan bahwa proses fermentasi juga memecah komponen yang kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana sehingga mudah dicerna oleh ternak, serta mensintesis beberapa vitamin dan faktor pertumbuhan lainnya seperti riboflavin, vitamin B₁₂ dan Provitamin A. Dengan meningkatnya kualitas dari BISF maka akan memberikan persentase karkas yang sama dengan ransum kontrol. Ditambahkan juga oleh ketaren dkk. (1999) menyatakan bahwa pemberian produk fermentasi pada ternak ayam pedaging tidak menyebabkan perubahan yang berarti terhadap persentase karkas.

Tidak adanya perbedaan masing-masing perlakuan karena kualitas ransum yang sama pada setiap perlakuan dan juga keseimbangan kandungan zat makanan pada ransum yang dikonsumsi. Sesuai dengan pendapat Mountney (1976) bahwa ransum yang mengandung zat-zat makanan yang sama dengan sistem pengolahan yang sama akan menghasilkan berat karkas yang sama. Ditambahkan juga oleh Resnawati dan Hardjoworo (1976) bahwa persentase karkas secara langsung berhubungan dengan bobot hidup.

Persentase karkas broiler yang diperoleh selama 5 minggu pada penelitian ini adalah 68,29%. Hasil ini lebih tinggi dibandingkan rata-rata Presentase karkas yang diperoleh oleh Mirnawati dkk. (2013) tentang pengaruh pemakaian bungkil inti sawit yang difermentasi dengan *Eupenicillium javanicum* selama 5 minggu adalah 65,95% dan Mardiaty (2010) dengan *Aspergillus niger* selama 5 minggu adalah 65,99%.

4.2.7. Lemak Abdomen

Lemak abdomen masing-masing perlakuan R1, R2, R3, R4 dan R5 tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini disebabkan kandungan energi ransum yang sama, berakibat pada konsumsi ransum yang sama, sehingga tingkat penimbunan energi dalam tubuh akan membentuk lemak tubuh yang sama antara perlakuan. Hal ini sesuai dengan pendapat Pfaff and Austic (1975), yang menyatakan bahwa pada dasarnya pembentukan lemak terjadi karena kelebihan konsumsi energi serta timbunan lemak terjadi seiring dengan bertambahnya umur ternak. Selanjutnya Komot (1989) menyatakan bahwa diantara faktor-faktor yang mempengaruhi lemak tubuh maka faktor ransum adalah yang paling berpengaruh.

Rataan persentase lemak abdomen yang diperoleh selama 4 minggu adalah 1,32%. Hasil ini lebih tinggi dibandingkan rata-rata Persentase lemak abdomen yang diperoleh oleh Masturina (2014) tentang pengaruh pemakaian bungkil inti sawit yang difermentasi dengan *Eupenicillium javanicum* selama 4 minggu adalah 1,17% dan Mardiaty (2010) dengan *Aspergillus niger* selama 4 minggu adalah 0,38%. Hasil rata-rata dari Persentase lemak abdomen ini masih didalam rata-rata yang masih bisa ditolerir, seperti yang dikatakan oleh Becker *et al.* (1979) bahwa persentase lemak abdomen berkisaran antara 0,73-3,87% dari bobot hidup.

4.2.8. Daya Cerna Serat Kasar

Daya cerna serat kasar masing-masing R1, R2, R3 dan R4 tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan BIS yang difermentasi dengan *Sclerotium rolfisii* sampai level 25% masih memberikan daya cerna serat kasar yang sama. Produk fermentasi ini memiliki kualitas yang lebih baik, daya cerna yang tinggi dan asam amino yang lengkap sehingga daya cerna serat kasar akan baik dan ternak juga akan mudah untuk mencerna bahan tersebut. Serat kasar dalam BIS fermentasi didegradasi oleh enzim selulase dan mananase yang

dihasilkan oleh kapang *Sclerotium rolfsii*. Mirnawati (2014) menyatakan kapang *Sclerotium rolfsii* menghasilkan aktivitas selulase dan manannase lebih tinggi dibandingkan kapang *A. niger* dan *E.javanicum*. Sebelumnya Sundu dan Dingle (2005) melaporkan bahwa manannase efektif untuk meningkatkan nilai nutrisi BIS.

Terjadinya penurunan daya cerna serat pada perlakuan R5 disebabkan tingginya kandungan serat kasar dalam ransum. Semakin ditingkatkan pemberian BISF maka semakin tinggi pula serat kasar yang terkandung dalam ransum. Ini bisa dilihat pada (Tabel 3) dimana serat kasar ransum meningkat seiring dengan ditingkatkan pemakaian BISF. Tingginya serat kasar ransum, selain mengurangi komponen yang mudah dicerna juga akan menentukan aktivitas enzim yang membantu pencernaan. Sesuai yang dilaporkan Despal (2000) menyatakan bahwa serat kasar memiliki hubungan yang negative dengan pencernaan. Semakin rendah serat kasar maka semakin tinggi pencernaan ransum, sebaliknya semakin tinggi serat kasar maka semakin rendah pencernaan ransum. Ditambahkan Rizal (2006) pemberian serat kasar dalam ransum unggas terbatas yaitu 3-6% untuk ayam broiler.

Pada penelitian ini BIS yang difermentasi dengan *Sclerotium rolfsii* dapat dimanfaatkan hingga level 25% dalam ransum broiler. Hasil ini lebih tinggi dari hasil penelitian Mirnawati (2011) yang menyatakan bahwa BIS yang difermentasi dengan *Aspergillus niger* hanya dapat dimanfaatkan dalam ransum ayam broiler sebanyak 17%. Hal ini disebabkan oleh aktivitas manannase dari kapang *Sclerotium rolfsii* lebih tinggi dibanding kapang *Aspergillus niger* (Mirnawati *et al.*, 2014), serat kasar dari BIS terdiri dari β -manan (Daud dan Jarvis, 1992).

4.2.9. Retensi Nitrogen

Retensi nitrogen masing-masing perlakuan R1, R2, R3 dan R4 tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini disebabkan menggunakan produk BIS yang fermentasi dengan *Sclerotium rolfsii*. Produk fermentasi ini memiliki kualitas yang lebih baik dan asam amino yang lengkap sehingga retensi nitrogennya juga meningkat. Walaupun penggunaan BISF ditingkatkan tentu penggunaan bahan-bahan konvensional berkurang tapi masih bisa menyamai ransum kontrol. Selain itu berbeda tidak nyata retensi nitrogen keempat ransum perlakuan (R0, R1, R2, R3, dan R4) ini disebabkan fermentasi BIS dengan menggunakan kapang *Sclerotium rolfsii* dapat meningkatkan kualitas protein serta kelengkapan asam aminonya dan memiliki daya cerna yang tinggi sehingga proses

pencernaan dan penyerapan zat-zat makanan lebih baik. Sesuai dengan pendapat Mateos *et al.* (1982) bahwa meningkatnya retensi nitrogen disebabkan oleh proses pencernaan dan absorpsi zat-zat makanan yang lebih baik sehingga mempercepat laju pakan dalam saluran pencernaan.

Setelah ditingkatkan pemakaian BISF sampai 30% dalam ransum diharapkan retensi nitrogen akan meningkat ternyata pada level tersebut terjadi penurunan retensi nitrogen. Peningkatan pemakaian BISF akan mengurangi penggunaan jagung kuning dan bungkil kedelai, sedangkan kandungan serat kasar meningkat, hal ini akan mengurangi kualitas dari ransum. Dilihat dari serat kasar juga terjadi peningkatan sehingga ternak tidak mampu lagi untuk mencerna bahan tersebut termasuk protein sebagai sumber nitrogen. Sesuai dengan pendapat Siri *et al.* (1992) bahwa penggunaan serat kasar dengan level dan jenis yang berbeda berpengaruh terhadap retensi nitrogen. Serat kasar dapat menyerap air dalam usus sehingga mengikat nutrisi yang ada didalam ransum dan susah dicerna termasuk protein sebagai sumber nitrogen.

4.3. Penambahan Enzim Selulase dan Manannase Pada Ransum yang mengandung Bungkil Inti Sawit

Untuk menghindari pengaruh asam nukleat yang berasal dari mikroba dalam proses fermentasi maka perlu teknologi lain untuk meningkatkan penggunaan bungkil inti sawit dalam ransum. Salah satunya yaitu menggunakan teknologi enzim yang berasal dari mikroorganisme yang bersifat selulolitik dan mannanolitik. Hal ini disebabkan 56,4 % dari serat kasar BIS adalah dalam bentuk β manan (Daud *et al.*, 1993). Dilain pihak unggas tidak mampu mencerna manan dalam alat pencernaan karena tidak adanya enzim manannase. Sundu *et al.* (2005) menyatakan bahwa untuk meningkatkan kualitas BIS dapat dilakukan dengan pemberian enzim secara langsung. Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kecernaan zat gizi bahan pakan berserat dan salah satu diantaranya adalah dengan suplementasi enzim (Meng *et al.*, 2005). Pemberian enzim mannanase akan mengurai manan sehingga daya cerna meningkat dan akan mempengaruhi retensi nitrogen dan energi metabolisme. Penambahan enzim akan meningkatkan efisiensi makanan, daya cerna makanan dan nutrisi juga meningkat secara signifikan akibat penambahan enzim (Sundu *et al.*, 2003).

Mirnawati *et al.* (2014) telah melakukan penelitian memproduksi enzim dari kapang *Eupenicillium javanicum*, *A. niger* dan *Sclerotium rolfsii*. Dari hasil penelitian tahap 1 ini kapang *Sclerotium rolfsii* memberikan

aktifitas enzim selulase, mannanase dan protease yang optimum dibandingkan dengan kapang *Eupenicillium javanicum* dan *A. niger*, dengan aktifitas enzim selulase (21.89 U/ml), manannase (24.58 U/ml) dan protease (22.92 U/ml). Dari penelitian tahap 2 didapatkan bahwa dosis suplementasi enzim selulase 800 U/ml dan mannanase 800 U/ml dari kapang *Sclerotium rolfisii* memberikan daya cerna serat kasar (56.61%), retensi nitrogen (49.87%) dan energy metabolisme (2691 kkal/kg) lebih tinggi dari perlakuan lain. Hasil ini sesuai dengan yang didapatkan Kong *et al* (2011) meneliti pemberian enzim manannase 800 U/Kg pada broiler meningkatkan energi metabolisme dan efisiensi pakan. Selanjutnya dalam penelitian Jaelani (2011) pemberian enzim manannase memberikan pengaruh positif pada ransum berbasis bungkil inti sawit.

Untuk itu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melihat pengaruh suplementasi enzim selulase dan manannase dalam ransum unggas yang mengandung bungkil inti sawit dilihat dari performa broiler. Pengaruh perlakuan terhadap konsumsi ransum, Pertambahan bobot badan (PBB), konversi ransum, bobot hidup dan persentase karkas pada ayam boiler pada masing-masing perlakuan selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Rataan Konsumsi Ransum, PBB, Konversi Ransum, Bobot Hidup, Persentase Karkas dan Lemak Abdomen Ayam Broiler Selama Penelitian.

No.	Peubah	Perlakuan				
		A	B	C	D	E
1	Konsum ransum (gram/ekor/minggu)	2354.31	2325.19	2300.77	2269.43	2204.06
2.	Pertambahan Bobot Badan (PBB)	1275.52 ^a	1254.50 ^a	1234.85 ^a	1219.19 ^a	1124.94 ^b
3.	Koversi Ransum	1.84 ^b	1.85 ^b	1.86 ^b	1.86 ^b	1.96 ^a
4.	Bobot Hidup (%)	1555.25 ^a	1473.75 ^a	1517.50 ^a	1466.25 ^a	1282.50 ^b
5.	Persentase Karkas (%)	68.32 ^a	64.53 ^a	66.33 ^a	65.22 ^a	59.06 ^b

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

4.3.1. Pengaruh Perlakuan Terhadap Konsumsi Ayam Broiler

Konsumsi ransum masing-masing perlakuan A, B, C, D, dan E tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini disebabkan suplementasi enzim selulase dan manannase. Walaupun perlakuan ransum mengandung BIS yang tinggi 56,4% dari serat kasar, tetapi dengan suplementasi enzim selulase dan manannase akan dapat mendegradasi selulosa dan manan dari bungkil inti sawit. Sundu *et al.* (2004) menyatakan bahwa penggunaan enzim komersial pada bungkil kelapa yang digunakan sebagai bahan penyusun ransum ayam pedaging secara nyata meningkatkan kecernaan nutrient, penambahan bobot badan, konversi ransum dan konsumsi ransum. Penggunaan enzim komersial Gamanase dan manannase pada BIS secara nyata meningkatkan efisiensi dan daya cerna nutrient serta menurunkan viskositas nutrient dalam saluran pencernaan (jejunum) (Sundu *et al.* 2004; Chong, 1999). Selanjutnya dengan penambahan enzim akan menurunkan viskositas saluran pencernaan. Penurunan viskositas saluran pencernaan akan meningkatkan laju pencernaan dan penyerapan zat makanan, sehingga konsumsi tidak memperlihatkan perbedaan/sama. Hasil penelitian ini lebih rendah dari hasil yang didapatkan oleh Chong (2002) bahwa suplementasi enzim pada penggunaan BIS sampai 40% dapat meningkatkan konsumsi dan efisiensi penggunaan protein ransum pada ikan Red Hybrid Tilapia.

4.3.2. Pengaruh Perlakuan Terhadap Pertambahan Bobot Badan Ayam Broiler

Berdasarkan uji DMRT terhadap pertambahan bobot badan, bahwa perlakuan A, B, C, dan D tidak memperlihatkan perbedaan. Dari data di atas ternyata penggunaan BIS sampai 25% dalam ransum memberikan pertambahan bobot badan yang sama. Hal ini disebabkan karena adanya penambahan enzim selulase dan manannase 800 U/kg ransum. Walaupun BIS mengandung serat kasar yang cukup tinggi yaitu dalam bentuk β manan 56,4% (Daud *et al.*, 1993) tetapi dengan adanya penambahan enzim selulase dan manannase 800 U/kg ransum akan dapat mendegradasi ikatan selulosa dan manosa sehingga terbebas glukosa dan galaktosa. Ditambahkan oleh Iyayi dan Davies (2005) bahwa penggunaan enzim pada bungkil inti sawit sebagai penyusun ransum ayam pedaging mampu memperbaiki beberapa komponen nutrient (protein, lemak dan serat), memberi keuntungan dengan memecah ikatan polisakarida

non pati dengan meningkatnya pencernaan BIS. Dengan meningkatnya pencernaan akan meningkatkan ketersediaan nutrient untuk melakukan pertumbuhan sehingga terlihat dari pertambahan bobot badan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan yang didapatkan oleh Sundu *et al.* 2006 bahwa penggunaan enzim komersial pada bungkil kelapa yang digunakan sebagai bahan penyusun ransum ayam pedaging secara nyata meningkatkan pencernaan nutrient, pertambahan bobot badan, konversi ransum dan konsumsi ransum. Penggunaan enzim komersial Gamanase dan manannase pada BIS secara nyata meningkatkan efisiensi dan daya cerna nutrient serta menurunkan viskositas nutrient dalam saluran pencernaan (jejunum)(Sundu *et al.* 2004; Chong, 1999).

Rendahnya pertambahan berat badan pada perlakuan E yaitu penggunaan BIS 30% dan suplementasi enzim selulase dan manannase 800 U/kg dalam ransum belum mampu meningkatkan pertambahan berat badan ayam broiler. Hal ini disebabkan sisi aktif enzim belum mampu menyesuaikan dengan substrat dalam hal ini BIS. Kerja enzim dilakukan dengan sistim gembok dan kunci. Enzim akan bersatu dengan substrat yang memiliki daerah aktif yang sama dengan daerah aktif enzim (Winarno, 2010).

4.3.3. Pengaruh Perlakuan Terhadap Konversi Ransum Ayam Broiler

Konversi ransum broiler pada masing-masing perlakuan A, B, C dan D tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini disebabkan adanya penambahan enzim selulase dan manannase. Walaupun penggunaan BIS sampai 25% dalam ransum (perlakuan D) tetapi masih bisa menyamai ransum perlakuan A yaitu penggunaan BIS 10% (Rizal, 2000). Hal ini disebabkan adanya penambahan enzim 800 U/kg ransum. Penambahan enzim dalam ransum akan meningkatkan efisiensi dan daya cerna nutrient serta menurunkan viskositas nutrient dalam saluran pencernaan (jejunum)(Sundu *et al.* 2004; Chong, 1999; Saleh *et al.*, 2003; Gunal *et al.*, 2004). Hasil ini juga sesuai dengan yang didapatkan oleh Saenphoon *et al.* (2013) dan Kong *et al.* (2011) bahwa konversi ransum meningkat pada ransum yang mengandung bungkil sawit dan disuplementasi enzim dibandingkan dengan tanpa diberi enzim.

4.3.4. Pengaruh Perlakuan Terhadap Persentase Karkas Ayam Broiler

Persentase karkas masing-masing perlakuan A, B, C, dan D tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini disebabkan adanya penambahan enzim selulase dan manannase 800 U/kg ransum. Walaupun meningkatnya penggunaan BIS sampai 25% dalam ransum tetapi dengan suplementasi enzim selulase dan manannase 800 U/kg masih bisa menyamai persentase karkas dari ransum kontrol. Penambahan enzim selulase dan manannase 800 U/kg ransum akan dapat mendegradasi ikatan selulosa dan manosa sehingga terbebas glukosa dan galaktosa. Ditambahkan oleh Iyayi dan Davies (2005) bahwa penggunaan enzim pada bungkil inti sawit sebagai penyusun ransum ayam pedaging mampu memperbaiki beberapa komponen nutrient (protein, lemak dan serat), memberi keuntungan dengan memecah ikatan polisakarida non pati dengan meningkatnya pencernaan BIS. Dengan meningkatnya pencernaan akan meningkatkan ketersediaan nutrient untuk melakukan pertumbuhan sehingga terlihat dari bobot hidup yang juga tinggi.

Bobot hidup yang tinggi akan diikuti juga dengan berat karkas juga tinggi. Hal ini sesuai dengan Rosmawati dan Dwijanto (1997) bahwa produksi karkas erat kaitannya dengan bobot hidup, dimana semakin bertambah bobot hidup produksi karkas akan semakin meningkat.

4.3.5. Pemanfaatan Bungkil Inti Sawit Fermentasi Dengan *Bacillus subtilis* Pada Broiler.

Pada penelitian ini digunakan bakteri mananolitik, yang dapat menghasilkan enzim manannase seperti *Bacillus subtilis* WY34 (Jiang *et al.*, 2006). Berdasarkan penelitian Sofyan (2003) diketahui bahwa bakteri *Bacillus* mampu berkembang dalam saluran pencernaan ayam sehingga memenuhi salah satu kriteria sebagai probiotik. *Bacillus subtilis* adalah salah satu bakteri yang bersifat termofilik fakultatif. Menurut Graumann (2007) menyatakan bahwa *Bacillus subtilis* mampu menghidrolisis ikatan kimia selulosa menjadi senyawa karbohidrat terlarut yang digunakan sebagai sumber energi untuk pertumbuhannya. Semakin banyak selulosa yang didegradasi semakin menurun serat kasar dari bahan.

Bacillus subtilis dapat menghasilkan enzim protease α -amilase, dan renin (Darwis & sukara, 1990). Menurut (Hooge, 2003) *Bacillus subtilis* dapat memproduksi beberapa enzim seperti protease, beta - mananase

dan beberapa enzim yang berguna dalam membantu pencernaan sehingga makanan lebih mudah dicerna. Menurut Ramadhana RM. (2014) aktivitas optimum mananase pada *Bacillus subtilis* 20,978 U/ml saat masa inkubasi 48 jam dengan menggunakan substrat locus bean gum. *Bacillus subtilis* memiliki aktivitas protease tertinggi dicapai pada jam ke-46 yaitu sebesar 2,163 U/ml (Efendi, 2017).

Tabel 11. Rataan konsumsi ransum, pertambahan bobot hidup, konversi ransum, bobot hidup, persentase karkas, persentase lemak abdomen broiler yang diberikan ransum perlakuan BISF dengan *Bacillus subtilis*.

Parameter	Perlakuan					SEM	p
	R1	R2	R3	R4	R5		
Konsumsi Ransum	530,20 ^a	529,09 ^a	527,50 ^a	527,10 ^a	520,07 ^b	3,96	0.05
Pertambahan Bobot Badan	283,71 ^a	282,86 ^a	280,88 ^a	279,96 ^a	271,23 ^b	4,98	0.01
Konversi Ransum	1,88 ^b	1,92 ^b	1,90 ^b	1,91 ^b	2,17 ^a	0,12	0.01
Bobot Hidup	1541,00 ^a	1539,75 ^a	1537,50 ^a	1536,00 ^a	1516,00 ^b	10,27	0.01
Persentase Karkas	70,36 ^a	70,35 ^a	70,33 ^a	70,24 ^a	69,97 ^b	0,16	0.01
Persentase Lemak Abdomen	1,66	1,64	1,63	1,61	1,58	0,03	0.01
Retensi Nitrogen	58,36 ^a	58,06 ^a	57,79 ^a	57,37 ^a	54,14 ^b	1,71	0.01
Daya Cerna Serat Kasar	50,21 ^a	50,08 ^a	49,79 ^a	49,51 ^a	47,87 ^b	0,95	0.01

Keterangan: Superskrip yang berbeda menunjukkan pengaruh nyata ($P < 0,05$) dan sangat nyata ($P < 0,01$).

Pengolahan BIS dengan *Bacillus subtilis* telah dilakukan dimana terjadi Peningkatan kandungan dan kualitas BIS fermentasi dengan *Bacillus subtilis* dengan hasil sebagai berikut: Protein kasar 24.93%, Serat kasar 18.15%, Retensi nitrogen 68.47% dan Daya cerna serat kasar 53.14%. Untuk itu perlu dilakukan pengujian pada broiler untuk

menentukan berapa persen BIS fermentasi ini dapat digunakan dalam ransum broiler terhadap performa broiler.

Rataan konsumsi ransum, penambahan bobot hidup, konversi ransum, bobot hidup, persentase karkas, lemak abdomen, Retensi nitrogen (RN) dan daya cerna serat kasar (DCSK) broiler yang diberikan ransum perlakuan BISF dengan *Bacillus subtilis* dapat dilihat pada tabel 11.

4.3.6. Pengaruh Perlakuan Terhadap Konsumsi Ransum

Konsumsi ransum masing-masing perlakuan R1, R2, R3 dan R4 tidak memperlihatkan perbedaan karena bungkil inti sawit yang difermentasi dengan *Bacillus subtilis* meningkatkan palatabilitas ransum sehingga disukai ternak karena terjadinya perubahan fisik seperti tekstur dan rasa yang lebih baik dibanding bahan asalnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Pamungkas (2011) bahwa fermentasi selain dapat meningkatkan pencernaan bahan, juga dapat meningkatkan kandungan nutrisi, tekstur dan cita rasa bahan menjadi lebih baik.

Pada perlakuan R5 (BISF 30%) terjadi penurunan konsumsi, hal ini disebabkan karena tingginya kandungan serat kasar dalam ransum, dimana serat kasar bersifat mengisi (voluminous), sehingga ayam cepat kenyang namun pakan yang dimakan dalam jumlah sedikit, hal ini sesuai dengan pendapat Rizal (2006) yang menyatakan bahwa kandungan serat kasar tinggi dalam ransum akan membuat broiler cepat merasa kenyang karena serat kasar memiliki sifat voluminous. Untuk lebih jelasnya penurunan konsumsi ransum dapat dilihat pada grafik di bawah ini.

Konsumsi ransum rata-rata broiler yang diperoleh pada penggunaan BISF sampai level 25% berkisar antara 527,1 - 530,2 gr/ekor/minggu. Hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan konsumsi ransum hasil penelitian sebelumnya yang memakai bungkil inti sawit yang difermentasi dengan *Sclerotium rolfsii* sampai level penggunaan 25% dalam ransum yang menghasilkan rata-rata konsumsi ransum 2296,36 g/ekor atau 459,3 g/ekor/minggu (Mirnawati, 2018).

4.3.7. Pengaruh Perlakuan Terhadap Pertambahan Bobot Badan

Pertambahan bobot badan masing-masing perlakuan R1, R2, R3 dan R4 tidak memperlihatkan perbedaan. Tidak terlihatnya perbedaan ini dikarenakan BISF dengan *Bacillus subtilis* mampu meningkatkan kandungan asam amino bahan sehingga menghasilkan pertambahan

bobot badan yang menyamai broiler yang diberi ransum kontrol sesuai pendapat Li dkk. (2007) yang menerangkan bahwa fermentasi dapat meningkatkan kandungan asam amino bahan, ditambahkan oleh Chen dkk.(2010) bahwa kualitas ransum ditentukan oleh komposisi asam amino sehingga mudah dicerna.

Terjadinya penurunan bobot badan broiler pada perlakuan R5 (BISF 30%) disebabkan konsumsi ransum yang diperoleh pada perlakuan R5 juga mengalami penurunan. Sehingga menyebabkan pertambahan bobot badan yang dihasilkan juga rendah. Hal ini dijelaskan oleh Uzer *et al.* (2013) bahwa jumlah ransum yang dikonsumsi ransum berpengaruh besar pada pertambahan bobot badan sehingga apabila konsumsi terganggu maka pertumbuhan akan ikut terganggu.

Pertambahan bobot badan rata-rata yang diperoleh pada penggunaan BISF sampai level 25% berkisar antara 276,16 g/ekor/minggu sampai 283,91 g/ekor/minggu. Hasil ini lebih tinggi dari penelitian sebelumnya yaitu bungkil inti sawit yang difermentasi dengan *Sclerotium rolfsii* sampai level penggunaan 25% menghasilkan rata-rata pertambahan bobot badan 1288,5 g/ekor atau sekitar 257,7 g/ekor/minggu (Mirnawati, 2018).

4.3.8. Pengaruh Perlakuan Terhadap Konversi Ransum

Konversi ransum broiler masing-masing R1, R2, R3 dan R4 tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini disebabkan konsumsi ransum dan pertambahan bobot badan yang dihasilkan juga tidak memperlihatkan perbedaan dimana dua hal ini yang berpengaruh besar pada nilai konversi pakan sesuai dengan pendapat Wardiny (2011) bahwa tinggi atau rendahnya nilai konversi ransum dipengaruhi oleh konsumsi ransum dan pertambahan bobot badan. Ditambahkan oleh Allama *et al.* (2012) bahwa nilai konversi ransum yang rendah mencerminkan efisiensi penggunaan ransum yang baik, karena semakin efisien ayam mengkonsumsi ransum untuk pertumbuhannya.

Pada perlakuan R5 (BISF 30%) konversi ransum yang dihasilkan terjadi perbedaan dimana pemberian BISF sampai level 30% menghasilkan konsumsi ransum dan pertambahan bobot badan yang lebih rendah, sehingga menghasilkan nilai konversi yang tinggi juga, dijelaskan oleh Kusrieningrum (2008) menyatakan bahwa angka konversi pakan yang tinggi mencerminkan efisiensi pakan yang buruk.

Konversi ransum rata-rata yang diperoleh pada penggunaan BISF sampai level 25% berkisar 1,88 sampai dengan 1,91 Hal ini menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dibanding penelitian sebelumnya yaitu bungkil inti sawit yang difermentasi dengan *Sclerotium rolfsii* sampai level penggunaan 25% dimana angka konversi yang didapat sebesar 1,86 (Mirnawati, 2018).

4.3.9. Pengaruh Perlakuan terhadap Bobot Hidup

Bobot hidup masing-masing perlakuan R1, R2, R3 dan R4 tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini disebabkan ransum perlakuan yang mengandung BISF dengan *Bacillus subtilis* memiliki kualitas nutrisi yang lebih baik dan dapat meningkatkan palatabilitas ransum. Hal ini sesuai dengan pendapat Mirnawati *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa BIS yang difermentasi memiliki kualitas nutrisi yang lebih baik daripada BIS tanpa fermentasi. Selanjutnya Muhammad *et al.* (2014) menyatakan bahwa bahan pakan yang difermentasi dapat meningkatkan palatabilitas karena memiliki rasa dan aroma yang lebih baik sehingga disukai oleh ternak.

Rataan bobot hidup broiler yang didapatkan dari penelitian ini berkisar antara 1516,00-1541,00 g/ekor. Bobot hidup yang didapatkan dari penelitian ini lebih tinggi dari hasil penelitian Nurhayati (2008) yang berkisar antara 1258,30-1507,93 g/ekor, namun lebih rendah jika dibandingkan dengan bobot hidup broiler menurut PT. Japfa Comfeed Indonesia (2008) yang mencapai 1839 g/ekor pada umur 35 hari dengan menggunakan ransum komersial. Hal ini disebabkan kualitas ransum penelitian yang menggunakan bahan pakan non konvensional belum dapat menyamai kualitas ransum komersial. Sesuai dengan pendapat Mirnawati *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa kualitas ransum adalah salah satu faktor yang mempengaruhi bobot hidup broiler.

4.3.10. Pengaruh Perlakuan terhadap Persentase Karkas

Persentase karkas masing-masing perlakuan R1, R2, R3 dan R4 tidak memperlihatkan perbedaan. Tidak terlihatnya perbedaan dipengaruhi oleh konsumsi ransum dan penambahan bobot badan yang tidak berbeda pula. (Lampiran). Konsumsi ransum dan penambahan bobot badan akan mempengaruhi bobot hidup dan bobot karkas yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Haroen (2003) yang menyatakan bahwa bobot karkas erat kaitannya dengan bobot hidup dan penambahan bobot

badan. Selanjutnya Mirnawati *et al.* (2018) menyatakan bahwa bobot karkas yang relatif sama disebabkan kualitas ransum dan jumlah pakan yang dikonsumsi juga relatif sama.

Rendahnya persentase karkas pada perlakuan R5 (BISF 30%) dalam ransum) disebabkan bobot karkas dan bobot hidup yang rendah juga. Semakin rendah bobot hidup dan bobot karkas yang diperoleh maka semakin rendah juga persentase karkas yang dihasilkan. Sesuai dengan pernyataan Pahlepi *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa rendahnya konsumsi ransum mengakibatkan rendahnya pertambahan bobot badan sehingga bobot karkas yang dihasilkan juga rendah.

Rataan persentase karkas yang diperoleh dari penelitian ini berkisar antara 69,97-70,36%. Persentase karkas yang diperoleh lebih rendah dari hasil penelitian Anggitasari *et al.* (2016) yang memperoleh rata-rata persentase karkas antara 73,2-75%. Kisaran persentase karkas yang didapatkan dari penelitian ini masih berada pada kisaran normal.

4.3.11. Pengaruh Perlakuan terhadap Persentase Lemak Abdomen

Persentase lemak abdomen pada masing-masing perlakuan R1, R2, R3, R4 dan R5 tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini disebabkan kandungan energi dan protein dalam ransum perlakuan relatif sama, sehingga menghasilkan persentase lemak abdomen yang sama juga. Hal ini sesuai dengan pendapat Hidayat (2015) yang menyatakan bahwa konsumsi energi mempengaruhi secara langsung timbunan lemak abdomen dalam tubuh ayam broiler, sedangkan Al-Sultan (2003) menyatakan bahwa penimbunan lemak abdomen broiler dipengaruhi oleh tingkat energi dalam ransum, umur dan jenis kelamin.

Rataan persentase lemak abdomen yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara 1,58-1,66% lebih rendah dari hasil penelitian Pratikno (2011) yang menyatakan bahwa rata-rata persentase lemak abdomen broiler yang dipelihara selama 6 minggu berkisar antara 2,49-2,50% dari bobot hidup broiler.

4.4. Pemanfaatan Bungkil Inti Sawit Fermentasi dengan *Bacillus subtilis* Pada Itik Pedaging.

Pengolahan BIS dengan *Bacillus subtilis* telah dilakukan dimana terjadi peningkatan kandungan dan kualitas BIS fermentasi dengan *Bacillus subtilis* dengan hasil sebagai berikut: Protein kasar 24.93%,

Serat kasar 18.15%, Retensi nitrogen 68.47% dan Daya cerna serat kasar 53.14%. Produk BIS fermentasi dengan *Bacillus subtilis* pada ayam broiler bahkan dapat digunakan sampai 25% dalam ransum broier. Untuk itu perlu dilakukan pengujian pada itik untuk menentukan berapa persen BIS fermentasi ini dapat digunakan dalam ransum itik terhadap performa itik.

Rataan konsumsi ransum, penambahan bobot hidup, konversi ransum, bobot hidup, persentase karkas, lemak abdomen, Retensi nitrogen (RN) dan daya cerna serat kasar (DCSK) broiler yang diberikan ransum perlakuan BISF dengan *Bacillus subtilis* dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Rataan konsumsi ransum, penambahan bobot badan, konversi ransum, bobot hidup, persentase karkas, dan persentase lemak abdomen itik pedaging.

Parameter	R1 (0%BISF)	R2 (20% BISF)	R3 (25% BISF)	R4 (30% BISF)	R5 (35% BISF)	SE
Konsumsi Ransum (g/ekor)	697,50 ^a	695,83 ^a	691,42 ^a	689,48 ^a	670,22 ^b	6,07
Pertambahan Bobot Badan (g/ekor)	148,19 ^a	146,56 ^a	146,17 ^a	145,50 ^a	140,51 ^b	1,44
Konversi Ransum	4,71	4,75	4,73	4,75	4,77	0,08
Bobot Hidup (g/ekor)	1170,95 ^a	1165,90 ^a	1161,38 ^a	1158,50 ^{ab}	1137,09 ^b	7,22
Persentase Karkas (%)	62,34 ^a	62,32 ^a	62,28 ^a	61,85 ^a	58,25 ^b	1,12
Persentase Lemak Abdomen (%)	0,95	0,90	0,88	0,88	0,85	0,04

Keterangan : Superskrip yang sama menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) SE : Standard error.

4.4.1. Pengaruh Perlakuan Terhadap Konsumsi Ransum

Konsumsi ransum itik pada masing-masing perlakuan R1, R2, R3 dan R4 tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini disebabkan penggunaan produk fermentasi (BISF) dalam ransum dimana produk fermentasi memiliki palatabilitas atau lebih disukai ternak karena terjadinya

perubahan fisik seperti rasa, aroma dan mudah dicerna dari bahan asalnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Murugesan et al (2005) menyatakan bahwa bahan yang mengalami fermentasi memiliki kualitas yang lebih baik dari bahan asalnya karena dapat meningkatkan aroma dan rasa yang disukai oleh ternak. Sejalan dengan pendapat tersebut, disampaikan juga bahwa jumlah pakan yang dikonsumsi oleh seekor ternak diantaranya dipengaruhi oleh palabilitas, pencernaan dan komposisi zat makanan dalam pakan (Hammond, 1994).

Terjadinya penurunan konsumsi ransum pada perlakuan R5 (BISF 35%) diduga disebabkan karena tingginya serat kasar dalam ransum, dimana serat kasar yang tinggi dalam ransum dapat mengurangi palatabilitas sehingga ternak cepat kenyang dan konsumsi ransum berkurang. Hal ini didukung oleh pendapat pendapat Rizal (2006) bahwa kandungan serat kasar yang tinggi dalam ransum menyebabkan broiler cepat merasa kenyang karena serat bersifat voluminous, sehingga penggunaannya dalam ransum unggas terbatas sekitar 3-6% untuk broiler. Ditambahkan oleh Siri et al (1992) bahwa serat kasar yang tidak tercerna diduga akan membawa sebagian zat makanan ikut keluar bersama ekskreta, sehingga ketersediaan zat makanan seperti protein, vitamin dan lain-lain termasuk energi akan berkurang.

Rataan konsumsi ransum itik yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 689,48 g/ekor/minggu sampai 697,50 g/ekor/minggu. Konsumsi pakan yang diperoleh dalam penelitian ini hampir sama dengan hasil penelitian Bintang et al (1999) yang melaporkan rata-rata konsumsi ransum itik yang sedang bertumbuh dengan perlakuan BISF 15% umur 8 minggu adalah 708.14 g/ekor/minggu. Namun rata-rata konsumsi yang diperoleh dalam penelitian ini lebih rendah bila dibandingkan dengan hasil penelitian Purba dan Ketaren (2011) dilaporkan bahwa rata-rata konsumsi itik jantan persilangan Mojosari-alabio selama 8 minggu berkisar antara 905,27 g/ekor/minggu sampai 954,47.

4.4.2. Pengaruh Perlakuan Terhadap Pertambahan Bobot Badan

Pertambahan bobot badan pada masing-masing perlakuan R1, R2, R3 dan R4 tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini disebabkan karena produk fermentasi dalam ransum memiliki kandungan nutrisi yang baik dan dapat meningkatkan pencernaan ransum sehingga meningkatkan pertambahan bobot badan. Hal ini didukung oleh pendapat Laelasari dan

Purwadaria (2004) bahwa produk akhir dari fermentasi mengandung senyawa yang lebih sederhana dan mudah dicerna dari bahan asalnya, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan. Tidak terlihatnya perbedaan penambahan bobot badan itik pada perlakuan R1, R2, R3 dan R4 diduga juga disebabkan retensi nitrogen yang tinggi pada BISF dimana Mirnawati et al (2018) menyatakan bahwa retensi nitrogen BISF dengan *bacillus subtilis* sebesar 68,47%. Hal ini sesuai dengan pendapat Corzo et al (2005) yang menyatakan bahwa terdapat hubungan antara jumlah nitrogen yang teretensi dalam tubuh ternak dengan penambahan bobot badan sehingga retensi nitrogen dapat digunakan untuk menduga pertumbuhan.

Terjadinya penurunan bobot badan itik pada perlakuan R5 (BISF 35%) disebabkan karena konsumsi ransum yang diperoleh pada perlakuan R5 pada penelitian ini juga mengalami penurunan. Hal inilah yang menyebabkan penambahan bobot badan yang dihasilkan juga rendah. Ini didukung oleh pendapat Uzer *et al.* (2013) bahwa penambahan bobot badan sangat dipengaruhi oleh ransum dalam hal kuantitas dan berkaitan dengan konsumsi ransum dimana apabila terganggu maka akan mengganggu pertumbuhan.

Rataan penambahan bobot badan itik yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 145,40 g/ekor/minggu sampai 148,19 g/ekor/minggu. Hasil ini hampir sama dengan hasil penelitian Bintang et al (1999) yang melaporkan rata-rata penambahan berat badan itik yang sedang bertumbuh dengan perlakuan BISF 15% umur 8 minggu adalah 147,73 g/ekor/minggu.

4.4.3. Pengaruh Perlakuan Terhadap Konversi Ransum

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa penggunaan BISF sampai level 35% tidak memperlihatkan perbedaan terhadap konversi ransum itik. Tidak terlihatnya perbedaan konversi ransum pada perlakuan R1, R2, R3, R4 dan R5 disebabkan karena konsumsi ransum dan penambahan bobot badan yang dihasilkan juga tidak berbeda, sehingga perbandingan antara konsumsi ransum dengan penambahan bobot badan juga menunjukkan hal yang sama, dimana konversi ransum ditentukan oleh besarnya jumlah konsumsi dan penambahan bobot badan. Hal ini sesuai dengan pendapat Zuidhof *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa nilai konversi ransum dipengaruhi

oleh konsumsi ransum untuk memenuhi pertambahan bobot badan. Nilai konversi ransum yang rendah mengindikasikan efisiensi penggunaan pakan yang baik, karena semakin efisien ternak mengkonsumsi ransum untuk pertumbuhannya (Allama et al2012).

Rataan konversi ransum itik yang diperoleh pada penelitian ini berkisar 4,71 sampai 4,77. Hasil ini tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Bintang et al(1999) yang melaporkan konversi itik yang sedang bertumbuh dengan perlakuan BISF 15% dalam pemeliharaan selama 7 minggu adalah berkisar 4.683 sampai dengan 4,875 g/ekor/minggu.

4.4.4. Pengaruh Perlakuan Terhadap Bobot Hidup

Bobot hidup pada masing-masing perlakuan R1, R2, R3 dan R4 tiak memperlihatkan perbedaan. Hal ini disebabkan ransum mengandung BIS yang mengalami fermentasi dimana produk fermentasi memiliki kualitas yang baik dan pencernaan ransum meningkat sehingga mempengaruhi bobot badan. Sesuai dengan pernyataan (Sukaryana et al2011) Pada proses fermentasi terjadi perubahan kimiawi senyawa organik (karbohidrat, lemak, protein, serat kasar dan bahan organik lainnya) melalui kerja enzim yang dihasilkan mikroba sehingga bahan yang difermentasi akan memiliki kualitas yang lebih baik.

Selain itu tidak terlihatnya perbedaan bobot hidup pada perlakuan R1, R2, R3 dan R4 juga disebabkan konsumsi ransum pada perlakuan R1, R2, R3 dan R4 juga tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini menyebabkan jumlah zat-zat yang dikonsumsi relatif sama sehingga menghasilkan bobot hidup yang sama juga. sesuai dengan pendapat Wahju (1997) bahwa jumlah ransum yang dikonsumsi akan menentukan bobot hidup yang dihasilkan, semakin banyak ransum yang dikonsumsi semakin meningkat pula bobot hidup yang dihasilkan.

Terjadinya penurunan bobot hidup pada perlakuan R5 (35% BISF) dalam ransum disebabkan tingginya kandungan serat kasar ransum yaitu 9,95%, karena serat kasar yang tinggi dalam ransum akan menyebabkan ternak cepat merasa kenyang dan menurunkan palatabilitas sehingga menurunkan bobot hidup itik. Siri et al (1992) bahwa serat kasar yang tidak tercerna diduga akan membawa sebagian zat makanan ikut keluar bersama ekskreta, sehingga ketersediaan zat makanan seperti protein, vitamin dan lain - lain termasuk energi akan berkurang.

Rataan bobot hidup itik MA jantan yang diperoleh pada penelitian ini berkisar 1137,09-1170,95 g/ekor. Hasil ini lebih rendah dari penelitian Purba dan Ketaren (2011) yang melaporkan rata-rata pertambahan bobot hidup itik MA jantan dengan penambahan santonin dan vitamin E pada umur 8 minggu berkisar antara 1391,12–1466,32 g/ekor. Perbedaan ini diduga disebabkan oleh perbedaan komposisi maupun nutrisi yang terkandung dalam pakan.

4.4.5. Pengaruh Perlakuan Terhadap Persentase Karkas

Persentase karkas pada masing-masing perlakuan R1, R2, R3 dan R4 tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini disebabkan bobot hidup yang dihasilkan juga tidak memperlihatkan perbedaan. Bobot hidup yang tinggi akan diikuti dengan persentase karkas yang tinggi juga. Hal ini sesuai dengan pendapat Ramia (2001) yang menyatakan bahwa karkas berhubungan erat dengan bobot hidup, jika bobot hidup meningkat, maka karkas juga meningkat.

Penurunan persentase karkas pada perlakuan R5 (BISF 35%) dalam ransum disebabkan berat karkas yang rendah. Persentase karkas diperoleh dengan membandingkan berat karkas dengan bobot hidup lalu dikalikan dengan 100%. Semakin rendah berat karkas maka persentase karkas yang diperoleh juga semakin rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Londok *et al.* (2017) bahwa produksi karkas erat hubungannya dengan bobot hidup, dimana semakin bertambah bobot hidup maka produksi karkas akan meningkat dan bobot hidup yang sama akan memberikan bobot karkas yang sama pula.

4.4.6. Pengaruh Perlakuan Terhadap Persentase Lemak Abdomen

Persentase lemak abdomen pada masing-masing perlakuan R1, R2, R3, R4 dan R5 tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini disebabkan ransum disusun dengan iso energi sehingga tingkat penimbunan energi dalam tubuh akan membentuk lemak tubuh yang sama. Pembentukan lemak tubuh pada itik MA jantan terjadi karena adanya kelebihan energi yang dikonsumsi. Sesuai dengan pendapat Pratiwi *et al.* (2013) bahwa perbedaan persentase lemak abdomen antara lain disebabkan oleh kandungan nutrisi ransum, tingkat energi dan asam amino. Selanjutnya, berbeda tidak nyata persentase lemak abdomen pada perlakuan R1, R2, R3, R4 dan R5 disebabkan konsumsi ransum, dimana tingginya

konsumsi ransum maka akan tinggi pula penyerapan zat-zat nutrisi begitu juga dengan lemak. Hal ini sesuai dengan pendapat Solichedi et al(2003) bahwa semakin tingginya konsumsi ransum maka zat-zat nutrisi yang diserap juga tinggi termasuk lemak demikian pula energi begitu juga sebaliknya.

4.4.7. Pengaruh Perlakuan Terhadap Retensi Nitrogen Bungkil Inti Sawit Fermentasi Dengan *Bacillus subtilis*

Bungkil inti sawit fermentasi (BISF) dengan *Bacillus subtilis* dalam ransum memberikan pengaruh terhadap retensi nitrogen ransum. Dimana penggunaan BISF sampai 25% dalam ransum dapat menyamai retensi nitrogen pada ransum kontrol (ransum tanpa BISF). Apabila penggunaan ditingkatkan sampai 30% terjadi penurunan retensi nitrogen.

Tidak terlihatnya perbedaan pada masing-masing perlakuan R1, R2, R3 dan R4 disebabkan oleh kandungan serat kasar ransum yang rendah sehingga pemanfaatan protein lebih optimal. Sedangkan, penurunan retensi nitrogen ransum ini disebabkan oleh tingginya kandungan serat kasar pada ransum perlakuan R5 sehingga pemanfaatan protein rendah yang berdampak kepada rendahnya retensi nitrogen ransum. Sesuai dengan pendapat Kaczmarek et al. (2014) yang menyatakan bahwa kandungan serat kasar pada ransum sangat mempengaruhi penyerapan nutrisi lain, dalam hal ini adalah protein sehingga mempengaruhi retensi nitrogen ransum.

4.4.8. Pengaruh Perlakuan Terhadap Daya Cerna Serat Kasar Ransum

Daya cerna serat kasar ransum pada masing-masing perlakuan R1, R2, R3 dan R4 tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini disebabkan serat kasar keempat perlakuan tersebut masih dalam batas normal kemampuan unggas untuk mencerna serat kasar sehingga tidak mengganggu kecernaan. Hal ini sesuai dengan pendapat Gonzales-Alvarado et al. (2008) menyatakan bahwa broiler membutuhkan serat dalam pakan yang berfungsi untuk merangsang saluran pencernaan dan memperbaiki kecernaan atau penyerapan nutrisi.

Penurunan daya cerna serat kasar pada perlakuan R5 disebabkan oleh kandungan serat kasar ransum yang tinggi sehingga mempengaruhi kecernaan. Sesuai dengan pendapat Gonzales-Alvarado et al. (2007) bahwa serat kasar yang tinggi dalam ransum unggas dapat mengurangi kecernaan.

4.5. Pemanfaatan Bungkil Inti Sawit Fermentasi dengan *Bacillus subtilis* Pada Puyuh.

Pengolahan BIS dengan *Bacillus subtilis* telah dilakukan dimana terjadi Peningkatan kandungan dan kualitas BIS fermentasi dengan *Bacillus subtilis* dengan hasil sebagai berikut: Protein kasar 24.93%, Serat kasar 18.15%, Retensi nitrogen 68.47% dan Daya cerna serat kasar 53.14%. Produk BIS fermentasi dengan *Bacillus subtilis* pada ayam broiler bahkan dapat digunakan sampai 25% dalam ransum broier dan pada itik dapat dipakai sampai 30%. Untuk itu perlu dilakukan pengujian pada puyuh untuk menentukan berapa persen BIS fermentasi dengan *Bacillus subtilis* ini dapat digunakan dalam ransum puyuh terhadap performa puyuh. Rataan konsumsi ransum, massa telur, konversi ransum, produksi telur, berat telur dan tebal kerabang dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Rataan produksi telur berat telur dan tebal kerabang puyuh selama penelitian.

Perlakuan	Konsumsi		Konversi Ransum	Produksi Telur %	Berat Telur gram/butir	Tebal Kerabang Telur mm
	Ransum Puyuh gram/ekor	Massa Telur gram/ekor				
R1 (0% BISF)	21.82	5.84	3.74	60.60	9.64	0.235
R2 (10% BISF)	21.81	5.76	3.79	59.82	9.63	0.230
R3 (15% BISF)	21.73	5.73	3.80	59.60	9.62	0.225
R4 (20% BISF)	21.83	5.56	3.93	57.81	9.61	0.228
R5 (25% BISF)	21.70	5.47	3.97	57.14	9.57	0.225
SE	0.07	0.10	0.07	1.08	0.04	0.004

4.5.1. Konsumsi Ransum Puyuh Petelur

Konsumsi ransum puyuh pada masing-masing perlakuan R1, R2, R3, R4 dan R5 tidak memperlihatkan perbedaan. Tidak terlihatnya perbedaan konsumsi ransum puyuh petelur disebabkan pemberian BISF sampai level 25% dalam ransum. Hal ini dikarenakan bungkil inti sawit telah mengalami fermentasi dimana produk fermentasi lebih palatable, Hal ini sesuai dengan pendapat Murugesen *et al.* (2005) yang menyatakan bahwa produk fermentasi dapat menghasilkan flavor lebih baik sehingga lebih disukai ternak dibandingkan bahan asalnya. Selanjutnya Muslim *et al.* (2012) menyampaikan bahwa produk fermentasi dapat menghasilkan aroma dan rasa yang lebih baik dari bahan asalnya sehingga lebih disukai. Walaupun BISF dengan *B.subtilis* sudah bisa 25% diberikan dalam ransum tetapi masih bisa menyamai ransum kontrol.

Rataan konsumsi ransum puyuh petelur yang diperoleh selama penelitian dengan penggunaan 25% BISF dengan *B.subtilis* dalam ransum adalah 21,70 g/ekor/hari. Hasil tersebut lebih rendah dari hasil penelitian Ayu,(2017) dengan perolehan 22,30 g/ekor/hari yang menggunakan BISF dengan *Sclerotium rolfii* dalam ransum karena puyuh yang digunakan berumur lebih muda yaitu 14 minggu dan penggunaannya sampai 20%. Menurut Djulardi (1995) Kebutuhan makanan untuk burung puyuh dewasa sekitar 21 gram/ekor/hari. Dengan demikian konsumsi yang dicapai pada penelitian ini masih dalam batas efisiensi.

4.5.2. Pengaruh Perlakuan Terhadap Massa Telur

Massa telur puyuh pada masing-masing perlakuan tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini disebabkan produksi telur dan berat telur juga berbeda tidak nyata. Sementara massa telur merupakan perkalian antara produksi telur dengan berat telur. Hal ini sesuai dengan pendapat Amrullah (2003) yang menyatakan bahwa massa telur diperoleh dari hasil perkalian presentase produksi telur harian (*quail day production*) selama satu bulan dengan berat telur yang dihasilkan dalam bulan tersebut. Didukung Kartasudjana (2006) bahwa nilai massa telur bergantung pada persentase produksi telur harian dan berat telur, jika produksi telur meningkat maka massa telur akan meningkat, begitu pula sebaliknya jika produksi telur menurun maka massa telur pun akan menurun. Ditambahkan juga oleh North and Bell (1990) serta Maknun *et al.* (2015) bahwa massa telur erat kaitannya dengan berat telur dan produksi telur yang dihasilkan.

Rataan massa telur puyuh selama penelitian yang mengandung BISF dengan *B.subtilis* sampai level 25% adalah sebesar 5,47 g/ekor/hari. Hasil penelitian ini lebih rendah dari penelitian Ayu (2017) yang mendapatkan 7,54 g/ekor/hari menggunakan BISF dengan *Sclerotium rolfsii*, hal ini dikarenakan puyuh yang digunakannya berumur 14 minggu dan pemberiannya hanya sampai 20% dalam ransum.

4.5.3. Pengaruh Perlakuan Terhadap Konversi Ransum

Konversi ransum pada masing-masing perlakuan R1, R2, R3, R4 dan R5 dengan penggunaan BISF dengan *B.subtilis* sampai level 25% tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini disebabkan konsumsi ransum dan massa telur yang diperoleh juga berbeda tidak nyata, dimana konversi ransum diperoleh dari perbandingan antara konsumsi ransum dengan massa telur. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Rasyaf (2002) menyatakan bahwa konversi ransum merupakan perbandingan antara jumlah ransum yang dikonsumsi dengan massa telur. Ditambahkan oleh Maknun *et al.*(2015), bahwa konversi ransum dipengaruhi oleh banyaknya ransum yang dikonsumsi dengan massa telur.

Rataan konversi ransum selama penelitian dengan penggunaan BISF dengan *B.subtilis* sampai level 25% dalam ransum puyuh adalah 3,97. Angka konversi ransum dalam penelitian ini lebih tinggi dibanding dengan penelitian Ayu (2017), yang mendapatkan konversi ransum sebesar 3,08 dengan pemberian BISF dengan *sclerotium rolfsii* sampai level pemberian 20%. Namun angka konversi ransum dalam penelitian ini hampir menyamai Listyowati dan Roospitasari (1995), yang mendapatkan konversi pakan puyuh umur 16 minggu berkisar antara 2,63-3,83.

4.5.4. Pengaruh Perlakuan Terhadap Produksi Telur Puyuh

Produksi telur puyuh pada masing-masing perlakuan tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini menunjukkan bahwa ransum yang mengandung BISF hingga level 25% memiliki kualitas yang sama dengan ransum kontrol, sehingga menghasilkan produksi telur yang relatif sama. Hal ini disebabkan fermentasi meningkatkan kualitas bungkil inti sawit (BIS) dan dapat meningkatkan pencernaan protein sehingga protein yang terkandung didalam ransum dapat dimanfaatkan untuk produksi telur. Sesuai dengan pernyataan Setiarto *et al.* (2016) bahwa fermentasi dapat meningkatkan pencernaan dari protein, sehingga dengan terjadinya

peningkatan pencernaan protein maka protein dalam asam amino ransum dapat dimanfaatkan untuk produksi. Laelasari dan Purwadaria (2004) menyatakan bahwa produk akhir dan fermentasi mengandung senyawa yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna.

Rataan produksi telur yang didapat selama penelitian yaitu berkisar antara 57,14-60,60%. Produksi telur puyuh umur 6-17 minggu berkisar antara 51,79% sampai 62,50% (Bachari *et al.*, 2006). Rataan produksi telur yang diperoleh pada penelitian lebih tinggi dari pada hasil penelitian Suripta dan Astuti (2006) pemberian minyak ikan dalam ransum puyuh menghasilkan produksi telur sebesar 54,89% dengan lama pemeliharaan selama 12 minggu.

4.5.5. Pengaruh Perlakuan Terhadap Rataan Berat Telur Puyuh

Berat telur puyuh pada masing-masing perlakuan tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini bahwa ransum yang mengandung bungkil inti sawit (BISF) sampai 25% dalam ransum memiliki kualitas yang sama dengan ransum kontrol (0% BISF), sehingga tetap memberikan berat telur yang sama. Hal ini diakibatkan produk yang digunakan telah mengalami fermentasi sehingga mengandung senyawa yang lebih sederhana dan mudah dicerna. Hal tersebut didukung dengan pendapat Purwadaria *et al.* (1995) menyatakan bahwa semua produk akhir fermentasi mengandung senyawa yang lebih sederhana dan mudah dicerna dari bahan asalnya sehingga dapat meningkatkan kualitas gizi.

Tidak terlihatnya perbedaan berat telur juga disebabkan protein ransum perlakuan yang dicerna, dimana kandungan protein ransum merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh pada pembentukan albumen dan kuning telur. Hal ini sesuai dengan pendapat Atik (2010) bahwa protein yang dikonsumsi pada pakan merupakan faktor terpenting yang dapat memberikan pengaruh pada berat telur, karena kurang lebih 50% dari berat kering telur adalah protein terkonsumsi beserta zat-zat lain yang terkandung didalamnya seperti lemak, karbohidrat dan juga vitamin. Argo *et al.* (2013) juga menambahkan bahwa berat telur dapat dipengaruhi oleh protein, lemak (asam linoleat) dan asam amino esensial yang terkandung dalam pakan.

Pada penelitian ini diperoleh data rata-rata berat telur puyuh berkisar antara 9,57-9,64 g/butir. Hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Sihombing *et al.* (2006) yang memperoleh berat telur

puyuh berkisar antara 7,93-9,78 g/butir yang menambahkan zeolit dalam ransum puyuh. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu genetik, umur, jenis pakan, jumlah pakan, lingkungan kandang serta kualitas pakan yang diberikan berbeda.

4.5.6. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tebal Kerabang Telur Puyuh

Tebal kerabang telur puyuh pada masing-masing perlakuan tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini menunjukkan bahwa ransum yang mengandung BISF hingga level 25% memiliki kualitas yang sama dengan ransum kontrol, sehingga menghasilkan tebal kerabang telur yang relatif sama. Suprijatna *et al.* (2005) menyatakan bahwa Ca dan P sangat berperan dalam proses pembentukan tulang pada puyuh yang sedang bertumbuh dan juga berperan dalam pembentukan kerabang telur. Selain dipengaruhi oleh mineral Ca dan P, tebal kerabang juga dipengaruhi oleh protein. Pasaribu (2018) mengatakan teknologi fermentasi pada bungkil inti sawit (BIS) dapat meningkatkan kadar protein, selain itu juga memperbaiki daya cerna BIS terfermentasi akibat serat kasar yang turun.

Tidak terlihatnya perbedaan tebal kerabang juga disebabkan ransum mengandung produk fermentasi. Produk fermentasi dapat meningkatkan daya cerna, sehingga lebih mudah dimanfaatkan oleh ternak, sesuai dengan pendapat Esposito dkk.(2001) menyatakan bahwa produk fermentasi menghasilkan enzim hidrolitik yang membuat mineral lebih mudah untuk diserap oleh ternak. Menurut Clunies *et al.* (1992) semakin tinggi konsumsi kalsium makan kualitas kerabang telur semakin baik.

Rataan kerabang telur puyuh pada penelitian ini berkisar antara 0,225-0,235 mm. Hazim *et al.* (2011) mengukur rata-rata tebal kerabang telur sebesar 0,234 yang mana hasil ini tidak jauh berbeda dari penelitian ini. Selain itu, Zita *et al.* (2013) menyatakan bahwa rata-rata tebal kerabang telur puyuh adalah 0,19 mm. Tebal kerabang telur dipengaruhi oleh faktor genetik, jenis puyuh, dan umur induk yang menghasilkan (Romanoff dan Romanoff, 1963).

BAB V PENUTUP

Bungkil inti Sawit merupakan limbah hasil pengolahan minyak sawit yang cukup potensial digunakan sebagai bahan pakan alternatif bagi ternak, khususnya ternak unggas. Dilihat dari ketersediaannya yang cukup tinggi karena Indonesia merupakan produksi sawit terbesar di dunia. Apabila dilihat dari kandungan gizi juga cukup tinggi dimana protein 17.31% tetapi dalam pemanfaatannya dalam ransum unggas masih terbatas hanya 10% dalam ransum broiler. Hal ini terkendala karena serat kasar yang tinggi yaitu dalam bentuk β -manan, 56,4% dari serat kasar adalah dalam bentuk β -manan (Daud and Jarvis, 1992).

Untuk meningkatkan nilai manfaat bungkil inti sawit perlu dilakukan pengolahan yaitu dengan fermentasi. Fermentasi dengan memanfaatkan mikroba yang bersifat selulolitik dan mananolitik seperti *A. niger*, *E. Javanicum*, *Sclerotium rolfisii* dan *Bacillus subtilis*. Pengolahan BIS dengan masing-masing mikroba yang bersifat selulolitik dan mananolitik telah dilakukan. Dimana masing-masing mikroba *A. niger*, *E. Javanicum*, *Sclerotium rolfisii* dan *Bacillus subtilis* memberikan hasil yang baik dimana terjadi penurunan serat kasar dan terjadi peningkatan protein dan asam amino BIS setelah fermentasi. Diharapkan BIS fermentasi ini dapat digunakan sebagai bahan pakan alternative untuk unggas.

Pemanfaatan BIS fermentasi dengan masing-masing mikroba yang bersifat selulolitik dan mananolitik (*A. niger*, *E. Javanicum*, *Sclerotium rolfisii* dan *Bacillus subtilis*) telah dilakukan pada ternak unggas (broiler, itik dan puyuh). Walaupun masing-masing mikroba memperlihatkan Peningkatan kandungan dan kualitas zat makanan dari BIS fermentasi dengan mikroba *A. niger*, *E. Javanicum*, *Sclerotium rolfisii* dan *Bacillus subtilis*, tetapi nilai manfaatnya berbeda-beda seperti pada ayam broiler BIS fermentasi dengan *A. niger* dapat dipakai sampai 17% dalam ransum broiler. BIS fermentasi dengan *E. javanicum* dapat dipakai sampai 20% dalam ransum broiler. Selanjutnya BIS fermentasi dengan *S. rolfisii* dapat dipakai sampai sampai 25% dalam ransum broiler dan pada itik dapat dipakai sampai 35%. Begitu juga BIS fermentasi dengan *B. subtilis* sudah dapat digunakan sampai 30% dalam ransum broiler dan pada puyuh dapat dipakai sampai 25% dalam ransum puyuh.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada Dirjen Pendidikan Tinggi (DIKTI) Kementerian Pendidikan Nasional yang telah mensupport penelitian dengan bantuan dana skim Hibah Bersaing 2007-2008, dan Hibah Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi tahun 2015-2018, serta Hibah Penelitian skim majelis guru besar periode 2016-2019. Tak lupa ucapan terimakasih kepada pimpinan Universitas Andalas dan Fakultas Peternakan yang telah memberikan izin dalam pelaksanaan penelitian dan kepada semua mahasiswa yang terlibat dalam penelitian ini serta semua pihak yang telah membantu dalam proses penelitian dan penyelesaian penulisan buku ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Aziz Darwis, Illah Sailah, Tun Tedja Irawandi, dan Safriani. 1995. Kajian Kondisi Fermentasi pada Produksi Selulase dari Limbah Kelapa Sawit (Tandan Kosong dan Sabut) oleh *Neurospora sitophila*. J. Teknologi Industri Pertanian Vol. 5(3) 199-207.
- Aini, FN., S. Sukamto, D. Wahyuni, RG. Suhesti dan Q. Ayyunin. 2013. Penghambatan pertumbuhan *Colletotrichum gloeosporoides* oleh *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*. Jurnal Pelita Perkebunan 29(1): 44-52.
- Allama, H., O. Sofyan, E. Widodo dan H. S. Prayogi. 2012. Pengaruh penggunaan tepung ulat kandang *Alphitobius diaperinus* dalam pakan terhadap penampilan produksi ayam pedaging. Jurnal Ilmu-ilmu Peternakan. 22(3): 1-8.
- Al-Sultan, S. I. 2003. The Effect of *Curcuma longa* (Turmeric) on Overall Performance of Broiler Chickens. International Journal of Poultry Science. 2(5): 351-353.
- Amrullah, I. K. 2003. Nutrisi Ayam Petelur. Seri Beternak Mandiri. Lembaga Satu Gunungbudi, Bogor.
- Anggitasari, S., O. Sjojfan. dan I. H. Djunaidi. 2016. Pengaruh Beberapa Jenis Pakan Komersial terhadap Kinerja Produksi Kuantitatif dan Kualitatif Ayam Pedaging. Buletin Peternakan Vol. 40(3): 187-196.
- Anggorodi, R. 1995. Kemajuan Mutakhir dalam Ilmu Makanan Ternak Unggas. Cetakan Pertama. Indonesia University Press, Jakarta.
- Arraujo, A & , O, P. Ward 1990. Extacellular mannanases and ; alactanases from selected fungi. J. Ind. Microbiol. 6:171-178.
- Argo, L. B. & Mangisah. (2013). Kualitas Fisik Telur Ayam Arab Petelur Fase 1 Dengan Berbagai Level *Azolla microphylla*. Animal Agricultural Journal, 2(1), 445-457.
- Atik, P. 2010. Pengaruh penambahan tepung keong mas (*Pomacea canaliculata lamarck*) dalam ransum terhadap kualitas telur itik. Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

- Ayu, W. 2017. Pengaruh Penggunaan Bungkil Inti Sawit Fermentasi dengan *Sclerotium rolfsii* dalam Ransum Terhadap Performa Puyuh. Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Payakumbuh.
- Aziz, A., S. Gan, S. H. Hasan., M. A. Karim., MIA and Noraini. S. 2003. Biomass Estimation and Growth *Aspergillus niger* in solid state fermentation on Palm Kernel Cake in : Proceeding of 14 th National biotechnology Seminar Desember 11 – 13 Penang. Malaysia pp. 59.
- Babjee, A. M. 1989. The use of palm kernel cake, As Animal Feed, FAO, Regional Office for Asia and The Pasific. Bangkok.
- Bachari, I., R. Roeswandy, dan A. Nasution. 2006. Pemanfaatan solid dekanter dan suplementasi mineral zinkum dalam ransum terhadap produksi burung puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) umur 6-17 minggu dan daya tetas. *Jurnal Agribisnis Peternakan*. 2:72-77.
- Backer, A and Van Den Brink, B., 1965, Flora of Java(Spermatophytes Only), Volume 1, N. V. P. The Netherlands, Noordhoff-Groningen.
- Bintang, I A. K , Sinurat A. P, Murtisari T, pasaribu T, Purwadaria T, dan Haryati T. 1999. Penggunaan bungkil inti sawit dan produk fermentasinya dalam ransum itik sedang bertumbuh. *Jurnal ilmu ternak dan veteriner* 4(3) : 179184.
- Bradford, M. M. 1976. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. *University of Georgia. Athens, georgia* 30602. *Analytical Biochemistry* 72, 248:254.
- Buckle, K. A., R. A. Edward, C. H. Fleet dan M. Wooton. 1987. Ilmu pangan. Diterjemahkan oleh Purnomo, H dan Adiono. Indonesia University Press, Jakarta.
- Buckle, K. A., R. A. Edward., C. H. Fleet dan M. Wooton. 1985. Ilmu Pangan. Diterjemahkan oleh purnama, H dan Andiana cetakan ke. I penerbit VI Jakarta.
- Butterworth, M. H. and Fox, A. C. 1963. The effect of heat treatment on the nutritive value of coconut meal and the prediction of the nutritive value by chemical methods. *British Journal of Nutritional*. 17 : 445 – 452.

- Campbell, W. 1984. Principles of Fermentation Technology, Pergamon Press. New York.
- Chin, F. Y. 2002. Utilization of Palm Kernel Cake (PKC) as Feed in Malaysia. Asian Livestock. Vol. XXVI No. 4 FAO Regional Office. Bangkok. Thailand.
- Chen. C.C., Shih, Y.C., Chiou, P.W.S. dan Yu, B. (2010). Evaluating nutritional quality of single stage- and two stage-fermented soybean meal. Asian- Australasian Journal of Animal Science 23: 598-606.
- Clunies. M., D. Parks and S. Lesson, 1992. Calcium and Phosphorus Metabolism and Egg Shell Formation of Hens Fed Different Amounts of Calcium. Poultry Science. 71: 482- 489.
- Corzo, A., C.A. Fritta, 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. J. Anim. Feed Sci. Tech. 118: 319-327.
- Crueger, W dan A. Crueger. 1989. A text book of industrial Microbiology, Sinauer Associates Inc Sunderland.
- Darwis A.A & Sukara E. 1990. Teknologi Mikrobial. Depdikbud Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Pusat antar Universitas Bioteknologi. Bogor: IPB.
- Daud, M. J. And Jarvis, M. C. 1992. Mannan of oil palm kernel. Phytochemistry, 31 : 463 – 464.
- Daud, M.J., M.C. Jarvis., A. Rasidah. 1993. Fibre of PKC and its potential as poultry feed. Proceeding. 16th MSAP Annual. Conference, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Ditjenbun. 2019. Statistik Perkebunan Indonesia. Kelapa sawit 2015-2017. Hendaryati DD, Arianto Y, penyunting. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian.
- Djulardi, A. 1995. Respon burung puyuh petelur (*Coturnix-coturnix japonica*) terhadap pemberian ransum dengan berbagai kandungan fosfor dan imbang protein . Disertasi. Program Pasca Sarjana Padjajaran. Bandung.
- Dusterhoft, E. M. Bonte. A.W and A. G. J. Voragen. 1993. Solubilisation of non-starch polysaccharides from oil seed meals by polysaccharide degrading enzymes. Journal of the Science Food and Agriculture.

63 : 211- 220.

- Dwidjoseputro, D. 1990. Dasar-dasar Mikrobiologi. Djambatan. Jakarta.
- Esposito, G., L. Frunzo, A. Panico dan F. Pirozzi. 2011. Modelling the Effect of the OLR and OFMSW Particle Size on the Performances of an Anaerobic Co-digestion Reactor. *J Process Biochem.* 46:557-565.
- Ezhieshi, E V and J. M. Olomu. 2004. Nutritional evaluation of palm kernel meal types : 2. Effects on live performance and nutrient retention in broiler chicks diets. *African Jurnal of Biotechnology.* Vol 7 (8). Hal : 1171 – 1175.
- Fardiaz, S dan F. G. Winarno. 1987. Fisiologi Fermentasi. Pusat Antar Universitas IPB-USU. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fardiaz, S. 1992. Fisiologi Fermentasi. PAU Pangan dan Gizi IPB Bogor.
- Fardiaz. 1988. Mikrobiologi Pengolahan Pangan Lanjut. IPB Press Bogor
- Frazier, W. C dan D. C. Westhoff. 1983. Food Microbiology. Tata McGraw-Hill Publ. Co. Ltd. New Delhi.
- Frazier, W. C dan D. C. Westhoff. 1984. Food Microbiology. Tata McGraw-Hill Publ. Co. Ltd. New Delhi.
- Garcia, C. A. A. G. Gemat and J. G. Murilo. 1999. The effect of four levels palm kernel meal in broiler diets. *Ceiba.* 40 : 29 – 295.
- Griffin, D.H. 1994. Fungal Physiology. John Wiley & Sons, Inc, New York.
- González- Alvarado, J.M., Jiménez-Moreno, E., Lázaro, R and Mateos, G.G. 2007. Effect of type of cereal, heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. *Poult. Sci.* 86, 1705–1715
- González-Alvarado, J.M., Jiménez-Moreno, E., Valencia, D.G., Lázaro, R and Mateos, G.G., 2008. Effect of fiber source and heat processing of the cereal on the development and pH of the gastro intestinal tract of broilers fed diets based on maize or rice. *Poult. Sci.* 87, 1779–179.
- Hammond. 1994. The effect of *Lactobacillus acidophilus* on the production and chemical composition of eggs. *Poultry Sci.* 75: 491-494.
- Harnentis, Mirnawati, Mirzah. 2005. Teknologi Pengolahan Bungkil Inti Sawit Untuk Peningkatan Daya Gunanya sebagai Pakan Ternak

Unggas. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. XIII. Departemen Pendidikan Nasional.

- Haroen, U. 2003. Respon ayam broiler yang diberi tepung daun sengon (*Albizia falcataria*) dalam ransum terhadap pertumbuhan dan hasil karkas. *J. Ilmiah Ilmu-ilmu Peternakan*. 6(1): 34-41.
- Hazim, J. A., W. M. Razuki., W. K. Al-Hayani, & A. S. Al-Hassani. 2011. Influence of source of oil added on egg quality traits of laying quail. *J. Poult. Sci*. 10(2): 130-136.
- Hidayat, C. 2015. Penurunan Deposit Lemak Abdominal pada Ayam
- Hidayat, N. 2007. Teknologi Pertanian dan Pangan. <http://pokiran-rakyat./indek.html>. (Diakses tanggal 14 Agustus 2017).
- Hilghe, M., Gloor, S. M., Rypniewski, W., Saucr, O., Heighman, T. D., Zimmerman, W., K. Winterhalter and K. Piontek. 1998. High resolution native and complex. Structure of thermostable mannanase from *Thermo monospora fusca* substrate specificity in glycosil hydrolase family. S. Research article, Netherlands.
- Jawetz, E., Melnick, J.L and Adelberg, E.A. 2005. Mikrobiologi Kedokteran, diterjemahkan oleh Mudihardi, E., Kuntaman, Wasito, EB., Mertaniasih, NM., Harsono, S., Alimsardjono, L. Edisi XXII. 327-335, 362-363. Penerbit Salemba Medika, Jakarta.
- Jhonson, K. G. 1990. Extracelluler β -mannanase from hemicellulolytic Fungi. *W. J. Microb. Biotechnol*, 6, 209-217.
- Kaczmarek, S.A., Rogiewicz, A., Mogielnicka, M., Rutkowski, A., Jones, R.O., Slominski, B.A., 2014. The effect of protease, amylase, and nonstarch polysaccharide-degrading enzyme supplementation on nutrient utilization and growth performance of broiler chickens fed corn-soybean meal-based diets. *Poult. Sci*. 93, 1745-1753.
- Kadran. 2018. Potensi kapang *Sclerotium rolfsii* sebagai inokulum bubuk dan asam humat dalam meningkatkan kualitas bungkil inti sawit. Thesis. Universitas Andalas.
- Kassim, E. A., I.M. Ghazi and Z.A Nagieb. 1985. Effect of Pretreatment of Cellulosic waste on the production of cellulose enzymes by *Trichoderma Reese*. *J. Ferment. Technol.*, 6: 129-193.

- Ketaren, P.P. dan I.H. Prasetyo. 1999. Pengaruh pemberian pakan terbatas terhadap penampilan itik silang Mojosari X Alabio (MA) umur 8 minggu. Lokakarya Nasional Unggas Air. Balai Penelitian Ternak, Ciawi, Bogor.
- taren, P.P. 2001. Peranan Peternakan Bebek dalam Pemberdayaan Masyarakat Pedesaan. *Bebek Mania*, Edisi 09. September 2001.
- Kong C., J. H. Lee and O. Adeola. 2011. Supplementation of β -mannan to starter and grower diets for broilers. *Can. J. Anim. Sci.*, 91:389-397.
- Kulp, K. 1975. Carbohydrates. In G. Reed (ed). *Enzyme in Food Processing*. Academic Press, New York, USA.
- Kusriningrum, R. S. 2010. Perancangan Percobaan. Airlangga University Press. Surabaya.
- Aspergillus niger* pada substrat bungkil kelapa dan bungkil inti sawit. *Biodiversitas*, 5(2): 48-51 komersial. Penebar Swadana. Jakarta.
- Laelasari dan Purwadaria, T. 2004. Pengkajian nilai gizi hasil fermentasi mutan
- Li, H., Feng, F.Q., Shen, L.R., Xie, Y. Dan Li, D. (2007). Nutritional evaluation of different bacterial douchi. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 16:215-2221.
- Listiyowati, E dan K. Roositasari. 1995. Puyuh, tata laksana budidaya secara
- Londok, J, J, M, R., J, E, G., Rompis, dan C Mangelep. 2017. Kualitas karkas ayam pedaging yang diberi ransum mengandung limbah sawi. *Jurnal Zootek*. Vol 37 (1) : 1-7.
- Mahfudz, T. Herawan. Hadayatmoko. 2004. Strategi Optimalisasi Produksi Bibit Jati (*Tectona grandis*) Melalui Teknik Perbanyakkan Stek Untuk Pengembangan Hutan Rakyat. *Biotifurda*. Diakses melalui <http://www.biotoiforda.or.id>. Diakses pada tanggal 16 Desember 2015.
- Maknun, L., K. Sri dan M. Isna. 2015. Performans Produksi Burung Puyuh (*coturnix-coturnix Japonica*) dengan Perlakuan Tepung Limbah Penetasan Telur Puyuh.
- Marini, A. M., Norani, S. Suraini, A. A. and Mohd. Sharunddin, M. A. 2002.

Isolation of PKC Degrading Microorganism using and enrichment culture technic. Prooceeding 24 th MSAP Annual Conference May 2002 Penang. Malaysia: pp 43 – 45.

- Marini, A. M., Norani, S. Suraini, A. A. and Mohd. Sharunddin, M. A. 2002. Isolation of PKC Degrading Microorganism using and enrichment culture technic. Prooceeding 24 th MSAP Annual Conference May 2002 Penang. Malaysia: pp 43 – 45.
- Maynard.L.A. Loosil, J.K. Hnitz, H.F and Warner, R.G. 2005. Animal Nutrition. 7th Ed McGraw Hill Book Company. New York.
- Mirnawati. 2007. Peningkatan Kualitas Bungkil Inti Sawit dengan Fermentasi terhadap Aktivitas Enzim dan Kandungan Zat Makanan. Jurnal Peternakan Tropika Vol 12 No. 1 Februari 2007. Fakultas Peternakan Universitas Andalas. Padang.
- Mirnawati. 2008. Peran asam humat sebagai penetralisir logam berat dalam bioteknologi bungkil inti sawit sebagai pakan unggas. Laporan hibah bersaing 2008. Direktorat jendral Pendidikan Tinggi Depdiknas Jakarta.
- Mirnawati, Y. Rizal, Y. Marlida and I.P KOMPIANG. 2011. Evaluation of plam kernel cake fermented by *Aspergills niger* as subsitute for soybean meal protein in the diet of broiler. International Journal of Poultry Science:10(7) 537-541. Asian Network for Scientific Information.
- Mirnawati, Y. Rizal, Y. Marlida. 2013. Effect of Humic Acid Addition via Drinking Water on The Performance of Broiler Fed Diet Containing Fermented and Non Fermented Palm Kernel Cake. *Archiva Zootechnica*. 16(1):41-53, 2013.
- Mirnawati.,A.Djularidi and Y.Marlida.2013.Improving the quality of palm kernelcake through fermentationby *Eupenicilium javanicum* as poultry ration. *Pakistan Journal of Nutrition*.12(12):1085-1088.
- Mirnawati, A. Djularidi dan Y. Marlida. 2015. Potensi kapang selulolitik dan mananolitik dalam meningkatkan daya guna bis sebagai bahan pakan lokal untuk unggas. Laporan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi Universitas Andalas, Padang.

- Mirnawati, G. Ciptaan dan Ferawati. 2018. Potensi bakteri *Bacillus subtilis* dalam meningkatkan kualitas bungkil inti sawit dan aplikasinya sebagai bahan pakan lokal untuk unggas. Laporan Penelitian Hibah Riset Guru Besar Nomor. 42/UN.16.17/PP.RGB/LPPM/2018. Universitas Andalas, Padang.
- Mirwandono, E dan Z. Siregar. 2004. Pemanfaatan hidrolisat tepung kepala udang dan limbah kelapa sawit yang Difermentasi dengan *Aspergillus niger*, *Rhizopus oligosporus* dan *Tricoderma viridae* dalam ransum ayam pedaging. Digital Library. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Moore and Landecker. 1982. *Fundamental of fungi*. Pretince Hall of Company. New York, USA.
- Muhammad, N., E. Sahara., S. Sandi. dan F. Yosi. 2014. Pemberian Ransum Komplek Berbasis Bahan Baku Lokal Fermentasi terhadap Konsumsi, Pertambahan Bobot Badan dan Berat Telur Itik Lokal Sumatera Selatan. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*. Vol. 3 No. 2.
- Murugesan, G. S., M. Sathiskumar and K. Swarnnathan. 2005. Supplementation of waste tea fungal biomass as a dietary ingredien for broiler chicken. *Bioresource technology* 96: 1743-1748
- Muslim, Nuraini dan Mirzah. 2012. Pengaruh pemberian campuran dedak dan ampas tahu fermentasi dengan *Monascus purpureus* terhadap performa burung puyuh. *Jurnal Peternakan* 9 (1): 15-26 ISSN 1829-8729.
- Nahashon, S, N., N. Adefope, A. Amenyenu and D Wright. 2005. Effect of dietary metabolizable energy and crude protein concentration on growth performace and carcass characteristics of French guinea broiler. *Poult.Sci*84 : 337-344.
- Nakano, M.M dan Zuber, P. 1998. Anaerobic growth of a strict aerobe (*Bacillus subtilis*). *Annu Rev Microbiol*.
- Noferdiman. 2008. Peningkatan mutu lumpur sawit kering melalui fermentasi dengan jamur *Phanerochaete chrysosporium* serta pemanfaatannya dalam ransum ayam broiler. Disertasi. Program Pascasarjana, Universitas Andalas, Padang.
- North, M. O. and D. D. Bell. 1990. *Commercial Chicken Production Man-*

- ual. 4th Ed .Van Nostrand Reinhold. New York. Nuraini,Sabri-na 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.
- Nurhayati. 2008. Pengaruh tingkat penggunaan campuran bungkil inti sawit dan onggok yang difermentasi dengan *Aspergillus niger* dalam pakan terhadap bobot dan bagian-bagian karkas broiler. Animal Production. 10(1): 55-59.
- Nwokole E. N. Bragg D. B, Saben SS. 1976. The availability of amino acids from palm kernel, soybean, cotton seed and rape seed meal for the growing chick. Poultry Science. 55 : 2300 – 2304.
- Odunsie, A. A. T. O. Akande., A. S. Yusup and R. J. Salam. 2002. Comparative utilization high inclusion rate of four agro industrial by products in the diet of egg type chickens. Arch Zootec. 51 : 465 -468.
- Ofuya, C.O and Nwajiuba, C.J. 1990. Fermentation of Cassava peels for the production of cellulolytic enzymes. J App Bact 68: 171-177.
- Onwudike. O. C. 1986. Palm kernel meal as a feed for poultry 1. Composition of palm kernel meal and availability of its amino acid to chick. Anim Feed Sci Technol. 16 : 179 – 186s.
- Pahlepi, R., H. Hafid dan A. Indi. 2015. Bobot akhir persentase karkas dan lemak abdominal ayam broiler dengan pemberian ekstrak daun sirih (*Piper betle* L.) dalam air minum. JITRO Vol. 2 No. 3.
- Pamungkas, W. 2011. Teknologi Fermentasi, Alternatif Solusi Dalam Upaya Pemanfaatan Bahan Pakan Lokal. Jurnal Media Akuakultur. Vol. 6, No. 1.
- Parakkasi, A., 1983. Ilmu Gizi dan Makanan Ternak Monogastrik. Angkasa. Bandung.
- Pasaribu T. 2018. Upaya meningkatkan kualitas bungkil inti sawit melalui teknologi fermentasi dan penambahan enzim untuk unggas. Wartazoa Vol.28 No. 3 Th. 2018 Hlm 119-128.
- Perez, J. F., Gernat, A. G. and Murillo, J. G., 2000. The effect of different levels of palm kernel meal in layer diets. Poultry Science. 79 : 77-79.
- Pfaff, F. E., JR and R. E Austic 1976. Influence of diet on development of the abdominal fat pad in the pullet J. Nutr. 160: 443-450.

- Pond, W. G., D. C. Church and K. R. Pond. 1995. Basic Animal Nutrition and Feeding. 4th ed. John Willey and Sons, Canada.
- Posponegoro, M. 1975. Makanan Proses Fermentasi, Ceramah Ilmiah LKN - LPI, Bandung
- Pratikno, H. 2011. Lemak abdominal ayam broiler (*Gallus sp.*) karena pengaruh ekstrak kunyit (*Curcuma domestica* Vahl.). Jurnal Bioma. Vol. 13 No. 1.
- Pratiwi, M. S. 2013. Produksi Karkas Gilet Dan Lemak Abdominal Ayam Broiler Strain Cobb Dan Strain Lohman Yang Diberi Pakan Berbeda. Skripsi. Universitas Halu Oleo Kendari
- PT. Japfa Comfeed Indonesia. 2008. Broiler Management Program. Jakarta.
- Pujiati, R., Kiswardianta, B. dan Wahyuni, S. (2014). Pengaruh konsentrasi inokulum dan waktu inkubasi terhadap aktivitas crude enzim selulase dari kapang *Tricoderma* Sp. Prosiding Seminar Nasional Biologi. ISBN: 978-602-0951-03-4.
- Purba, M. Dan P. P. Ketaren. 2011. Konsumsi dan konversi pakan itik lokal jantan umur delapan minggu dengan penambahan santoquin dan vitamin E dalam pakan. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner 16: 280-1087.
- Purwadaria, T. 1995. In vitro digestibility evaluation of fermented coconut meat using *Aspergillus niger* NRRL 337. Bul. Anim. Sci. Special edition. P.375-382.
- Purwadaria, T. and Sari, 2003. In vitro digestibility evaluation of coconut meal Incorporated precipitate Beta D Mannanase from *Eupenicillium javanicum*. J. Microbiol., Indonesia, 19-21.
- Purwadaria, T. dan Sari. 2004. Pengkajian nilai gizi fermentasi mutan *Aspergillus niger* pada substrat bungkil kelapa dan bungkil inti sawit. Biodiversitas VolNo. 2. Hal. 48-51.
- Ramia, I. K. 2001. Suplementasi probiotik dalam ransum berprotein rendah terhadap bobot dan komposisi fisik karkas. Karya Ilmiah. Majalah Ilmiah Peternakan. Fakultas Peternakan. Universitas Udayana. Denpasar. 3. 82-86.
- Ranjhan, S.k. 1980. Animal Nutrition in Tripics. 2nd ED. Vikas Publishing House PVT Ltd., New Delhi.

- Rasyaf, M., 1989, *Beternak Ayam Buras*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Rasyaf. 2002. *Beternak Ayam Pedaging*. Penerbit. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rifai M. A. 1969. A Revision of Genus *Trichoderma*. Mychological Paper No. 116.
- Rizal, Y. 2000. Respon Ayam Broiler terhadap Pengganti Bungkol Kedelai dengan BIS Dalam Ransum. *Jurnal Peternakan dan Lingkungan*. Vol 6. No 02.
- Rizal, Y. 2000. Respon ayam broiler terhadap penggantian sebagian bungkil kedelai terhadap bungkil inti sawit dalam ransum. *Jurnal Peternakan dan Lingkungan*. Vol. 6 No. 02.
- Rizal, Y. 2000. Respon ayam broiler terhadap penggantian sebagian bungkil kedelai terhadap bungkil inti sawit dalam ransum. *Jurnal Peternakan dan Lingkungan*. Vol. 6 No. 02.
- Rizal, Y. 2006. *Ilmu Nutrisi Unggas*. Andalas University Press. Padang.
- Rizal, Y. 2006. *Ilmu Nutrisi Unggas*. Andalas University Press. Padang.
- Ryan, K.J and Ray C.G. 2004. *Sherris Medical Microbiology Bacillus*. Four Edition. McGraw Hil
- 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.
- Sachslehner, A. D., Haltrich, G., Gubits, B., Nidetzky & Dkulbe, K. 1998. Efficient production of manan degading enzymes by the basidyomycote *Sclerotium rolfsii*. *Appl. Bioshem. Biotech*, 70-72:936-953.
- Sakti, P. C., 2012, Optimasi Produksi Enzim Selulase dari *Bacillus* sp. BPPT CC RK2 dengan variasi pH dan sSuhu Menggunakan Response Surfance Methodology, Skripsi. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Saono, S. 1974. Pemanfaatan Jasad Renik dalam Hasil Sampingan atau Sisa-sisa Produk Pertanian. *Berita LIPI*. 18 (4) :1 - 11.

- Saono, S. 1976. Pemanfaatan jasad renik dalam pengolahan hasil sampingan atau sisa hasil produksi pertanian. *Berita LIPI*. 18 (4) : 1-11.
- Saono, dan W, Budiman. 1981. Penggunaan Beberapa Jenis Kapang untuk Pembuatan Oncom, Bogor.
- Setiarto,Haryobimo. 2016. Metabolisme Xenobiotik. Blog.sivitas.lipi.go.id/rhar003/. Diakses tanggal 27 Januari 2017.
- Setyawan, S. 2005. Pengaruh kombinasi substrat, lama inkubasi dan pH dalam proses isolasi enzim xylase dengan menggunakan media jerami padi. Skripsi. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Scott, M. L, M. C. Nasheim and R. J. Young. 1982. *Nutrition of The Chicken* 3rd Ed. Publishing. M. C. Scott and Associates. Ithaca, New York.
- Shurtleff, W. And A. Aoyagi. 1979. *The Book of Tempeh*. New York : Harper and Row SNI. 2009. *Tempe Kedelai. Bahan Standarisasi Nasional SNI 3144:2009*. Jakarta.
- Sianturi, D.C. 2008. Isolasi bakteri dan uji aktivitas amilase termofil kasar dari sumber air panas Penen Sibirubiru Sumatera Utara. Tesis. Medan. Universitas Sumatera Utara.
- Silva FVM, Gibs P. 2004. Target Selection in Designing Pasteurization Processes for Shelf-Stable High-Acid Fruit Products.
- Siregar, A. P., M. Sabrani dan Suropwiro, 1980. *Teknik Beternak Ayam Pedaging di Indonesia*. Cet-I. Margie group. Jakarta.
- Smith, J. E. 1990. *Prinsip Bioteknologi*. Penerbit PT. Gramedia. Jakarta.
- Soesanto, L. 2008. Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman, Suplemen ke Gulma dan Nematoda. *Rajawali Pers*. 573.
- Solichedi, K., Atmomarsono, U., & Yunianto, V. (2003). Pemanfaatan kunyit (*Curcuma domestika* VAL) dalam ransum broiler sebagai upaya menurunkan lemak abdominal dan kadar kolesterol darah. *J. Indon. Trop. Anim. Agric*, 28 (3), 172-178.
- Suhartono, M. T., 1989. *Enzim dan Bioteknologi*. Departemen Pendidikan dan Budaya. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sukara and Atmowidjojo. 1980. Pemanfaatan ubi kayu untuk produksi

- enzim amilase dan protein sel tunggal. Optimisasi nutrisi untuk proses fermentasi substrat cair dengan menggunakan kapang *Rhizopus*. Proc. Seminar Nasional. UPT ERG. Lampung.
- Sulaiman. 1998. Studi Proses Pembuatan Protein Mikroba dengan Ragi Amilolitik dan Ragi Simbe pada Media Padat dengan Bahan Ubi Kayu (*Manihot Utilisma Pohl*). Thesis Fakultas Teknik Pertanian. IPB.
- Sumardi. 2005. Menata Sistem Penyuluhan Pertanian Menuju Pertanian Modern. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Sundu B. and J. Dingle. 2003. Use of enzymes to improve the nutritional value of palm kernel meal and copra meal Queensland Poult. Sci. Symp. 11 : 1-15.
- Sundu, B. A. Kumar and J.G. Dingle. 2004. Perbandingan dua products enzyme komersial pencerna beta mannan pada ayam pedaging yang mengkonsumsi bungkil kelapa sawit dengan level yang berbeda. Prosiding Seminar Nasional Pemanfaatan Sumber Daya Hayati Berkelanjutan pp. 19-25. Tadulako University press, Indonesia
- Sundu, B., A. Kumar and J. Dinle. 2005. Compariron of feeding values of palm kernel meal and copra meal for broiler. Recent advances in animal nutrition Australia. 15: 16a.
- Sundu, B., A. Kumar, and J. G. Dingle. 2008. Perbandingan dua products enzyme komersial pencerna beta mannan pada ayam pedaging yang mengkonsumsi bungkil kelapa sawit dengan level yang berbeda. http://www.Geocities.com/b_sundu/paper/untad2.pdf.
- Supriadi. 1997. Pengaruh penggunaan bungkil inti sawit terhadap organ fisiologis itik peride pertumbuhan. Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Andalas. Padang.
- Suprijatna, E. Atmomarsono, U. Kartasudjana, Ruhyat. 2006. Ilmu Dasar Ternak Unggas. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Supriyati., T. Pasaribu., H. Hamid dan A. P. Sinurat. 1988. Fermentasi bungkil inti sawit secara substrat padat dengan menggunakan *Aspergillus niger*. J. Ilmu Ternak Veteriner. 4 (4): 257-263.

- Supriyati, T. Pasaribu, H. Hamid dan A. Sinurat. 1998. Fermentasi bungkil inti sawit secara substrat padat dengan menggunakan *Aspergillus niger*. *J. Ilmu Ternak Vet.* 4 (4) : 257 -263.
- Sutardi, T. 1980. Revitalisasi peternakan sapi perah melalui penggunaan ransum berbasis limbah perkebunan dan suplementasi mineral organik. Laporan akhir RUT VIII. Insitut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tannembaum. 1978. Non Photosyntehetic Single Cell Protein . Dalam M. Khilberg. N. S. Scrimshaw and D. I. C Wang. *Protein Resources and Tehcnology , Status and Research Needs.* The Avi Publishing Co. Westport, Connecticut.
- Thoukis, G and M. A. Amerine. 1956. The fate of copper and iron during fermentation of grape must. *Am J. Enol Vitic.* 7 : 2 : 45 -52.
- Tillman, A. D. H. Hartadi., S. Reksohadiprodo., S. Prawirokusumo dan S. Lebosoekotjo. 1989. *Ilmu Makanan Ternak Dasar.* Gajah Mada University Press, Fakultas Peternakan UGM, Yogyakarta.
- Uzer,F,N. Iriyanti dan Roesdiyanto.2013.Penggunaan pakan fungsional dalam ransum terhadap konsumsi pakan dan penambahan bobot badan ayam broiler. *J. Ilmiah Peternakan.*1(1):282-288.
- Vidal, M. T., m. Poblet., M. Constant and A. Bordons. 2001. Inhibitor effects of copper and dichlofluanid on *Oenococcus oeni* and malolactic Fermentation. *Am J. Enol Vitic.* 52 (3) 223 – 229.
- Wahju, J. 1992. *Ilmu Nutrisi Unggas.* Cet. 3, Gajah Mada University Press. Jogjakarta.
- Wahju, J. 1997. *Ilmu Nutrisi Ternak Unggas.* Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Wardiny, T. M. 2011. Substitusi tepung daun mengkudu dalam ransum meningkatkan kinerja ayam broiler. *Balai Penelitian Ternak Bogor.* 12 (2): 92-100.
- Widayati, E. dan Y. Widalestari. 1996. *Pengolahan Limbah untuk Pakan Ternak.* Majalah Trubus, Surabaya.
- Winarno, F. G. S dan D. Fardiaz. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan.* PT Gramedia, Jakarta.
- Winarno, F.G., Srikandi Fardiaz dan D. Fardiaz. 1980. *Biofermentasi dan Biosintesa Protein.* Angkasa Bumi.

- Yoruk, M.A.,M. Gul, A.Hayirli, and M. Macit, 2004. The effect of Supplementation of humate and Probiotic on egg production and quality parameters during the late laying periodic hens.Poultry Sci. 83:84-88.
- Zammora, AF. M. R. Calopardo, KP. Rosano, E. S. Luis. and IF. Dalmacio. 1989. Improvement of copra meal quality for use in animal feeds. Proc. F AP/UNDP Wprkshop on Biotechnology in Animal Production and Health and Latin America pp. 312 – 320.
- Zita L, Ledvinka Z, Klesalova L. 2013. The effect of the age of Japanese quails on certain egg quality traits and their relationship. Vet Arhiv. 83:223-232.
- Zuidhof, M.J., BL. Scheider, V.L. Carney, D.R. Korver, and F.E. Robinson. 2014. Growth, efficiency and yield of commercial broilers from 1957, 1978 and 2005. Poult. Sci. 93(12): 2970- 2982.
- Zulrizki. 2010. Penggunaan ampas sagu dan ampas tahu fermentasi (ASATF) dengan *Monascus purpureus* dalam ransum terhadap performa puyuh petelur. Skripsi, Fakultas Peternakan, Universitas Andalas. Padang.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

I. IDENTITAS PRIBADI

	Nama Lengkap	Prof. Dr. Ir. MIRNAWATI, MS (P)
	N I P	196202261987022001
	NIDN	0026026207
	Fakultas	Peternakan
	Jurusan	Ilmu Ternak
	Tempat/Tanggal Lahir	Padang, 26 Februari 1962
	Bidang Ilmu/Spesifikasi	Ilmu Nutrisi Ternak unggas
	Pangkat/ Golongan	Pembina TK I/ IVd
	Jabatan Akademik	Guru Besar
	Alamat Rumah	Jl. Jayapura Blok K1/20 Wisma Indah IV Padang
	HP	081363481462
	e-mail	mirnawati@ansci.unand.ac.id
	Alamat Kantor	Fak. Peternakan Kampus Limau Manis Padang
	Telp/Fax	(0751) 71464
	e-mail	Faterna@unand.ac.id
12	Scopus	https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=36086489900
13	Google Scholar	https://scholar.google.co.id/citations?user=1Vpwj3UAAAAJ&hl=en

II. PENDIDIKAN

2.1. Pendidikan di Dalam dan di Luar Negeri

No.	TINGKAT	NAMA LEMBAGA PENDIDIKAN	Kota/ Negara	Bidang Keahlian	IJAZAH TH.
1.	Sarjana	Universitas Andalas	Padang	Ilmu Ternak	1986
2.	Magister (S2)	Universitas Padjadjaran	Bandung	Ilmu Ternak	1992
3.	Doktor (S3)	Universitas Andalas	Padang	Ilmu Ternak	2010