

**PEMANFAATAN LIMBAH CAIR EKSTRAKSI KITIN DARI
KULIT UDANG PRODUK PROSES KIMIAWI DAN BIOLOGIS
SEBAGAI IMBUHAN PAKAN DAN IMPLIKASINYA
TERHADAP PERTUMBUHAN AYAM BROILER**

**LAPORAN AKHIR PENELITIAN
UNIVERSITAS PADJADJARAN 2006**



Pelaksana :

**Ir. A b u n, MP.
Dr. Ir. Tjitjah Aisjah, M.S.
Deny Saefulhadjar, SPt., MSi**

**DIBIYAI BANTUAN DANA UNIVERSITAS PADJADJARAN TAHUN 2006
DENGAN SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN PENELITIAN
NOMOR : 389.J2/J06.14/LP/PL/2006
TANGGAL 16 MEI 2006**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS PADJADJARAN
FAKULTAS PETERNAKAN
2006**

**LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN BANTUAN PENELITIAN
UNIVERSITAS PADJADJARAN**

A. Judul Penelitian : Pemanfaatan Limbah Cair Ekstraksi Kitin dari Kulit Udang Produk Proses Kimiawi dan Biologis sebagai Imbuhan Pakan dan Implikasinya terhadap Pertumbuhan Ayam Broiler.

B. Ketua Peneliti :

a. Nama Lengkap dan Gelar : Ir. A b u n , MP.
b. Jenis Kelamin : Laki-laki
c. Pangkat/Golongan/NIP. : Penata Tk.I/III-d/132 145 763
d. Bidang Keahlian : Ilmu Ternak/Ilmu Nutrisi Ternak
e. Fakultas : Peternakan Universitas Padjadjaran
f. Bidang Ilmu yang Diteliti : Pertanian/Peternakan/Nutrisi Ternak

C. Tim Peneliti :

Nama	Bidang Keahlian	Fakultas	Perguruan tinggi
1. Ir. Abun, MP.	Ilmu Ternak	Peternakan	UNPAD
2. Dr. Ir. Hj. Tjitjah Aisjah, MS.	Ilmu Ternak	Peternakan	UNPAD
3. Deny Saefulhadjar, SPt., MSi.	Ilmu Ternak	Peternakan	UNPAD

D. Pendanaan dan Jangka Waktu Penelitian :

Jangka Waktu Penelitian : Satu Tahun

Biaya Total yang Diusulkan : Rp. 37 500 000,-

Biaya yang Disetujui : Rp. 31 750 000,- (*Tigapuluhsatu Juta Tujuh ratus Limapuluh Ribu Rupiah,-*)

Jatinangor, 26 November 2006

Mengetahui:

Dekan Fakultas Peternakan
Universitas Padjadjaran,

Ketua Peneliti,

(Prof. Dr. Ir. Dadi Suryadi, MS.)
NIP. 130 354 303

(Ir. A b u n , MP.)
NIP. 132 145 763

Menyetujui:
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Padjadjaran,

Prof. Dr. Johan S. Masjhur, dr., SpPD-KE., SpKN.

UTILIZATION OF LIQUID WASTE OF CHITIN EXTRACT FROM SKIN OF SHRIMP PRODUCTS OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL PROCESSING AS FEED SUPPLEMENT AND ITS IMPLICATION ON GROWTH OF BROILER ^{*)}

By :

A b u n, Tjitjah Aisjah, and Deny Saefulhadjar ^{)}**

SUMMARY

The ration is main factor on growth, inside breeding and poultry management. The optimization of broiler performance can be realized if will have gave ration with suitable of quality and quantity. Suitability of nutrient required in ration can be conducted with adding of feed supplement to increasing quality and efficiency of ration. Once of these were usage liquid waste of chitin extract from shrimp waste with chemical and biological processed through deproteination and demineralization processed.

Process of deproteination and demineralization can be acted as chemical and biological. As chemical at deproteination stage used of NaOH, and used of H₂SO₄ at demineralization stage. The other, as biological on deproteination used of *Bacillus licheniformis* bacteria, and on demineralization used of *Aspergillus niger*. These Liquid product of chitin extract was used as feed supplement on ration of broiler.

The research was conducted on Laboratory of Poultry Nutrition, Non Ruminant, and Feed Industry, Faculty of Animal Husbandry, Padjadjaran University, Jatinangor-Sumedang for five month, since May until October 2006. The aim of research for getting optimization of condition of process (doze of chemical or microbial and time of processing) on the stage of deproteination and demineralization as chemical and biological on protein and mineral liquefy from chitin extract. The product of chitin extract used as feed supplement for getting optimize level in ration on digestibility value and performance at broiler.

The research conducted in three stages using experimental method at Laboratory. The first stage used Nested Design (3x3) consisted three replication. The second and third stage used Completely Randomized Design consisted eight treatments and four. Variables which examined in first stage were the contents of protein, calcium, and phosphor liquefy at liquid product of chitin extract; The second stage were digestibility of dry matter, protein, and organic matter; The third stage : consumption of ration, gain of body weight, and conversion of ration at broiler. The Results were analysed by variance and deference of chitin extract of waste shrimp as biological through deproteination processed with *Bacillus licheniformis* at doze 4% time 48 hour, and followed demineralization with *Aspergillus niger* at doze 2% time 48 hour result the best of protein and mineral liquefy. Liquid product of chitin extract as biological can be feed supplement, and were used about 3% in ration at broiler for result optimized digestibility value and performance.

Key words : Waste shrimp, chitin extract, Digestibility, performance, Broiler.

^{*)} Financed By to University of Padjadjaran

No : 389.J2/J06.14/LP/PL/2006, Year Budget 2006.

***) *Staff Instructor Of Majors Science of Nutrition and Feed Livestock, Faculty Of Animal Husbandry, University of Padjadjaran.*

PEMANFAATAN LIMBAH CAIR EKSTRAKSI KITIN DARI KULIT UDANG PRODUK PROSES KIMIAWI DAN BIOLOGIS SEBAGAI IMBUHAN PAKAN DAN IMPLIKASINYA TERHADAP PERTUMBUHAN AYAM BROILER^{*)}

A b u n, Tjitjah Aisjah, dan Deny Saefulhadjar^{)}**

RINGKASAN

Ransum merupakan faktor penentu terhadap pertumbuhan, disamping bibit dan tatalaksana pemeliharaan. Optimalitas performan ayam broiler dapat terealisasi bila diberi ransum bermutu yang memenuhi persyaratan tertentu dalam jumlah yang cukup. Pemenuhan kebutuhan zat makanan dalam ransum dapat dilakukan dengan menambahkan imbuhan pakan (*feed supplement*) guna meningkatkan kualitas dan efisiensi ransum. Salah satunya adalah pemanfaatan limbah cair ekstraksi kitin dari limbah udang yang diolah secara kimiawi dan biologis melalui tahapan deproteinasi-demineralisasi.

Proses deproteinasi dan demineralisasi dapat dilakukan secara kimiawi dan biologis. Cara kimiawi pada tahap deproteinasi menggunakan NaOH, dan pada tahap demineralisasi menggunakan H₂SO₄. Adapun cara biologis pada tahap deproteinasi menggunakan bakteri *Bacillus licheniformis*, dan pada tahap demineralisasi menggunakan kapang *Aspergillus niger*. Produk cair ekstraksi kitin tersebut digunakan sebagai imbuhan pakan pada ransum ayam broiler.

Penelitian telah dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ternak Unggas, Non Ruminansia dan Industri Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, Jatinangor-Sumedang selama lima bulan, yaitu dari Bulan Mei sampai dengan Oktober 2006. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan kondisi proses (dosis zat kimia atau mikroba dan lama proses pengodhan) yang optimal pada tahapan deproteinasi demineralisasi secara kimiawi dan biologis terhadap protein dan mineral terlarut dari ekstraksi kitin. Produk ekstraksi kitin dijadikan imbuhan pakan untuk mendapatkan tingkat penggunaan yang optimal dalam ransum terhadap nilai pencernaan dan performan ayam broiler. Percobaan dilakukan dalam tiga tahap dengan menggunakan metode eksperimental di laboratorium. Tahap pertama, menggunakan rancangan tersarang (3X3) yang diulang 3 kali. Tahap kedua dan ketiga, menggunakan rancangan acak lengkap, terdiri atas 8 perlakuan dan diulang 4 kali. Peubah yang diamati pada tahap pertama: kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut produk cair ekstraksi kitin; tahap kedua: pencernaan bahan kering, protein dan bahan organik ransum; tahap ketiga: konsumsi ransum, pertambahan berat badan dan konversi ransum ayam broiler. Hasil yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam dan perbedaan antar perlakuan diuji dengan uji jarak berganda Duncan. Kesimpulan hasil penelitian: Ekstaksi kitin limbah udang secara biologis melalui proses deproteinasi oleh *Bacillus licheniformis* pada dosis 4% selama 48 jam, dan dilanjutkan dengan demineralisasi oleh *Aspergillus niger* pada dosis 2% selama 48 jam menghasilkan protein dan mineral terlarut terbaik. Produk cair ekstraksi kitin secara biologis dapat dijadikan imbuhan pakan, dan digunakan sebesar 3% dalam ransum ayam broiler untuk menghasilkan nilai pencernaan dan performan yang optimal.

Kata Kunci: *Limbah udang, ekstraksi kitin, Kecernaan, performan, Broiler.*

- *) Dibiayai oleh Bantuan Dana Universitas Padjadjaran, No : 389.J2/J06.14/LP/PL/2006*
****) Staf Pengajar Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Unpad.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke Hadirat Allah Swt, karena atas Rahmat-Nya, laporan hasil penelitian ini dapat diselesaikan. Judul laporan penelitian ini adalah “Pemanfaatan Limbah Cair Ekstraksi Kitin dari Kulit Udang Produk Proses Kimiawi dan Biologis sebagai Imbuhan Pakan dan Implikasinya terhadap Pertumbuhan Ayam Broiler”.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Rektor Universitas Padjadjaran dan Bapak Ketua Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran, yang atas perkenannya penelitian ini dapat berlangsung melalui pembiayaan dana bantuan dana Universitas Padjadjaran, tahun anggaran 2006.
2. Bapak Dekan Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, yang telah memberikan kepercayaan untuk melakukan penelitian ini.
3. Kepala Laboratorium Nutrisi Ternak Unggas Non Ruminansia dan Industri Makanan Ternak, Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, yang telah memberikan izin penggunaan laboratorium.
4. Semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

Akhirnya penulis berharap laporan hasil penelitian ini bermanfaat bagi berbagai pihak yang memerlukannya.

Jatinangor, 26 November 2006

Penulis,

DAFTAR ISI

BAB	Halaman
LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN	ii
SUMMARY DAN RINGKASAN	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Metode Penelitian	5
1.4. Lokasi dan Lama Penelitian	6
II. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	7
2.1. Tujuan Penelitian	7
2.2. Manfaat Hasil Penelitian	7
III. TINJAUAN PUSTAKA	9
3.1. Limbah Udang.....	9
3.2. Kitin.....	10
3.3. Ekstraksi Kitin.....	13
3.4. Deproteinasi Secara Kimiawi (Basa Kuat) dan Biologis (<i>Bacillus licheniformis</i>).....	13
3.5. Demineralisasi Secara Kimiawi (Asam Kuat) dan Biologis (<i>Aspergillus niger</i>).....	14
3.6. Deskripsi Ayam Broiler dan faktor-faktor yang mempengaruhi Pertumbuhan.....	17
3.7. Organ dan Sistem Pencernaan Ayam Broiler.....	19

3.8. Lignin sebagai Indikator pada Pengukuran Nilai Kecernaan....	21
3.9. Kerangka Pemikiran.....	22
IV. METODE PENELITIAN	26
4.1. Ruang Lingkup Percobaan	26
4.2. Percobaan Tahap Pertama (Ekstraksi Kitin).....	26
4.2.1. Bahan dan Alat Percobaan.....	26
4.2.2. Pelaksanaan Penelitian.....	27
4.2.3. Rancangan Percobaan.....	30
4.3. Percobaan Tahap Kedua (Penentuan Nilai Kecernaan).....	32
4.3.1. Alat dan bahan Percobaan.....	32
4.3.2. Prosedur Percobaan.....	35
4.3.3. Peubah yang Diamati.....	36
4.3.4. Perhitungan Kecernaan Zat makanan.....	36
4.3.5. Rancangan Percobaan.....	37
4.4. Percobaan Tahap Ketiga (Percobaan Ransum/Feeding Rial)	38
4.4.1. Alat dan bahan Percobaan.....	38
4.4.2. Metode Penelitian.....	39
4.4.3. Peubah yang Diamati.....	40
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1. Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Protein dan Mineral Terlarut.....	41
5.1.1. Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Protein dan Mineral Terlarut Produk Proses Kimiawi.....	41
5.1.2. Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Protein dan Mineral Terlarut Produk Proses Biologis.....	46
5.2. Pengaruh Perlakuan terhadap Kecernaan.....	50
5.3. Pengaruh Perlakuan terhadap Performan Ayam Broiler.....	54
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	59
6.1. Kesimpulan	59
6.2. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	64

DAFTAR TABEL

No.		Halaman
1.	Persentase Kandungan Kitin dalam Cangkang Krustacea.....	9
2.	Komposisi Kulit dan Kepala Udang Berdasarkan Proses Pengupasan.....	10
3.	Kombinasi Perlakuan.....	31
4.	Kandungan Zat-zat makanan dan Energi Metabolis Bahan Pakan Penyusun Ransum.....	33
5.	Susunan Ransum Standar, Ransum Kontrol dan Ransum Percobaan pada Masing-masing Perlakuan.....	34
6.	Kandungan Zat-zat Makanan dan Energi Metabolis Ransum Standar, Ransum Kontrol dan Ransum Percobaan pada Masing-masing Perlakuan	30
7.	Rataan Kandungan Protein, Kalsium dan Fosfor Terlarut Produk Proses Kimiawi pada Masing-masing Perlakuan.....	42
8.	Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Dosis terhadap Kandungan Protein, Kalsium dan Fosfor Terlarut Produk Proses Kimiawi	43
9.	Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Waktu dalam Dosis terhadap Kandungan Protein, Kalsium dan Fosfor Terlarut Produk Proses Kimiawi.....	44
10.	Rataan Kandungan Protein, Kalsium dan Fosfor Terlarut Produk Proses Biologis pada Masing-masing Perlakuan.....	46
11.	Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Dosis terhadap Kandungan Protein, Kalsium dan Fosfor Terlarut Produk Proses Biologis.....	47
12.	Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Waktu dalam Dosis terhadap Kandungan Protein, Kalsium dan Fosfor Terlarut Produk Proses Biologis.....	49
13.	Rataan Nilai Kecernaan Bahan Kering, Protein Kasar dan Bahan Organik Ransum pada Masing-masing Perlakuan.....	51
14.	Rataan Konsumsi Ransum, Pertambahan Berat Badan dan Konversi Ransum pada Masing-masing Perlakuan.....	55

DAFTAR GAMBAR

No.		Halaman
1.	Struktur Kimia Kitin, Kitosan dan Selulosa.....	11
2.	Bentuk α -kitin, β -kitin dan γ -kitin.....	12

DAFTAR LAMPIRAN

No.		Halaman
1.	Proses Ekstraksi Kitin Limbah Udang Secara Kimiawi melalui Tahap Deproteinasi-Demineralisasi Menggunakan Larutan NaCl dan H ₂ SO ₄ terhadap Protein dan Mineral Terlarut.....	64
2.	Analisis Statistik Pengaruh Perlakuan terhadap Protein Terlarut Produk Kimiawi	65
3.	Analisis Statistik Pengaruh Perlakuan terhadap Kalsium Terlarut Produk Kimiawi.....	68
4.	Analisis Statistik Pengaruh Perlakuan terhadap Fosfor Terlarut Produk Kimiawi.....	70
5.	Proses Ekstraksi Kitin Limbah Udang Secara Biologis Melalui Tahap Deproteinasi-Demineralisasi menggunakan <i>Bacillus licheniformis</i> dan <i>Aspergillus niger</i> terhadap Protein dan Mineral Terlarut.....	72
6.	Analisis Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Protein Terlarut Produk Biologis.....	73
7.	Analisis Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Kalsium Terlarut Produk Biologis.....	75
8.	Analisis Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Fosfor Terlarut Produk Biologis.....	77
9.	Analisis Statistik Pengaruh Perlakuan terhadap Kecernaan Bahan Kering.....	79
10.	Analisis Statistik Pengaruh Perlakuan terhadap Kecernaan Protein kasar.....	80
11.	Analisis Statistik Pengaruh Perlakuan terhadap Kecernaan Bahan Organik.....	81
12.	Analisis Statistik Pengaruh Perlakuan terhadap Konsumsi Ransum.....	82
13.	Analisis Statistik Pengaruh Perlakuan terhadap Pertambahan Berat Badan.....	83
14.	Analisis Statistik Pengaruh Perlakuan terhadap Konversi Ransum.....	84

I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan bahan pakan berkualitas untuk penyusunan ransum unggas merupakan persyaratan mutlak yang harus dipenuhi. Ransum adalah faktor penentu terhadap pertumbuhan, disamping bibit dan tatalaksana pemeliharaan. Optimalitas performan ternak unggas hanya dapat terealisasi apabila diberi ransum bermutu yang memenuhi persyaratan tertentu dalam jumlah yang cukup. Pemenuhan kebutuhan zat-zat makanan dalam penyusunan ransum dapat dilakukan dengan menggunakan imbuhan pakan produk kimiawi ataupun produk bioproses dengan teknologi fermentasi. Dengan demikian, diperlukan satu upaya mencari alternatif sumber bahan atau imbuhan pakan yang murah, mudah didapat, kualitasnya baik, serta tidak bersaing dengan kebutuhan manusia. Salah satunya adalah limbah dari pengolahan udang beku berupa kepala ataupun kulitnya .

Indonesia merupakan salah satu negara produsen udang yang cukup besar di kawasan Asia. Produksi udang Indonesia pada tahun 2004 sekitar 242.560 ton dari luasan tambak udang 380.000 hektar. Produksi udang tersebut sebagian besar diekspor dengan total nilai mencapai US\$ 840,4 juta (Anonim, 2004). Udang yang diekspor sebagian besar dalam bentuk beku tanpa kepala (*headless*) dan kulit (*peeled*). Limbah dari pengolahan udang beku diperkirakan sekitar 60 – 70% dari berat udang (Krissetiana, 2004).

Limbah udang mengandung protein sekitar 25 – 40%, kalsium karbonat 45 – 50% dan kitin 15 – 20%. Kulit udang juga mengandung *karotinoid* berupa *astaxantin*, dan

merupakan pro-vitamin A untuk pembentukan warna kuning kemerahan. Kandungan protein dan mineral yang cukup tinggi menggambarkan potensi limbah udang dapat dijadikan pakan/imbuhan pakan untuk ternak unggas. Namun kendalanya adalah adanya kitin yang menyebabkan protein dan mineral (dalam bentuk kalsium karbonat) terikat sehingga sulit dicerna oleh enzim pencernaan unggas, khususnya ayam broiler.

Struktur kitin pada limbah udang sama dengan selulosa, dengan ikatan yang terjadi antara monomernya terangkai dengan glukosida pada posisi β (1-4). Perbedaan dengan selulosa adalah gugus hidroksil yang terikat pada atom karbon nomor dua, digantikan oleh gugus asetamina ($-\text{NHCOCH}_3$) pada kitin sehingga kitin menjadi sebuah polimer berunit N-Asetil glukosamin. Kitin merupakan makromolekul berbentuk padatan amorf, dan dapat terurai melalui proses kimiawi (asam kuat dan basa kuat) ataupun biologis (*bio-degradable*) terutama oleh mikroba penghasil enzim lisozim dan kitinase (Stephen, 1995).

Limbah udang merupakan bahan yang mudah busuk. Proses degradasi oleh mikroba pembusuk dan enzim berjalan dengan cepat dan menyebabkan menurunnya mutu komponen yang terdapat dalam limbah tersebut sehingga bila komponen-komponen tersebut dipisahkan dapat menghasilkan produk yang bermutu rendah. Oleh karena itu, perlu diupayakan pengolahan limbah udang dengan tujuan untuk memperoleh produk yang berkualitas.

Proses pengolahan limbah udang (ekstraksi kitin dari limbah udang) dapat dilakukan secara kimia melalui tahapan deproteinasi dengan menggunakan basa kuat dan demineralisasi dengan menggunakan asam kuat. Ekstraksi kitin dari limbah udang dapat pula dilakukan secara biologis yaitu melalui proses fermentasi dengan menggunakan mikroba penghasil enzim lisozim dan kitinase.

Pengolahan secara kimiawi dapat dilakukan dalam waktu yang singkat dan sederhana. Namun pengolahan tersebut memiliki beberapa kelemahan yaitu menimbulkan kerusakan lingkungan akibat limbah kimia yang dihasilkan, terjadi korosi yang sangat tinggi dan terjadinya depolimerisasi akibat pemotongan struktur molekul yang berlebihan oleh senyawa kimia yang digunakan pada protein, mineral dan vitamin. Adapun pengolahan secara biologis memerlukan waktu yang cukup lama dan keahlian khusus, namun memiliki beberapa keuntungan yaitu menghasilkan produk dengan kandungan zat makanan yang lebih baik serta ramah lingkungan.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan dalam tahapan ekstraksi kitin secara kimiawi dari limbah udang antara lain deproteinasi dengan menggunakan basa kuat (Cira dkk., 2000), kemudian dilakukan demineralisasi dengan menggunakan asam kuat (Bisping dkk., 2005). Tahapan ekstraksi kitin secara biologis antara lain deproteinasi menggunakan isolat bakteri *Bacillus licheniformis* F11 (Bisping dkk., 2005); kemudian dilakukan demineralisasi melalui fermentasi asam laktat oleh bakteri *Lactobacillus spp.* Strain B₂ (Cira dkk., 2000). Demineralisasi dapat pula dilakukan dengan menggunakan kapang *Aspergillus niger* yang memiliki kemampuan membuat suasana asam dalam proses fermentasinya. Namun sejauh ini, limbah cair hasil ekstraksi kitin dari limbah udang belum diteliti dan dimanfaatkan untuk pakan. Percobaan yang dirancang dalam penelitian ini dimaksudkan untuk memanfaatkan limbah cair dari proses ekstraksi kitin yang selanjutnya dijadikan imbuhan pakan pada ransum ayam broiler guna meningkatkan kualitas dan nilai manfaat serta efisiensi ransum.

Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kualitas produk limbah cair dari ekstraksi kitin adalah cara tahapan prosesnya yaitu tahapan deproteinasi kemudian dilanjutkan dengan demineralisasi dan kondisi proses dari setiap tahapan tersebut. Kondisi

proses antara lain: konsentrasi zat kimia/mikroba, lama proses pengolahan, suhu dan pH. Zat kimia yang digunakan pada tahapan deproteinasi adalah NaOH, dan pada tahapan demineralisasi adalah H₂SO₄. Mikroba yang digunakan pada tahapan deproteinasi adalah bakteri *B. Licheniformis*, dan pada tahapan demineralisasi menggunakan kapang *Aspergillus niger*.

Produk limbah cair dari ekstraksi kitin pada pengolahan limbah udang secara kimiawi dan biologis dapat terlihat nilai manfaatnya bila dibuat imbuhan pakan dan dilakukan pengujian secara biologis pada ayam broiler, karena ayam broiler memiliki sifat tumbuh yang cepat serta responsif terhadap perlakuan ransum. Oleh karena itu, untuk melihat kualitas dan nilai manfaat produk imbuhan pakan tersebut diukur melalui nilai pencernaan, dan untuk melihat efisiensinya ditambahkan pada ransum ayam broiler melalui pengukuran terhadap performan (konsumsi ransum, penambahan berat badan dan konversi ransum).

Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik mengadakan penelitian dengan judul “Pemanfaatan Limbah Cair Ekstraksi Kitin dari Kulit Udang Produk Proses Kimiawi dan Biologis sebagai Imbuhan Pakan dan Implikasinya terhadap Pertumbuhan Ayam Broiler”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar pengaruh kondisi proses (dosis zat kimia atau mikroba dan lama proses pengolahan) pada setiap tahapan deproteinasi-demineralisasi terhadap nilai gizi produk limbah cair ekstraksi kitin dari limbah udang (protein dan mineral terlarut).

2. Berapa besar nilai pencernaan (bahan kering, protein kasar dan bahan organik) ransum yang mengandung produk limbah cair ekstraksi kitin dari limbah udang (imbuhan pakan) pada ransum ayam broiler.
3. Berapa besar respon ayam broiler yang diberi produk limbah cair ekstraksi kitin dari limbah udang (imbuhan pakan) terhadap performan (konsumsi ransum, penambahan berat badan dan konversi ransum).

1.3. Metode Penelitian

Percobaan dilakukan dalam tiga tahap dengan menggunakan metode eksperimental di laboratorium. Percobaan tahap pertama, menggunakan rancangan tersarang (3X3) yang diulang sebanyak 3 kali. Percobaan tahap kedua dan ketiga, menggunakan rancangan acak lengkap, terdiri atas 8 perlakuan dan diulang 4 kali. Peubah yang diamati pada tahap pertama yaitu: kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut produk limbah cair ekstraksi kitin dari limbah udang; tahap kedua yaitu: pencernaan bahan kering, protein kasar dan bahan organik produk terpilih dari pengolahan limbah udang; tahap ketiga yaitu: konsumsi ransum, penambahan berat badan dan konversi ransum ayam broiler. Hasil yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam (Uji F) dan perbedaan antar rata-rata perlakuan diuji dengan uji jarak berganda Duncan.

1.4. Lokasi dan Lama Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi Ternak Unggas, Non Ruminansia dan Industri Makanan Ternak, serta di kandang unggas, Fakultas Peternakan Universitas

Padjajaran, Jatinangor-Sumedang. Percobaan dilaksanakan selama lima bulan, yaitu dari Bulan Mei sampai dengan Oktober 2006.

II

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

2.1. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh kondisi proses (dosis zat kimia atau mikroba dan lama proses pengolahan) pada setiap tahapan deproteinasi-demineralisasi terhadap nilai gizi produk limbah cair ekstraksi kitin dari limbah udang (protein dan mineral terlarut).
2. Mengetahui kualitas produk limbah cair ekstraksi kitin dari limbah udang sebagai imbuhan pakan (*feed suplement*) dalam ransum ayam broiler melalui pengukuran nilai kecernaannya.
3. Mengetahui dan mendapatkan tingkat penggunaan produk imbuhan pakan (*feed suplement*) yang optimal terhadap performan ayam broiler (konsumsi ransum, penambahan berat badan dan konversi ransum).

2.2. Manfaat Penelitian

1. Meningkatkan nilai tambah limbah udang melalui proses ekstraksi kitin (secara kimiawi dan biologis), terutama pemanfaatan produk cairnya untuk dijadikan imbuhan pakan.
2. Kajian atau sentuhan teknologi agar limbah perikanan dapat dimanfaatkan sebagai pakan/imbuhan pakan.
3. Meletakkan landasan ilmiah dalam pengolahan limbah udang secara kimiawi dan biologis serta pemanfaatan produk cairannya sebagai imbuhan pakan untuk kepentingan nutrisi ternak, khususnya ayam broiler.

4. Meletakkan landasan ilmiah pemanfaatan mikroba dan zat kimia dalam pengolahan limbah udang untuk mendapatkan optimalisasi produk yang bisa digunakan sebagai imbuhan pakan pada ransum ayam broiler.
5. Mendukung kebijakan pemerintah dalam upaya menyediakan pakan yang berkualitas dan efisien, serta optimalisasi produk yang berwawasan lingkungan (ramah lingkungan).

III

TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA PEMIKIRAN

3.1. Limbah Udang

Limbah udang yang terdiri atas kulit dan kepala merupakan limbah industri dari pabrik pembekuan udang, limbah ini dapat mencapai 60 -70 % dari berat utuh. Kulit dan kepala udang mengandung kitin yang cukup besar dibandingkan dengan cangkang atau kulit krustacea lainnya. Persentase perbandingan kitin dalam kulit krustacea sebagaimana terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase Kandungan Kitin dalam Cangkang Krustacea.

Jenis krustacea	Kitin(%)....
Kepiting biru	14,9
Kepiting batu	18,1
Kepiting merah	27,6
Kepiting ladang	26,4
Rajungan	17,0
Udang	27,2

Sumber : Austin (1981).

Kulit dan kepala udang selain mengandung kitin juga mengandung protein dan mineral yang cukup tinggi, serta mengandung lemak dan pigmen yang terikat dengan kitin (Angka dan Suhartono, 2000). Protein dan kalsium karbonat (mineral) pada kulit dan kepala udang dapat didegradasi dengan pemberian garam dan basa, dan tersisa kitin yang berbentuk materi kaku dan berpori, yang relatif tahan terhadap perlakuan kimia dan infeksi

mikroba. Kandungan protein, kalsium karbonat dan kitin pada kulit dan kepala udang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kulit dan Kepala Udang Berdasarkan Proses Pengupasan

Sumber	Komposisi (% berat kering)		
	Protein	Khitin	Kalsium karbonat
Pengupasan tangan	27,2	57,4	15,3
Pengupasan mekanis	22,0	42,3	35,7

Sumber: Angka dan Suhartono (2000).

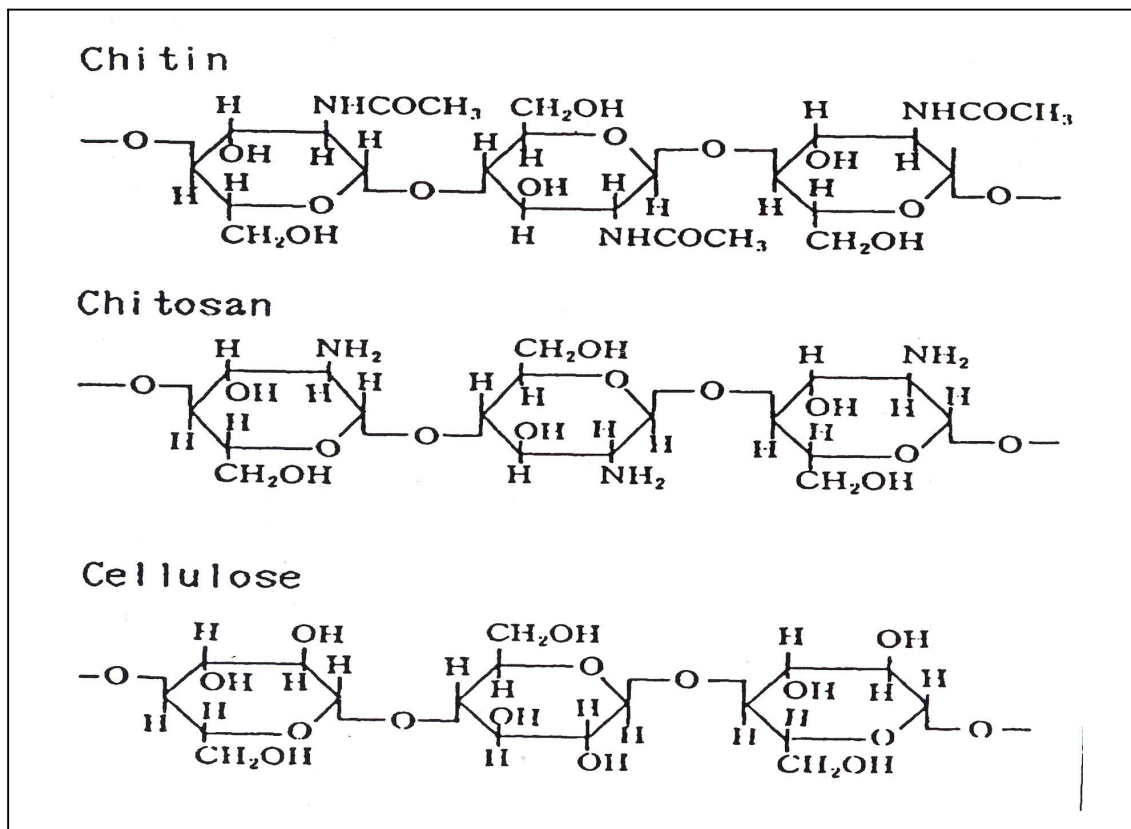
Pemanfaatan limbah cair hasil ekstraksi kitin dari limbah udang (cangkang, kerapas, dan kepala) merupakan alternatif penanganan dampak lingkungan, dan kemudian dapat dijadikan sebagai imbuhan pakan untuk ransum unggas, khususnya ayam broiler. Hal ini dikarenakan limbah udang akhir-akhir ini dijadikan sebagai bahan baku pada pembuatan kitin dan kitosan (sebagai bahan pengawet), dan dapat diproduksi secara komersial (Knorr, 1984).

3.2. Kitin

Kitin merupakan senyawa biopolimer berantai panjang dan tidak bercabang. Tiap rantai polimer pada umumnya terdiri dari 2000 hingga 5000 unit monomer N-asetil-D-Glukosamin (2-acetamido-2-deoksi-D-Glukosa) yang terputus melalui ikatan β (1-4) glukosa. Unit monomer kitin mempunyai rumus molekul $C_8H_{12}NO_5$ dengan kadar C, H, N dan O berturut-turut 47%, 6%, 7% dan 40% (Bastaman, 1989).

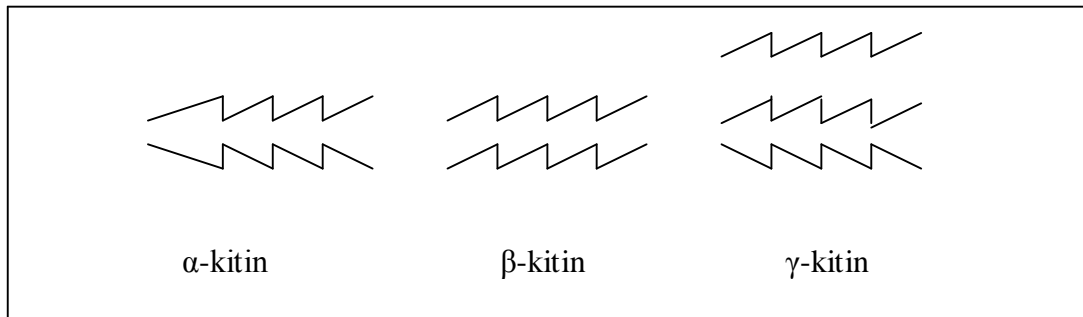
Struktur kitin dan kitosan sama dengan selulosa, dengan ikatan yang terjadi antara monomernya terangkai dengan glukosida pada posisi β (1-4). Perbedaan dengan selulosa adalah gugus hidroksil yang terikat pada atom karbon nomor dua, digantikan oleh gugus

asetamina (-NHCOCH₃) pada kitin sehingga kitin menjadi sebuah polimer berunit N-Asetil glukosamin sedangkan pada kitosan digantikan oleh gugus amin (NH₂). Struktur kimia kitin, kitosaan dan selulosa dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Kimia Kitin, Kitosaan dan Sellulosa (Muzzarelli dan Joles, 1999).

Kitin dapat dibedakan berdasarkan susunan rantai N-Asetil-Glukosamin yaitu α , β , γ , derajat deasetilasi, adanya ikatan silang seperti dengan protein dan glukan. Kitin dalam tubuh organisme terdapat dalam tiga bentuk kristal dan dibedakan atas susunan rantai molekul yang membangun kristalnya, yaitu α -kitin (rantai antipararel), β -kitin (rantai parael) dan γ -kitin (rantai campuran), dan ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bentuk α -khitin, β -khitin, dan γ -khitin (Angka dan Suhartono, 2000).

Menurut Stephen (1995), kitin merupakan makromolekul berbentuk padatan amorf atau kristal dengan panas spesifik $0,373 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$, berwarna putih, dan dapat terurai secara kimia dan hayati (*biodegradable*), terutama oleh bakteri penghasil enzim lisozim dan kitinase. Kitin bersifat tidak larut dalam air, asam anorganik encer, asam organik, alkali pekat dan pelarut organik tetapi larut dalam asam pekat seperti asam sulfat, asam nitrit, asam fosfat dan asam formiat anhidrous. Menurut Austin (1981), kitin yang larut dalam asam pekat dapat terdegradasi menjadi monomernya dan memutuskan gugus asetil.

3.3. Ekstraksi Kitin

Ekstraksi kitin dilakukan melalui dua tahapan proses yaitu degradasi protein (deproteinasi) dan degradasi kalsium karbonat (demineralisasi) dari limbah udang (Muzzarelli, 2000). Kedua proses tersebut dapat dilakukan secara kimia ataupun biologis (Lee and Tan, 2002).

Ekstraksi kitin secara kimiawi dilakukan melalui proses deproteinasi dengan menggunakan basa kuat, dan proses demineralisasi dengan menggunakan senyawa asam, baik asam kuat atau asam lemah (Bastaman, 1989). Ekstraksi kitin secara biologis dilakukan melalui proses deproteinasi menggunakan enzim protease baik yang

ditambahkan langsung atau enzim yang dihasilkan oleh mikroba selama proses kultivasi, dan proses demineralisasi dengan fermentasi asam (Lee and Tan, 2002).

3.4. Deproteinasi secara Kimiawi (Basa Kuat) dan Biologis (*Bacillus licheniformis*)

Limbah udang mengandung protein yang terikat pada kitin. Untuk mendegradasi protein dari ikatan kitin, dapat dilakukan melalui proses deproteinasi. Protein yang terdapat pada limbah udang dapat berikatan secara fisik dan kovalen. Protein yang terikat secara fisik dalam limbah udang dapat didegradasi dengan perlakuan fisik seperti pengecilan ukuran dan pencucian dengan air. Adapun protein yang terikat secara kovalen dapat didegradasi dengan perlakuan kimia yaitu pelarutan dalam larutan basa kuat atau dengan perlakuan biologis. (Austin, 1988 dan Lee and Tan, 2002).

Deproteinasi secara biologis dilakukan dengan menggunakan enzim protease. Enzim protease adalah enzim yang mampu menghidrolisis ikatan peptida dalam protein. Enzim protease dapat diperoleh dari metabolit sekunder mikroba hasil kultivasi bakteri *B. licheniformis* (Bisping dkk., 2005).

B. licheniformis merupakan bakteri gram positif, berbentuk batang dengan panjang antara 1,5 μm sampai 3 μm dan lebar antara 0,6 μm sampai 0,8 μm . Spora dari bakteri ini berbentuk batang silindris atau elips dan terdapat pada sentral atau para-sentral. Suhu maksimum pertumbuhannya adalah 50 – 55 $^{\circ}\text{C}$ dan suhu minimumnya 15 $^{\circ}\text{C}$ (Mao dkk., 1992).

B. licheniformis merupakan species bakteri yang mampu menghasilkan protease dalam jumlah yang relatif tinggi. Jenis protease yang dihasilkan oleh bakteri ini adalah enzim ekstraselular yang tergolong proteinase serin karena mengandung serin pada sisi

aktifnya. Enzim ini bekerja sebagai endopeptida (memutuskan ikatan peptida yang berada dalam rantai protein sehingga dihasilkan peptida dan polipeptida) (Rao dkk., 1998).

3.5. Demineralisasi secara Kimiawi (Asam Kuat) dan Biologis (*Aspergillus niger*)

Kulit udang mengandung mineral 30 – 50 % (berat kering), komposisi yang utama adalah kalsium karbonat dan kalsium fosfat, mineral tersebut dipisahkan terlebih dahulu sebelum ekstraksi kitin dilakukan. Komponen mineral dapat larutkan dengan penambahan asam encer seperti asam klorida, asam sulfat atau asam laktat (Bastaman, 1989).

Menurut Lee and Tan (2002), proses demineralisasi dapat dilakukan secara biologis yaitu melarutkan mineral yang terdapat dalam limbah udang dengan proses fermentasi asam. Asam yang dihasilkan dalam proses fermentasi akan bereaksi dengan kalsium karbonat sehingga terbentuk kalsium laktat. Salah satunya adalah dengan menggunakan kapang *Aspergillus niger*.

Aspergillus niger mempunyai ciri-ciri yang khas yaitu berupa benang tunggal disebut hipa, atau berupa kumpulan benang-benang padat menjadi satu yang disebut miselium, tidak mempunyai klorofil dan hidup heterotrop. Bersifat aerobik dan berkembang biak secara vegetatif dan generatif melalui pembelahan sel dan spora-spora yang dibentuk di dalam askus atau kotak spora (Raper dan Fennel, 1977). Kapang ini tumbuh baik pada suhu 32 – 33 °C. Kisaran pH yang dibutuhkan 2,8 sampai 8,8 dengan kelembaban 80 – 90%. *Aspergillus niger* penanganannya mudah dan banyak digunakan secara hidrolisis dalam produksi asam sitrat, asam glukonat dan beberapa enzim seperti amilase, pektinase, amiloglukosidase dan selulase (Frazier dan Weshoff, 1978).

Aspergillus niger merupakan spesies dari *Aspergillus* yang tidak menghasilkan *mycotoxin*, sehingga tidak membahayakan (i h, 1970). *Aspergillus niger* juga dapat menekan terbentuknya racun afatoksin yang dihasilkan oleh *Aspergillus parasiticus* (Banwart, 1989). Selanjutnya dilaporkan pula bahwa kapang tersebut menghasilkan beberapa enzim, seperti α -amilase, selulase, glukamilase, katalase, pektinase, lipase, dan β -galaktosidase.

Selulase merupakan nama umum untuk semua enzim yang dapat memutuskan ikatan glikosidik β -1,4 dalam selulosa, selodekstin, selobiosa dan turunan selulosa lainnya. Selulase tersebut berfungsi sebagai katalisator hidrolisa enzimatik selulosa menjadi glukosa, suatu senyawa dasar yang mempunyai nilai manfaat yang besar baik sebagai bahan dasar energi maupun sebagai bahan dasar pangan, seperti gula, sirup, *single cell protein*, etanol dan asam-asam organik (Ali dan Sastramihardja, 1983).

Selulosa merupakan polimer linier unit-unit D-glukosa yang bergabung dengan ikatan konfigurasi β -1,4 glikosida, hanya dapat dihidrolisis oleh enzim selulase. Salah satu molekul selulosa merupakan rangkaian pita panjang yang diikat oleh ikatan hidrogen yang kuat secara inter atau intra molekuler sehingga membentuk daerah-daerah kristalin dan amorf. Selulosa terdiri atas 15-14.000 unit molekul glukosa (Coughlan, 1989).

Selulase menurut Klyosov yang disitir oleh Ramadhanil (1994), merupakan enzim kompleks yang bersifat ekstraseluler dan terdiri atas tiga komponen, yaitu:

1. Komponen C₁ (ikatan β -1,4-glukan selobiohidrolase)

Enzim ini aktif menghidrolisa selulosa alami seperti pada kapas dan dihidro selulosa.

2. Komponen C_x (β -glukanase)

Enzim ini dapat merombak selulosa terlarut seperti CMC (Carboxy Methyl Cellulose) yang merupakan derivat selulosa. Komponen C_x dibagi lagi atas:

a. Endo β -1,4-glukanase

Enzim ini menyerang ikatan glikosida β -1,4 secara acak pada selulosa amorf dan CMC.

b. Ekso β -1,4-glukanase

Enzim ini berperan dalam memecah selulosa dari ujung rantai non pereduksi dan menghasilkan unit selobiosa.

3. Komponen β -1,4-glukosidase (selobiose)

Enzim ini mampu menghidrolisis selobiosa menjadi dua unit molekul glukosa.

Semua enzim di atas bersifat hidrolitik dan bekerja secara berturut-turut atau bersamaan (Coughlan, 1989). Selobiohidrolase adalah enzim yang mempunyai afinitas terhadap selulosa tingkat tinggi yang mampu memecah selulosa kristal, sedangkan endoglukanase bekerja pada selulosa amorf (Coughlan, 1989). Selobiohidrolase memecah selulosa melalui pemutusan ikatan hidrogen yang menyebabkan rantai-rantai glukosa mudah untuk di hidrolisis lebih lanjut. Hidrolisa selanjutnya diperoleh selobiosa dan akhirnya glukosa yang dilakukan oleh enzim β -glukanase dan β -glukosidase.

Menurut Norris dan Richmonds (1981) dalam Ramadhanil (1994), enzim yang dihasilkan mikroorganisme mempunyai kelebihan untuk dikembangkan, karena:

Mikroorganisme tumbuh sangat cepat dan mudah dikembangkan sehingga dapat digunakan dalam skala industri.

Substrat tumbuh mikroorganisme relatif tidak mahal, umumnya terdiri atas limbah industri pertanian.

Enzim yang dihasilkan mikroorganisme dapat diproduksi dalam jumlah yang tidak terbatas.

3.6. Deskripsi Ayam Broiler dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhannya

Ayam broiler merupakan salah satu jenis unggas penghasil daging yang unggul. Pertumbuhannya sangat cepat sejak usia satu minggu hingga lima minggu. Pada saat berusia tiga minggu tubuhnya sudah gempal dan padat, ayam broiler yang berumur enam minggu sudah sama besarnya dengan ayam kampung dewasa, dan bila dipelihara hingga berusia 8 minggu bobotnya dapat mencapai 2 kg (Rasyaf, 1995). Menurut North dan Bell (1990), broiler biasanya dipasarkan dengan berat hidup antara 4 - 4,5 pound atau pada saat umur 6 - 8 minggu. Tetapi di Indonesia ayam broiler umumnya dipasarkan pada umur 5 - 6 minggu pada bobot hidup antara 1,3 - 1,6 kg (Rasyaf, 1995).

Secara fisik ayam broiler biasanya mempunyai warna dominan putih, telah diseleksi untuk pertumbuhannya yang cepat, mempunyai karakteristik daging yang baik seperti bagian dada yang lebar, bentuk badan yang dalam, hasil daging yang banyak (Ensminger, 1992). Dalam kaitan ini efisiensi pertumbuhan biasanya diukur dari berat badan dewasa, konversi ransum dan umur yang dicapai pada berat yang diinginkan (North dan Bell, 1990; Ensminger, 1992).

Produktivitas ayam broiler dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain genetik, iklim, nutrisi dan faktor penyakit (Suherland, 1967). Keunggulan ayam broiler akan terbentuk bila didukung oleh lingkungan, karena sifat genetis saja tidak menjamin keunggulan tersebut dapat timbul. Ayam broiler akan nyaman hidup dan bereproduksi pada suhu lingkungan 18-21 °C. Namun kita ketahui bahwa suhu di Indonesia lebih panas sehingga

memungkinkan ayam mengurangi konsumsi ransum dan lebih banyak minum. Dengan demikian, faktor ransum menyangkut kualitas dan kuantitasnya sangat menentukan terhadap produktivitas ternak. Pertumbuhan yang cepat tidak akan timbul bila tidak didukung dengan ransum yang mengandung nutrisi yang lengkap dan seimbang (asam amino, asam lemak, mineral dan vitamin) sesuai dengan kebutuhan ayam. Bila faktor suhu dan ransum sudah teratasi maka faktor manajemen perlu diperhatikan pula. Ayam broiler perlu dipelihara dengan teknologi yang dianjurkan oleh pembibit untuk mendapatkan hasil sesuai yang diharapkan.

3.7. Organ dan Sistem Pencernaan Broiler

Tractus digestivus atau saluran alimenter dari semua hewan dapat dianggap sebagai tabung yang mulai dari mulut sampai anus dan fungsinya dalam pencernaan adalah mencerna dan mengabsorpsi makanan dan mengeluarkan sisa makanan sebagai tinja. Pada umumnya, bagian-bagian penting dari alat pencernaan adalah mulut, parinks, esophagus, lambung, usus halus dan usus besar. Makanan akan dicerna bergerak melalui mulut sepanjang saluran pencernaan oleh gelombang peristaltik yang disebabkan karena adanya kontraksi otot sirkuler di sekeliling saluran. Gelombang peristaltik menggerakkan bagian-bagian makanan sepanjang saluran pencernaan dan menyebabkan bercampurnya bagian-bagian tercerna bersentuhan dengan dinding saluran pencernaan dan bagian tersebut terabsorpsi melalui selaput lendir usus masuk ke dalam tubuh. Usus halus merupakan alat absorpsi yang utama pada ayam broiler, pertama-tama karena mempunyai villi, suatu bangunan seperti jari yang hanya dapat dilihat dengan mikroskop, karena bentuknya mempunyai daerah absorpsi yang luas. Tiap bentuk villi mengandung sebuah arteriole, sebuah venule dan sebuah lakteal, yaitu bagian dari sistem limfatika venula, yang

merupakan bagian dari sistem peredaran darah, yang langsung berhubungan menuju vena porta, sedangkan lakteal-lakteal akan menuju duktus limpatikus torasikus. Broiler juga mempunyai beberapa sekresi yang dimasukkan ke dalam saluran pencernaan dan banyak sekresi-sekresi tersebut mengandung enzim-enzim yang menunjang hidrolisis sebagai zat-zat makanan organik.

Pencernaan pada broiler umumnya mengikuti pola pencernaan pada ternak non ruminansia, tetapi terdapat beberapa perbedaan. Unggas tidak mempunyai gigi tetapi mempunyai paruh untuk melumatkan makanannya. Biasanya, unggas menimbun makanan yang dimakan dalam tembolok, suatu vertikulum (pelebaran) esophagus yang tak terdapat pada non ruminansia lain. Tembolok berfungsi sebagai penyimpanan makanan dan mungkin terdapat adanya aktivitas jasad renik yang ada di dalamnya, dan menghasilkan asam-asam organik. Oesophagus, seperti halnya ternak non ruminansia lain, berakhir pada lambung yang mempunyai banyak kelenjar dan di dalamnya terjadi reaksi-reaksi enzimatik. Namun makanan yang berasal dari lambung masuk ke dalam empela, yang tidak terdapat pada hewan non ruminansia lain. Empela mempunyai otot-otot kuat yang dapat berkontraksi secara teratur untuk menghancurkan makanan sampai menjadi bentuk pasta yang dapat masuk ke dalam usus halus. Biasanya empela mengandung grit (batu kecil dan pasir) yang membantu pelumatan biji-biji yang masih utuh. Setelah makanan masuk ke dalam usus halus, pencernaan seterusnya sama dengan pada hewan non ruminansia.

Usus besar unggas sangat pendek jika dibandingkan dengan pada hewan non ruminansia lain, terutama dibanding dengan babi, manusia dan rodensia. Bila kenyataan ini dihubungkan dengan jalannya makanan di kolon dan sekum, diketahui bahwa ada

aktivitas jasad renik dalam usus besar unggas tetapi sangat rendah jika dibanding dengan non ruminansia lain.

3.8. Lignin sebagai Indikator pada Pengukuran Nilai Kecernaan

Lignin sangat tahan terhadap setiap degradasi kimia, termasuk degradasi enzimatik. Kandungan lignin tanaman bertambah dengan bertambahnya umur tanaman, sehingga terdapat daya cerna yang semakin rendah dengan bertambahnya proses lignifikasi. Misalnya, hay dan jerami tua mengandung kadar lignin tinggi dibandingkan dengan tanaman muda.

Pada tanaman muda, lapisan matriks ini terdiri dari selulosa dan hemiselulosa, tetapi pada tanaman tua matriks dilapisi kemudian dengan lignin dan senyawa polisakarida lain. Lignin bukan suatu karbohidrat tetapi karena zat ini berhubungan erat dengan bagian-bagian serat kasar dalam satu analisis proksimat, maka dibicarakan bersama-sama dengan karbohidrat.

Teknik analisis untuk menghitung jumlah lignin secara alami empiris berbeda nyata dengan penilaian kandungan lignin tanaman. Metode analisis juga menghasilkan perbandingan daya cerna lignin yang semu diantara pakan dan bagian dari saluran pencernaan. Lignin digunakan sebagai indikator hanya bila ada bukti bahwa pemulihannya kembali dalam feses adalah tinggi.

Telah lama diketahui bahwa koefisien cerna tidak dapat dihitung dari total koefisien feses ternak yang merumput/digembalakan atau ternak yang dibatasi jika indikator yang tepat akan diidentifikasi. Kriteria dari indikator yang ideal adalah : 1) harus tidak dapat diabsorpsi. 2) harus tidak disamarkan oleh proses pencernaan. 3) harus secara fisik sama

atau bergabung dengan materi yang akan ditandai dan 4) metode estimasi dalam sampel digesta harus spesifik dan sensitif (Maynard dkk., 1979).

Indikator internal adalah yang paling akurat dan tepat khususnya untuk ternak yang merumput. Lignin biasanya dipandang sebagai bahan yang tidak dapat dicerna, karena kelihatannya tidak diketahui mikroorganisme anaerobik atau enzim mamalia untuk pemecahan lignin (Van Soest, 1982). Rumus perhitungan koefisien cerna (kecernaan) dengan menggunakan metode Schreider dan Flatt (1973) dan Rajhan (1980) adalah sebagai berikut:

$$\text{Koefisien cerna} = 100 - \left\{ 100 \frac{\% \text{ indikator dlm ransum}}{\% \text{ indikator dlm feses}} \times \frac{\% \text{ nutrisi dlm feses}}{\% \text{ nutrisi dlm ransum}} \right\}$$

3.9. Kerangka Pemikiran

Udang windu (*Penaeus monodon*) merupakan jenis hewan air dari kelas *crustacea* (binatang berkulit keras), *phylum arthropoda* (binatang berkaki ruas), bercangkang dan berenang dengan kelima pasang kaki. Seluruh tubuh udang windu terdiri dari ruas-ruas (segmen) yang terbungkus oleh kerangka luar (*exoskeleton*) yang terbuat dari bahan semacam zat tanduk (*khitin*) yang diperkeras oleh bahan kapur (kalsium karbonat), kecuali pada bagian sambungan ruas tubuh yang berdekatan sehingga udang ini dapat bergerak dengan leluasa dan lincah (Soetomo, 1990).

Meningkatnya produksi dan ekspor udang windu (*Penaeus monodon*), menyebabkan jumlah limbah semakin meningkat karena umumnya udang windu dijual dalam bentuk tanpa kepala atau dikupas. Pada pengelolaan udang beku, sisa udang yang

tidak digunakan mencapai 30-70% dari berat udang, limbah ini umumnya berupa kepala udang, kulit dan sejumlah kecil daging (Ilyas dan Suparno, 1985).

Limbah udang sering kali menimbulkan masalah lingkungan karena mudah busuk dan sangat berbau. Hal ini terutama karena limbah udang banyak mengandung senyawa organik, terutama protein sebesar 23-27% dan kepala udang merupakan tempat berkumpulnya enzim-enzim pemecah bahan organik serta bakteri pembusuk. Demikian pula kandungan senyawa-senyawa lain seperti kalsium karbonat sebesar 15-35% dan khitin sebesar 42-57% (Putro, 1982). Protein pada limbah udang diikat oleh kitin dengan ikatan kovalen yang membentuk senyawa kompleks dan stabil. Upaya untuk meningkatkan nilai manfaat dari limbah udang, maka dilakukan suatu proses pengolahan secara kimiawi dan biologis melalui tahapan deproteinasi dan demineralisasi.

Deproteinasi secara kimiawi bertujuan untuk mendegradasi protein dari ikatan kitin pada kulit udang dengan NaOH sebagai larutan pengestrak. Penelitian sebelumnya, Hong (1989), melakukan proses deproteinasi menggunakan larutan NaOH 3,5% selama 3 jam pada suhu 65 °C. Kondisi ini menghasilkan nilai kandungan nitrogen sebesar 6,86%. Peneliti lain, Suryani (2005), melakukan proses deproteinasi dengan menggunakan larutan NaOH 3,5% selama 2 jam.

Demineralisasi secara kimiawi, telah dilakukan oleh Hong (1989) dengan menggunakan larutan HCl 1 N selama 3 jam pada suhu kamar, menunjukkan keefektifan dalam menurunkan kadar abu. Selanjutnya Suryani (2005) melakukan proses demineralisasi dengan menggunakan larutan HCl 1,25 N selama 1 jam. Pada penelitian ini, proses demineralisasi menggunakan larutan H₂SO₄ sebagai larutan pengestrak disebabkan karena reaksi hidrolisis ion sulfat dalam proses demineralisasi membentuk

asam amino esensial yaitu metionin, sistein dan sistin (Svehla, 1990) yang sangat dibutuhkan oleh ternak unggas.

Deproteinasi dapat pula dilakukan secara biologis dengan menggunakan enzim protease. Enzim protease dapat diperoleh dari metabolit sekunder mikroba hasil kultivasi bakteri *Bacillus licheniformis* (Bisping dkk., 2005). Penggunaan bakteri *Bacillus licheniformis* mengakibatkan protein yang terdapat pada limbah udang terlepas dari ikatan kitin (Williams dan Shih, 1989). Penggunaan dosis *Bacillus licheniformis* pada proses fermentasi bulu ayam sebanyak 4 % selama 5 hari pada suhu 50 °C, menghasilkan kandungan protein terlarut paling tinggi (Marlina, 1999).

Setelah proses deproteinasi dilanjutkan dengan proses demineralisasi dengan kapang *Aspergillus niger*, bertujuan untuk melepaskan mineral dari ikatan kitin pada limbah udang. Kapang *Aspergillus niger* mempunyai kemampuan untuk menciptakan suasana asam, dimana kondisi tersebut dapat mendukung terjadinya proses demineralisasi. Keadaan asam dapat menyebabkan kalsium karbonat dan kalsium fosfat terlepas dari ikatan kitin. Penggunaan dosis *Aspergillus niger* pada fermentasi umbi garut sebanyak 2 % selama 72 jam menghasilkan komposisi gizi terbaik (Abun, 2004). Adapun penggunaan *Aspergillus niger* pada fermentasi dedak padi dengan dosis 1,4 % selama 3 hari menghasilkan kandungan kalsium dan fosfor yang tertinggi (Dwiana dkk., 2001).

Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kualitas produk pengolahan limbah udang melalui proses deproteinasi dan demineralisasi adalah tahapan proses, kondisi proses dari setiap tahapan yang meliputi lama waktu proses pengolahan, suhu, konsentrasi zat pengekstrak dan pH (Norman, 1988).

Potensi nilai gizi produk ekstraksi kitin dari limbah udang dapat ditentukan dengan jalan analisis kimia yang disebut analisis proksimat. Nilai sebenarnya ditunjukkan dari bagian yang hilang setelah bahan makanan dicerna, diserap dan dimetabolis (Schneider dan Flatt, 1973 dan Tillman dkk., 1991). Makin banyak zat makanan yang dapat diserap oleh tubuh ternak unggas, maka nilai pencernaan produk pengolahan makin tinggi. Hal ini merupakan suatu indikator tingginya kualitas dari produk pengolahan. Penggunaan produk ekstraksi kitin dari limbah udang (secara kimiawi atau biologis) pada ransum ayam broiler diharapkan dapat meningkatkan nilai pencernaan, yang pada gilirannya dapat meningkatkan performan yang lebih baik.

Selama ini bahan pakan yang biasa digunakan sebagai sumber protein hewani dalam susunan ransum unggas adalah tepung ikan. Kendala yang dihadapi adalah nilai input tepung ikan relatif tinggi karena produksi dalam negeri belum mampu memenuhi kebutuhan sehingga sebagian besar masih diimpor. Selain itu, tidak sedikit diperoleh dari pengalaman di lapangan adanya pemalsuan pada tepung ikan sehingga kualitas ransum menjadi rendah. Oleh karenanya, produk ekstraksi kitin dari limbah udang merupakan salah satu alternatif imbuhan pakan yang dapat ditambahkan pada ransum ayam broiler guna menunjang pertumbuhan.

IV

METODE PENELITIAN

4.1. Ruang Lingkup Percobaan

Percobaan dibagi kedalam tiga tahap, yaitu:

- a. Tahap pertama : Penentuan kandungan zat-zat makanan (protein dan mineral terlarut) limbah cair hasil ekstraksi kitin dari limbah udang secara kimiawi dan biologis.
- b. Tahap kedua : Penentuan nilai pencernaan (bahan kering, protein kasar dan bahan organik) ransum yang mengandung produk limbah cair hasil ekstraksi kitin (imbuhan pakan) pada ayam broiler.
- c. Tahap ketiga : Penentuan tingkat penggunaan produk imbuhan pakan dalam ransum ayam broiler.

4.2. Percobaan Tahap Pertama (Ekstraksi Kitin)

Percobaan tahap pertama yaitu untuk mendapatkan optimasi proses ekstraksi kitin dari limbah udang secara kimiawi dan biologis melalui proses deproteinasi – demineralisasi, dan penetapan kondisi proses pada setiap tahapan (dosis zat kimia atau mikroba dan lama proses pengolahan).

4.2.1. Bahan dan Alat Percobaan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain : NaOH, H₂SO₄, Isolat *B. licheniformis* dan *Aspegillus niger* yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Institut Teknologi Bandung. Adapun bahan baku utama adalah limbah udang windu yang terdiri atas kulit dan kepala, dan diperoleh dari pabrik pembekuan udang PT.

Wirontono Baru, Jakarta Utara. Bahan-bahan lain yang digunakan antara lain aquadest, glukosa, yeast ekstrak, NaCl, NaOH, buffer pH 4, 7 dan 10, bovin serum albumin, dan de Man Rogosa Sharpe (MRS) Broth.

Alat yang digunakan yaitu: stoples stainless, inkubator (autosshaker bath, termostat, heater, motor penggerak), autoclave, gelas piala, pembakar bunsen, cawan petri, cawan porselin, sentrifuse, corong, pH meter, spektrofotometer, tabung reaksi, , serta mesin giling.

4.2.2. Pelaksanaan Penelitian

a. Deproteinasi

Tahapan ini bertujuan untuk melarutkan protein semaksimal mungkin dari limbah udang windu. Variabel yang dioptimasi adalah dosis dan lama proses ekstraksi kitin dari limbah udang. Kondisi proses yang lain seperti suhu, sumber nutrisi untuk mikroba dan pH mengacu kepada metode Bisping dkk. (2005).

Prosedur percobaan tahap deproteinasi sebagai berikut :

1. Proses Kimiawi

Limbah udang windu dicuci kemudian ditambahkan larutan potassium hidroksida (NaOH) sebanyak 3%, 4% dan 5%, selanjutnya direbus selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam pada suhu 65 °C. Selama proses dilakukan pengadukan, selanjutnya dilakukan proses demineralisasi.

2. Proses Biologis

Pertama, menyiapkan inokulum dengan cara mengambil biakan murni bakteri *B. Licheniformis*, kemudian dibiakan dalam Erlenmeyer 125 ml yang berisi 50 ml Luria

broth steril dan ditetapkan pada pH 7 dengan menggunakan HCl 1N. Larutan broth yang telah dimasukkan bakteri tersebut kemudian diinkubasi dalam inkubator selama 48 jam pada suhu 50 °C.

Kedua, menyiapkan media fermentasi yang terdiri dari 0,5 % (b/v) ekstrak yeast, 0,5 % (b/v) KH_2PO_4 , 0,1 % (b/v) CaCl_2 , 0,5 % (b/v) NaCl dan 0,05% (b/v) MgSO_4 . Setelah itu memasukkan inokulum bakteri *B. licheniformis* pada media limbah udang windu dengan ukuran 0,5 -1 cm. Kemudian pH media fermentasi tersebut diatur pada pH 8.

Ketiga, melakukan fermentasi pada inkubator. Percobaan optimasi dilakukan dengan dosis inokulum *B. licheniformis* sebanyak 3%, 4% dan 5%, dan lama prosesnya 24 jam, 48 jam dan 72 jam, yang dilakukan pada suhu 50 °C. Selama proses dilakukan pengadukan, selanjutnya dilakukan proses demineralisasi.

b. Demineralisasi

Tahapan ini bertujuan untuk mendapatkan mineral terlarut sebanyak mungkin dari limbah udang yang sebelumnya telah dideproteinasi. Variabel yang dioptimasi adalah dosis dan lama proses ekstraksi kitin dari limbah udang. Kondisi proses yang lain seperti suhu, sumber nutrisi untuk mikroba dan pH mengacu kepada metode Herwanto (2005).

Prosedur percobaan tahap demineralisasi sebagai berikut :

1. Proses Kimiawi

Produk deproteinasi, ditambahkan larutan asam sulfat (H_2SO_4) sebanyak 1%, 2% dan 3%, selanjutnya direbus selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam pada suhu 45 °C. Selama proses dilakukan pengadukan, selanjutnya dilakukan pemisahan antara produk

padatan dan cairannya dengan cara penyaringan. Produk cair (limbah cair) diukur kandungan protein dan mineral terlarutnya (kalsium dan fosfor). Selanjutnya dilakukan kristalisasi terhadap produk cair melalui proses glatinisasi dengan menambahkan tepung tapioka sebanyak 40%, kemudian dipanaskan pada suhu 65 °C selama 1 jam, diendapkan dan padatnya dikeringkan untuk dijadikan imbuhan pakan.

2. Proses Biologis

Pertama, menyiapkan inokulum dengan mengambil biakan murni kapang *Aspergillus niger*, kemudian dibiakan dalam Erlenmeyer 125 ml yang berisi 50 ml Luria broth steril dan ditetapkan pada pH 7 dengan menggunakan HCl 1N. Larutan broth yang telah dimasukkan kapang tersebut kemudian diinkubasi dalam inkubator selama 48 jam pada suhu 35 °C.

Kedua, menyiapkan media fermentasi yang terdiri dari 0,5 % (b/v) ekstrak yeast, 0,5% (b/v) NH₄NO₃; 0,05% (b/v) KCl; 0,05% (b/v) MgSO₄.7H₂O; 0,01% (b/v) FeSO₄.7H₂O dan 0,001% (b/v) CuSO₄.5H₂O. Setelah itu memasukkan inokulum *Aspergillus niger* pada media limbah udang windu dengan ukuran 0,5 -1 cm.

Ketiga, melakukan fermentasi pada inkubator terhadap produk yang telah dideproteinasi. Percobaan optimasi dilakukan pada dosis inokulum *Aspergillus niger* sebanyak 1%, 2% dan 3%, dan lama prosesnya 24 jam, 48 jam dan 72 jam, pada suhu 35 °C. Selama proses dilakukan pengadukan, selanjutnya dilakukan pemisahan antara produk padatan dan cairannya dengan cara penyaringan. Selanjutnya ditentukan titik optimum yaitu kombinasi variabel yang menghasilkan kandungan protein dan mineral terlarut yang optimal. Pengukuran kandungan protein dan mineral terlarut dengan menggunakan spektrofotometer. Produk terpilih,

selanjutnya dilakukan kristalisasi melalui proses gelatinisasi dengan menambahkan tepung tapioka sebanyak 40%, kemudian dipanaskan pada suhu 65 °C selama 1 jam, diendapkan dan padatnya dikeringkan untuk dijadikan imbuhan pakan.

4.2.3. Rancangan Percobaan

Percobaan tahap pertama dilakukan secara eksperimental di laboratorium dengan menggunakan rancangan Tersarang (Adji, 2000) sebanyak (3X3) perlakuan dan masing-masing diulang sebanyak 3 kali. Perlakuan terdiri dari faktor A, yaitu dosis zat kimia atau mikroba (D₁, D₂ dan D₃), dan faktor B, yaitu waktu proses kimiawi atau biologis (W₁, W₂ dan W₃). Faktor B (waktu) tersarang pada faktor A (dosis). Peubah yang diamati adalah kandungan protein dan mineral (kalsium dan fosfor) terlarut produk cair ekstraksi kitin dari limbah udang windu. Adapun model matematikanya adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_{j(i)} + \epsilon_{ij(k)}$$

Keterangan :

Y_{ijk} = respon hasil pengamatan pada satuan percobaan ke-k akibat dosis ke-i dalam waktu ke-j

μ = Nilai tengah umum

A_i = Pengaruh dosis (D) taraf ke-i dari faktor A

$B_{j(i)}$ = Pengaruh waktu (W) ke-j yang tersarang pada faktor A (dosis) ke-i

$\epsilon_{ij(k)}$ = Pengaruh komponen galat dari satuan percobaan ke-k yang memperoleh perlakuan kombinasi (AB) ij

i = perlakuan ke-i (1,2,3)

j = Perlakuan ke-j (1,2,3)

k = ulangan (1,2,3)

Tab3. Kombinasi Perlakuan

Dosis	D ₁			D ₂			D ₃		
Waktu	W ₁	W ₂	W ₃	W ₁	W ₂	W ₃	W ₁	W ₂	W ₃
Ulangan	D1W1; D1W2;			D2W1; D2W2;			D3W1; D3W2;		

1	D1W3	D2W3	D3W3
Ulangan 2	D1W1; D1W2; D1W3	D2W1; D2W2; D2W3	D3W1; D3W2; D3W3
Ulangan 3	D1W1; D1W2; D1W3	D2W1; D2W2; D2W3	D3W1; D3W2; D3W3

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisis sidik ragam, dan perbedaan antar perlakuan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (Steel dan Torries, 1995).

4.3. Percobaan Tahap Kedua (Penentuan Nilai Kecernaan)

Hasil percobaan terpilih pada tahap pertama, selanjutnya dijadikan imbuhan pakan. Imbuhan pakan ditambahkan ke dalam ransum, dan diukur nilai kecernaannya untuk menentukan kualitas produk imbuhan pakan (proses kimiawi dan biologis) pada ayam broiler.

4.3.1. Alat dan Bahan Percobaan

Ternak Percobaan

Ternak yang digunakan dalam percobaan ini adalah ayam broiler *final stock strain Cobb*. Jumlah ayam yang digunakan sebanyak 32 ekor yang berumur 7 minggu dengan berat badan rata-rata 1.850 gram dan koefisien variasinya sebesar 3,90 %. Ayam dikelompokkan ke dalam 32 kandang individu secara acak tanpa pemisahan jenis kelamin, dan setiap kandang terdiri atas satu ekor ayam.

Kandang dan Perlengkapannya

Kandang yang digunakan adalah kandang individu yang berukuran 35 x 20 x 35 cm dan setiap petak kandang dilengkapi dengan tempat pakan dan air minum. Pada bagian alas kandang dipasang baki plastik untuk memudahkan penampungan ekskreta.

Ransum Perlakuan

1. R_0 = Ransum kontrol, ransum yang tidak mengandung produk imbuhan pakan dengan kandungan protein 20% dan energi 3000 kkal/kg.
2. R_1 = 99% R_0 + 1% produk imbuhan pakan proses kimiawi.
3. R_2 = 98% R_0 + 2% produk imbuhan pakan proses kimiawi.
4. R_3 = 97% R_0 + 3% produk imbuhan pakan proses kimiawi.
5. R_4 = 99% R_0 + 1% produk imbuhan pakan proses biologis.
6. R_5 = 98% R_0 + 2% produk imbuhan pakan proses biologis.
7. R_6 = 97% R_0 + 3% produk imbuhan pakan proses biologis.
8. R_S = Ransum standar, ransum yang tidak mengandung produk imbuhan pakan dengan kandungan protein 22% dan energi 3000 kkal/kg.

Bahan pakan penyusun ransum terdiri atas: jagung kuning, dedak halus, bungkil kedele, bungkil kelapa, tepung ikan, CaCO_3 , minyak kelapa, premix, imbuhan pakan proses kimiawi dan imbuhan pakan proses biologis. Kandungan zat-zat makanan dan energi metabolis bahan pakan penyusun ransum dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan Zat-zat Makanan dan Energi Metabolis Bahan Pakan Penyusun Ransum.

B. Pakan	PK	LK	SK	Ca	P	EM	Lys	Met	Sis
 (%) (kkal/kg)(%).....			
Jagung	8,60	3,90	2,00	0,02	0,10	3370	0,20	0,18	0,18
Dedak	12,00	13,00	12,00	0,12	0,20	1630	0,77	0,29	0,40
B. kedele	45,00	0,90	6,00	0,32	0,29	2240	2,90	0,65	0,67
B. kelapa	21,00	1,80	15,00	0,20	0,20	1540	0,64	0,29	0,30
T. ikan	60,00	9,00	1,00	5,50	2,80	3080	5,00	1,80	0,94
DCP	0,00	0,00	0,00	22,00	19,00	0	0,00	0,00	0,00
CaCO ₃	0,00	0,00	0,00	38,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00
M. kelapa	0,00	100	0,00	0,00	0,00	8600	0,00	0,00	0,00
Premix	0,00	0,00	0,00	10,00	5,00	0	0,30	0,30	0,10
I.P.Kimiawi ¹⁾	21,82	6,44	2,98	5,50	1,03	3231	1,93	0,78	0,32
I.P.Biologis ¹⁾	33,08	6,08	2,67	6,79	1,37	3294	2,02	0,82	0,33

Sumber: Scott (1982)

¹⁾ Laboratorium Nutrisi Ternak Ruminansia dan Kimia Makanan Ternak, Fapet, Unpad (2006).

Ransum kontrol dan ransum standar disusun berdasarkan rekomendasi NRC (1984).

Kandungan protein dan energi untuk ransum kontrol adalah 20% dan 3000 kkal/kg, dan ransum standar adalah 22% dan 3000 kkal/kg. Adapun ransum perlakuan adalah penambahan imbuhan pakan produk proses kimiawi dan biologis masing-masing sebesar 1%, 2% dan 3%. Susunan ransum standar, ransum kontrol dan ransum perlakuan disajikan pada Tabel 5, serta kandungan zat-zat makanan dan energi metabolisnya ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 5. Susunan Ransum Standar, Ransum Kontrol dan Ransum Percobaan pada Masing-masing Perlakuan.

Bahan Pakan	Ransum Perlakuan							
	R _S	R ₀	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆
(%)......							
Jagung	58,00	62,00	61,38	60,76	60,14	61,38	60,76	60,14
Dedak	3,50	3,00	2,97	2,94	2,91	2,97	2,94	2,91
B. kedele	19,00	19,00	18,81	18,62	18,43	18,81	18,62	18,43
B. kelapa	4,00	4,50	4,46	4,41	4,37	4,46	4,41	4,37
T. ikan	12,00	8,00	7,92	7,84	7,76	7,92	7,84	7,76
DCP	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,99	0,98	0,97
CaCO ₃	0,50	0,50	0,50	0,49	0,49	0,50	0,49	0,49
M. kelapa	1,50	1,50	1,49	1,47	1,46	1,49	1,47	1,46
Premix	0,50	0,50	0,50	0,49	0,49	0,50	0,49	0,49
I.P.Kimiawi	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	0,00	0,00	0,00
I.P.Biologis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00
Jumlah	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabel 6. Kandungan Zat-zat Makanan dan Energi Metabolis Ransum Standar, Ransum Kontrol dan Ransum Percobaan pada Masing-masing Perlakuan.

Zat makanan	Ransum Perlakuan							
	R _S	R ₀	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆
Protein kasar (%)	22,03	20,00	20,02	20,04	20,06	20,13	20,27	20,40
Lemak kasar (%)	5,44	5,33	5,34	5,35	5,36	5,33	5,34	5,35
Serat kasar (%)	3,41	3,55	3,54	3,53	3,53	3,54	3,53	3,52
Kalsium (%)	1,20	0,99	1,03	1,08	1,12	1,04	1,10	1,16
Fosfor (%)	0,68	0,57	0,58	0,58	0,59	0,58	0,59	0,60
Lysin (%)	1,32	1,13	1,14	1,15	1,16	1,14	1,15	1,16
Metionin (%)	0,47	0,40	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,42
Met + Systin (%)	0,84	0,74	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,76
EM (kkal/kg)	3006	3000	3002	3005	3007	3003	3006	3009

4.3.2. Prosedur Percobaan

Ayam broiler umur 7 minggu dengan berat badan rata-rata 1.850 gram, ditempatkan ke dalam kandang individu, kemudian dipuasakan selama 36 jam dengan maksud untuk menghilangkan sisa ransum sebelumnya dari alat pencernaan. Pemberian ransum secara *force-feeding*, dilakukan dalam bentuk pasta yang dimasukkan ke dalam oesophagus ayam sebanyak 150 gram per ekor. Air minum diberikan secara ad libitum. Untuk mendapatkan sampel feses mengikuti metode Sklan dan Hurwitz (1980) yang disitir oleh Wiradisastra dkk. (1986). Percobaan ini menggunakan indikator internal (lignin).

Setelah ayam dipuasakan, dengan alat suntik (sprit yang dimodifikasi) ransum perlakuan dimasukkan ke dalam oesophagus sebanyak 150 gram per ekor. Setelah 14 jam, ayam disembelih dan usus besarnya dikeluarkan untuk mendapatkan sampel feses. Sampel feses kemudian dikeringkan dan seterusnya dianalisis kandungan bahan kering, bahan organik dan protein kasar, sedangkan indikatornya (lignin ransum dan feses) dianalisis dengan metode Van Soest (1979).

4.3.3. Peubah yang Diamati

- a. Kandungan bahan kering ransum (%)
- b. Kandungan protein kasar ransum (%)
- c. Kandungan bahan organik ransum (%)
- d. Kandungan lignin ransum (%)
- e. Kandungan bahan kering feses (%)
- f. Kandungan protein kasar feses (%)
- g. Kandungan bahan organik feses (%)

h. Kandungan lignin feses (%)

4.3.4. Perhitungan Kecernaan Zat-zat Makanan

Berdasarkan data yang terkumpul dari tahap-tahap di atas dilakukan perhitungan bahan kering ransum dapat dicerna, protein kasar ransum dapat dicerna dan bahan organik ransum dapat dicerna yang diperoleh dengan menggunakan persamaan dari Schneider dan Flatt (1973) dan Ranjhan (1980), yaitu sebagai berikut:

$$\text{Kecernaan} = 100\% - 100 \left\{ \frac{\% \text{ indikator dlm ransum}}{\% \text{ indikator dlm feses}} \times \frac{\% \text{ nutrien dlm feses}}{\% \text{ nutrien dlm ransum}} \right\}$$

4.3.5. Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan secara eksperimental di laboratorium, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 8 macam perlakuan ransum dan masing-masing diulang sebanyak 4 kali. Model matematika yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} = Respon hasil pengamatan

μ = Rataan umum

α_{ij} = Pengaruh perlakuan ke-i

ε_{ij} = Pengaruh pengacakan

i = (1,2,3,4,5,6,7,8)

j = (1,2,3,4)

Perbedaan antar rata-rata perlakuan, dilakukan uji lanjut dengan menggunakan Uji

Jarak Berganda Duncan, dengan rumus sebagai berikut:

$$S_x = \sqrt{\frac{KTg}{r}}$$

$$LSR = SSR \times S_x$$

Keterangan:

S_x = Standard error

KTg = Kuadrat tengah galat

LSR = Least significant range

SSR = Studentized significant range

Kaidah keputusan:

$$\text{Bila } d \begin{cases} \leq LSR, \text{ tidak berbeda nyata (terima } H_0) \\ > LSR, \text{ berbeda nyata (tolak } H_0) \end{cases}$$

4.4. Percobaan Tahap Ketiga (Percobaan Ransum/*Feeding Trial*)

Percobaan tahap ketiga adalah untuk mendapatkan tingkat penggunaan produk imbuhan pakan (proses kimiawi dan biologis) yang optimal dalam ransum ayam broiler. Produk imbuhan pakan ditambahkan ke dalam ransum kontrol untuk melihat efisiensinya melalui pengukuran terhadap performan (konsumsi ransum, penambahan berat badan dan konversi ransum).

4.4.1. Bahan dan Alat

- a. Ayam. Ayam yang digunakan adalah ayam broiler umur 1 hari (DOC) strain *Cobb* sejumlah 160 ekor tanpa pemisah jenis kelamin.

- b. Kandang dan perlengkapannya. Petak kandang yang digunakan berukuran 0,80 m X 0,70 m X 0,75 m, untuk setiap 5 ekor ayam, berjumlah sebanyak 32 unit.
- c. Ransum. Ransum yang dibuat terdiri atas ransum kontrol (protein 20% dan energi metabolis 3000 kkal/kg) dan ransum dengan penambahan produk imbuhan pakan proses kimiawi dan biologis, serta ransum standar (protein 22% dan energi metabolis 3000 kkal/kg). Susunan ransum perlakuan terdiri atas:

1. R_0 = Ransum kontrol, yaitu ransum yang tidak mengandung produk imbuhan pakan dengan kandungan protein 20% dan energi 3000 kkal/kg.
2. R_1 = 99% R_0 + 1% produk imbuhan pakan proses kimiawi.
3. R_2 = 98% R_0 + 2% produk imbuhan pakan proses kimiawi.
4. R_3 = 97% R_0 + 3% produk imbuhan pakan proses kimiawi.
5. R_4 = 99% R_0 + 1% produk imbuhan pakan proses biologis.
6. R_5 = 98% R_0 + 2% produk imbuhan pakan proses biologis.
7. R_6 = 97% R_0 + 3% produk imbuhan pakan proses biologis.
8. R_8 = Ransum standar, yaitu ransum yang tidak mengandung produk imbuhan pakan dengan kandungan protein 22% dan energi 3000 kkal/kg.

Bahan pakan penyusun ransum terdiri atas: jagung kuning, dedak halus, bungkil kedele, bungkil kelapa, tepung ikan, decalsium phosphat, $CaCO_3$, minyak kelapa, premix, imbuhan pakan proses kimiawi dan imbuhan pakan proses biologis.

Kandungan zat-zat makanan dan energi metabolis bahan pakan penyusun ransum dapat dilihat pada Tabel 4.

Ransum kontrol dan ransum standar disusun berdasarkan rekomendasi NRC (1984). Kandungan protein dan energi untuk ransum kontrol adalah 20% dan 3000 kkal/kg, dan ransum standar adalah 22% dan 3000 kkal/kg. Adapun ransum perlakuan adalah penambahan imbuhan pakan produk proses kimiawi dan biologis masing-masing sebesar 1%, 2% dan 3%. Susunan ransum standar, ransum kontrol dan ransum

perlakuan dapat dilihat pada Tabel 5, serta kandungan zat-zat makanan dan energi metabolisnya dapat dilihat pada Tabel 6.

4.4.2. Metode Penelitian

Percobaan dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 8 perlakuan ransum, dan masing-masing diulang 4 kali, dan setiap unit percobaan terdiri atas 5 ekor ayam broiler. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam. Perbedaan antar rata-rata perlakuan diuji dengan Uji Jarak Berganda Duncan.

4.4.3. Peubah yang Diamati

- a. Konsumsi ransum (g).

Konsumsi ransum adalah angka yang menunjukkan rata-rata jumlah ransum yang dapat dikonsumsi seekor ayam selama penelitian (35 hari).

- b. Pertambahan berat badan (g).

Pertambahan bobot badan diperoleh dari selisih bobot badan akhir dikurangi bobot badan awal. Rumus yang digunakan oleh Brody, (1945) yang disitir Rusdi (1992) yaitu sebagai berikut:

$$\text{Laju pertumbuhan rata-rata} = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1}$$

W_1 = Berat awal dalam gram

W_2 = Berat akhir dalam gram

t_1 = waktu pengamatan awal

t_2 = waktu pengamatan akhir

- c. Konversi ransum.

Konversi ransum dihitung berdasarkan perbandingan antara rata-rata konsumsi ransum dengan rata-rata pertambahan bobot badan selama lima minggu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Protein dan Mineral Terlarut

Pengolahan limbah udang untuk imbuhan pakan dapat dilakukan secara mekanis, kimiawi, ataupun biologis. Tujuan pengolahan diantaranya adalah untuk mengekstraksi zat tertentu, mencegah pembusukan, meningkatkan palatabilitas dan nilai kecernaan, yang pada gilirannya dapat meningkatkan produktivitas ternak. Oleh sebab itu dilakukan pengolahan pada limbah udang melalui ekstraksi kitin, dan produknya dijadikan untuk imbuhan pakan.

Pada percobaan ini, dilakukan pengolahan limbah udang secara kimiawi dan biologis melalui pengukuran terhadap kandungan protein dan mineral (kalsium dan fosfor) terlarut dengan perlakuan tingkat dosis dan waktu dalam dosis.

5.1.1. Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Protein dan Mineral Terlarut Produk Proses Kimiawi

Rataan kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut produk proses kimiawi ekstraksi kitin dari limbah udang melalui tahapan deproteinasi-demineralisasi pada setiap perlakuan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rataan Kandungan Protein, Kalsium dan Fosfor Terlarut Produk Proses Kimiawi pada Masing-masing Perlakuan.

Perlakuan	Peubah yang diamati		
	Protein terlarut	Kalsium terlarut	Fosfor terlarut
(%)......		
D ₁ W ₁	16,19	5,08	0,06
D ₁ W ₂	22,69	5,12	0,08
D ₁ W ₃	21,38	6,12	0,85
D ₂ W ₁	19,09	5,09	0,25
D ₂ W ₂	24,52	5,43	0,43
D ₂ W ₃	24,39	6,14	1,05
D ₃ W ₁	18,01	5,11	0,34
D ₃ W ₂	24,24	6,11	0,70
D ₃ W ₃	23,49	6,17	1,14

Tabel 7 menunjukkan adanya perbedaan nilai kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut produk proses kimiawi ekstraksi kitin dari limbah udang. Kandungan protein terlarut tertinggi diperoleh pada perlakuan D₂W₂ yaitu sebesar 24,52%, kandungan kalsium terlarut tertinggi diperoleh pada perlakuan D₃W₃ yaitu sebesar 6,17% dan kandungan fosfor terlarut tertinggi diperoleh pada perlakuan D₃W₃ yaitu sebesar 1,14%. Adapun kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut terendah yaitu pada perlakuan D₁W₁, berturut-turut sebesar 16,19%, 5,08% dan 0,06%. Uji statistik melalui Sidik Ragam dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut produk proses kimiawi ekstraksi kitin dari limbah udang.

Hasil analisis Sidik Ragam menunjukkan bahwa berbagai dosis dan waktu dalam dosis, berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut produk proses kimiawi ekstraksi kitin dari limbah udang. Untuk mengetahui berapa besar

perbedaan pengaruh antar perlakuan terhadap kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut, dilakukan Uji Jarak Berganda Duncan yang hasilnya dapat ditelaah pada Tabel 8.

Tabel 8. Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Dosis terhadap Kandungan Protein, Kalsium dan Fosfor Terlarut Produk Proses Kimiawi.

Perlakuan	Peubah yang diamati		
	Protein terlarut	Kalsium terlarut	Fosfor terlarut
(%).....		
D ₁ (NaOH 3% + H ₂ SO ₄ 1%)	20,09 ^A	5,44 ^A	0,33 ^A
D ₂ (NaOH 4% + H ₂ SO ₄ 2%)	22,67 ^B	5,55 ^B	0,57 ^B
D ₃ (NaOH 5% + H ₂ SO ₄ 3%)	21,91 ^B	5,80 ^C	0,73 ^C

Tabel 8 memperlihatkan bahwa protein terlarut pada perlakuan D₂ dan D₃ tidak berbeda nyata ($P > 0,05$), namun keduanya nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibanding dengan perlakuan D₁. Kandungan kalsium dan fosfor terlarut pada perlakuan D₃ nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibanding dengan perlakuan D₂ maupun D₁, begitu pula perlakuan D₂ nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibanding dengan perlakuan D₁.

Perlakuan D₃ menghasilkan kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan D₁ dan D₂ (kecuali pada protein, D₃ sama dengan D₂), hal ini disebabkan karena perlakuan D₃ menggunakan dosis zat kimia yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan D₁ dan D₂. Sesuai dengan pendapat Whittenbury dkk. (1967); Johnson dan Peterson (1974) yang menyatakan bahwa perlakuan kimia seperti asam atau basa dengan dosis yang lebih tinggi disertai dengan proses/waktu yang lebih lama dapat melepaskan atau merenggangkan ikatan protein dan mineral dengan kitin serta bahan organik lainnya pada kulit udang. Lebih lanjut Lehninger (1975); Fennema (1985), menyatakan bahwa kelarutan protein dan mineral pada suasana

basa lebih besar dibandingkan pada suasana asam disebabkan karena larutan basa seperti NaOH mempunyai aksi hidrolisis yang lebih tinggi.

Selanjutnya, untuk mengetahui berapa besar pengaruh waktu dalam dosis terhadap kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut, dilakukan uji Duncan yang hasilnya disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Waktu dalam Dosis terhadap Kandungan Protein, Kalsium dan Fosfor Terlarut Produk Proses Kimiawi.

Perlakuan	Peubah yang diamati		
	Protein terlarut	Kalsium terlarut	Fosfor terlarut
(%).....		
D ₃ W ₁ (NaOH 5%, 1 jam + H ₂ SO ₄ 3%, 1 jam)	18,01 ^A	5,11 ^A	0,34 ^A
D ₃ W ₂ (NaOH 5%, 2 jam + H ₂ SO ₄ 3%, 2 jam)	24,24 ^B	6,11 ^B	0,70 ^B
D ₃ W ₃ (NaOH 5%, 3 jam + H ₂ SO ₄ 3%, 3 jam)	23,49 ^B	6,17 ^B	1,14 ^C

Tabel 9 memperlihatkan bahwa protein dan kalsium terlarut pada perlakuan W₂ dan W₃ tidak berbeda nyata ($P > 0,05$), namun keduanya nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibanding dengan perlakuan W₁. Kandungan fosfor terlarut pada perlakuan W₃ nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibanding dengan perlakuan W₂ maupun W₁, begitu pula perlakuan W₂ nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibanding dengan perlakuan W₁.

Perlakuan D₃W₂ dan D₃W₃ menghasilkan kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan D₃W₁, hal ini disebabkan karena perlakuan D₃W₂ dan D₃W₃ menggunakan waktu proses pengolahan yang lebih lama dibandingkan dengan perlakuan D₃W₁.

Data yang diperoleh dari hasil penelitian sesuai dengan pendapat Bastaman (1989); Chatelet dkk. (1991); Pomeranz (1991) yang menyatakan bahwa deproteinasi dan demineralisasi pada proses ekstraksi kitin dipengaruhi oleh konsentrasi larutan, suhu dan lama waktu reaksi. Kandungan protein dan mineral akan semakin banyak yang terlepas selama proses ekstraksi kitin berlangsung sejalan dengan meningkatnya waktu, dosis dan konsentrasi basa dan asam yang digunakan (Benjakul dan Sophanodora, 1993). Namun menurut Winarno (1997), pemanasan dalam waktu yang cukup lama dapat menyebabkan denaturasi protein sehingga protein terlarut dapat berkurang, begitu pula sebaliknya, waktu pemanasan yang lebih singkat menghasilkan kandungan protein terlarut yang rendah karena protein belum terlarut secara menyeluruh.

Perlakuan D₃W₂ (dosis NaOH sebanyak 5% selama 2 jam, dan dosis H₂SO₄ sebanyak 3% selama 2 jam) menghasilkan kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut yang optimal pada ekstraksi kitin dari limbah udang secara kimiawi melalui tahapan proses deproteinasi-demineralisasi.

5.1.2. Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Protein dan Mineral Terlarut Produk Proses Biologis.

Rataan kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut produk proses biologis ekstraksi kitin dari limbah udang melalui tahapan deproteinasi-demineralisasi pada setiap perlakuan disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Rataan Kandungan Protein, Kalsium dan Fosfor Terlarut Produk Proses Biologis pada Masing-masing Perlakuan.

Perlakuan	Peubah yang diamati		
	Protein terlarut	Kalsium terlarut	Fosfor terlarut
(%).		

D ₁ W ₁	17,77	6,63	1,13
D ₁ W ₂	22,12	6,00	1,20
D ₁ W ₃	21,93	5,99	1,27
D ₂ W ₁	22,82	6,36	1,38
D ₂ W ₂	36,76	7,54	1,52
D ₂ W ₃	35,62	7,20	1,54
D ₃ W ₁	24,85	6,84	1,45
D ₃ W ₂	34,83	7,78	1,53
D ₃ W ₃	37,40	7,63	1,54

Tabel 10 menunjukkan adanya perbedaan nilai kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut produk proses biologis ekstraksi kitin dari limbah udang. Kandungan protein terlarut tertinggi diperoleh pada perlakuan D₃W₃ yaitu sebesar 37,40%, kandungan kalsium terlarut tertinggi diperoleh pada perlakuan D₃W₂ yaitu sebesar 7,78% dan kandungan fosfor terlarut tertinggi diperoleh pada perlakuan D₂W₃ dan D₃W₃ yaitu sebesar 1,54%. Adapun kandungan protein terlarut terendah diperoleh pada perlakuan D₁W₁ yaitu sebesar 17,77%, kandungan kalsium terlarut terendah diperoleh pada perlakuan D₁W₃ yaitu sebesar 5,99% dan kandungan fosfor terlarut terendah diperoleh pada perlakuan D₁W₁ yaitu sebesar 1,13%. Uji statistik melalui Sidik Ragam dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut produk proses biologis ekstraksi kitin dari limbah udang.

Hasil analisis Sidik Ragam menunjukkan bahwa berbagai dosis dan waktu dalam dosis, berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut produk proses biologis ekstraksi kitin dari limbah udang. Untuk mengetahui berapa besar perbedaan pengaruh antar perlakuan terhadap kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut, dilakukan Uji Jarak Berganda Duncan yang hasilnya dapat ditelaah pada Tabel 11.

Tabel 11. Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Dosis terhadap Kandungan Protein, Kalsium dan Fosfor Terlarut Produk Proses Biologis.

Perlakuan	Peubah yang diamati		
	Protein terlarut	Kalsium terlarut	Fosfor terlarut
(%).....		
D ₁ (<i>B. licheniformis</i> 3% + <i>A.niger</i> 1%)	20,60 ^A	6,27 ^A	1,20 ^A
D ₂ (<i>B. licheniformis</i> 4% + <i>A.niger</i> 2%)	31,73 ^B	7,03 ^B	1,48 ^B
D ₃ (<i>B. licheniformis</i> 5% + <i>A.niger</i> 3%)	32,36 ^B	7,42 ^B	1,51 ^B

Tabel 11 memperlihatkan bahwa protein, kalsium dan fosfor terlarut pada perlakuan D₂ dan D₃ tidak berbeda nyata ($P>0,05$), namun keduanya nyata ($P<0,05$) lebih tinggi dibanding dengan perlakuan D₁. Tabel di atas menunjukkan pula bahwa semakin tinggi dosis inokulum yang digunakan semakin besar kandungan protein dan mineral yang terlarut.

Perlakuan D₂ (penggunaan 4% *Bacillus licheniformis* dilanjutkan dengan 2% *Aspergillus niger*) dan D₃ tidak berbeda nyata, meskipun nilai kandungan protein dan mineral terlarut pada perlakuan D₃ lebih tinggi, namun secara statistik perbedaannya tidak berbeda nyata. Hal tersebut menandakan bahwa D₂ merupakan dosis yang optimal untuk menghasilkan protein dan mineral terlarut produk cair ekstraksi kitin dari limbah udang secara biologis melalui tahapan deproteinasi-demineralisasi. Sesuai dengan pendapat Tanuwidjadja (1975) yang menyatakan bahwa jumlah mikroba yang terlalu banyak dapat menyebabkan sporulasi yang terlalu cepat sehingga sebagian energi tidak digunakan untuk memperbanyak sel, begitu pula sebaliknya, jumlah mikroba yang terlalu sedikit pertumbuhannya tidak akan optimal. Terlepasnya protein dan mineral limbah udang dari

ikatan kitin menunjukkan bahwa inokulum yang digunakan, yaitu *Bacillus licheniformis* menghasilkan enzim protease khitinolitik dan *Aspergillus niger* pada proses fermentasinya menciptakan suasana asam. Enzim protease khitinolitik dapat mendegradasi ikatan protein dari kitin, dan media/substrat pada pH rendah (asam) mineral dapat terlarut (Bisping, 2005).

Selanjutnya, untuk mengetahui berapa besar pengaruh waktu dalam dosis terhadap kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut, dilakukan uji Duncan yang hasilnya disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Waktu dalam Dosis terhadap Kandungan Protein, Kalsium dan Fosfor Terlarut Produk Proses Biologis.

Perlakuan	Peubah yang diamati		
	Protein terlarut	Kalsium terlarut	Fosfor terlarut
(%).....		
D ₂ W ₁ (<i>B. licheniformis</i> 4%, 24 jam + <i>A.niger</i> 2%, 24 jam)	22,82 ^A	6,36 ^A	1,38 ^A
D ₂ W ₂ (<i>B. licheniformis</i> 4%, 48 jam + <i>A.niger</i> 2%, 48 jam)	36,76 ^B	7,54 ^B	1,52 ^B
D ₂ W ₃ (<i>B. licheniformis</i> 4%, 72 jam + <i>A.niger</i> 2%, 72 jam)	35,62 ^B	7,20 ^B	1,54 ^B

Tabel 12 memperlihatkan bahwa protein, kalsium dan fosfor terlarut pada perlakuan W₂ dan W₃ tidak berbeda nyata (P>0,05), namun keduanya nyata (P<0,05) lebih tinggi dibanding dengan perlakuan W₁.

Perlakuan D₂W₁ menghasilkan kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut terendah. Hal demikian disebabkan karena waktu fermentasi lebih pendek sehingga kesempatan mikroba untuk tumbuh dan berkembang sampai tercapai fase stasioner semakin lama dan menyebabkan produksi enzim lebih sedikit. Perlakuan D₂W₃ kandungan

protein dan mineral terlarutnya lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan D₂W₂. Hal ini disebabkan karena zat-zat makanan pada substrat sudah habis, sejalan dengan pendapat Wang dkk. (1979) bahwa laju pertumbuhan akan menurun karena kandungan zat-zat makanan yang ada pada substrat semakin berkurang dan konsentrasi metabolit semakin tinggi. Kandungan protein dan mineral produk cair ekstraksi kitin dari limbah udang secara biologis akan mengalami peningkatan sejalan dengan lama waktu fermentasi sampai batas waktu tertentu kemudian menurun kembali (Sulaiman, 1988).

Perlakuan D₂W₂ (dosis *Bacillus licheniformis* sebanyak 4% selama 48 jam, dan dosis *Aspergillus niger* sebanyak 2% selama 48 jam) menghasilkan kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut yang optimal pada ekstraksi kitin dari limbah udang secara biologis melalui tahapan proses deproteinasi-demineralisasi.

5.2. Pengaruh Perlakuan terhadap Kecernaan

Potensi nilai gizi produk ekstraksi kitin dari limbah udang dapat ditentukan dengan jalan analisis kimia, yaitu analisis proksimat. Nilai sebenarnya ditunjukkan dari bagian yang hilang setelah bahan makanan dicerna, diserap dan dimetabolis (Schneider dan Flatt, 1973 dan Tillman dkk., 1991). Makin banyak zat makanan yang dapat diserap oleh ayam broiler, maka nilai kecernaan produk ekstraksi kitin dari limbah udang makin tinggi. Hal ini merupakan satu indikator tingginya kualitas dari produk pengolahan (produk proses kimiawi atau biologis).

Perlakuan pada percobaan ini adalah tingkat penggunaan imbuhan pakan produk proses kimiawi dan biologis masing-masing sebanyak 1%, 2% dan 3% dalam ransum ayam broiler, melalui pengukuran terhadap nilai kecernaan bahan kering, protein kasar dan bahan organik, dan hasilnya ditampilkan pada Tabel 13.

Tabel 13. Rataan Nilai Kecernaan Bahan Kering, Protein Kasar dan Bahan Organik Ransum pada Masing-masing Perlakuan.

Perlakuan	Peubah yang diamati		
	Kecernaan bahan kering	Kecernaan protein kasar	Kecernaan bahan organik
(%)......		
R ₀ (PK 20%, EM 3000 kkal/kg; 0% IP)	70,41 ^E	70,37 ^D	70,91 ^E
R ₁ (99% R ₀ + 1% imbuhan pakan kimiawi)	73,29 ^D	74,49 ^C	72,88 ^D
R ₂ (98% R ₀ + 2% imbuhan pakan kimiawi)	74,79 ^{CD}	76,45 ^{BC}	76,07 ^C
R ₃ (97% R ₀ + 3% imbuhan pakan kimiawi)	77,02 ^{BC}	78,09 ^B	78,10 ^B
R ₄ (99% R ₀ + 1% imbuhan pakan biologis)	74,04 ^D	75,41 ^C	75,36 ^C
R ₅ (98% R ₀ + 2% imbuhan pakan biologis)	77,83 ^B	78,83 ^B	78,48 ^B
R ₆ (97% R ₀ + 3% imbuhan pakan biologis)	80,82 ^A	81,52 ^A	82,03 ^A
R _S (PK 22%, EM 3000 kkal/kg; 0% IP)	80,80 ^A	81,20 ^A	81,13 ^A

Tabel 13 menunjukkan adanya perbedaan nilai kecernaan bahan kering, protein kasar dan bahan organik ransum dari masing-masing perlakuan. Nilai kecernaan bahan kering, protein kasar dan bahan organik ransum tertinggi diperoleh pada perlakuan R₆ yaitu masing-masing sebesar 80,82%, 81,52% dan 82,03%. Adapun nilai kecernaan bahan kering, protein kasar dan bahan organik ransum terendah diperoleh pada perlakuan R₀ yaitu masing-masing sebesar 70,41%, 70,37% dan 70,91%. Uji statistik melalui Sidik Ragam dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap nilai kecernaan bahan kering, protein kasar dan bahan organik ransum.

Hasil analisis Sidik Ragam menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai pencernaan bahan kering, protein kasar dan bahan organik ransum. Untuk mengetahui berapa besar perbedaan pengaruh antar perlakuan terhadap nilai pencernaan bahan kering, protein kasar dan bahan organik ransum, dilakukan Uji Jarak Berganda Duncan yang hasilnya dapat ditelaah pada Tabel 13 di atas.

Tabel 13 menunjukkan bahwa nilai pencernaan bahan kering pada perlakuan R_6 tidak berbeda nyata ($P > 0,01$) dengan perlakuan R_5 , namun keduanya sangat nyata ($P < 0,01$) lebih tinggi dibanding dengan perlakuan lainnya. Perlakuan R_5 tidak berbeda nyata ($P > 0,01$) dengan perlakuan R_3 , begitu pula antara R_3 dengan R_2 tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata, namun semuanya berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) lebih tinggi dibanding dengan perlakuan R_4 , R_1 dan R_0 . Perlakuan R_0 sangat nyata ($P < 0,01$) lebih rendah dibanding dengan semua perlakuan lainnya terhadap nilai pencernaan bahan kering.

Nilai pencernaan protein kasar pada perlakuan R_6 tidak berbeda nyata ($P > 0,01$) dengan perlakuan R_5 , namun keduanya sangat nyata ($P < 0,01$) lebih tinggi dibanding dengan perlakuan lainnya. Perlakuan R_5 tidak berbeda nyata ($P > 0,01$) dengan perlakuan R_3 dan R_2 , begitu pula antara R_2 dengan R_1 tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata, namun semuanya berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) lebih tinggi dibanding dengan perlakuan R_0 . Perlakuan R_0 sangat nyata ($P < 0,01$) lebih rendah dibanding dengan semua perlakuan lainnya terhadap nilai pencernaan protein kasar.

Tabel 13 juga menunjukkan bahwa nilai pencernaan bahan organik pada perlakuan R_6 tidak berbeda nyata ($P > 0,01$) dengan perlakuan R_5 , namun keduanya sangat nyata ($P < 0,01$) lebih tinggi dibanding dengan perlakuan lainnya. Perlakuan R_5 tidak berbeda nyata ($P > 0,01$) dengan perlakuan R_3 , namun keduanya sangat nyata ($P < 0,01$) lebih tinggi dibanding dengan perlakuan R_4 , R_2 , R_1 dan R_0 . Adapun perlakuan R_4 tidak berbeda nyata

dengan R₂, namun keduanya sangat nyata (P<0,01) lebih tinggi dibanding dengan perlakuan R₁ dan R₀, sedangkan antara R₁ dengan R₀ memperlihatkan perbedaan yang sangat nyata (P<0,01). Perlakuan R₀ sangat nyata (P<0,01) lebih rendah dibanding dengan semua perlakuan lainnya terhadap nilai pencernaan bahan organik.

Penggunaan imbuhan pakan produk proses biologis sebesar 3% (R₆) dalam ransum ayam broiler setara dengan ransum standar (R_S) yang kandungan protein kasarnya sebesar 22%, walaupun pada R₆ hanya 20%. Sedangkan ransum kontrol (R₀) yang mengandung protein kasar sebesar 20%, nilai kecernaannya sangat rendah. Perbedaan nilai kecernaan disebabkan oleh adanya perbedaan pada sifat makanan yang diposes, termasuk kesesuaiannya untuk dihidrolisis oleh enzim pencernaan broiler (Kompiang dan Ilyas, 1983; Sukarsa dkk., 1985; Wahyu, 1997).

Rendahnya nilai kecernaan pada perlakuan R₀ disebabkan karena ransum hanya mengandung protein kasar sebesar 20% dengan energi metabolis sebesar 3000 kkal/kg, belum cukup menunjang untuk kebutuhan nutrisi ayam broiler. Adapun penambahan imbuhan pakan produk proses biologis sebanyak 3% ke dalam ransum, menunjang terhadap kebutuhan nutrisi untuk ayam broiler. Imbuhan pakan produk proses biologis memiliki nilai gizi yang cukup baik seperti protein (berupa asam amino) dan mineral yang sudah terlarut sehingga lebih mudah untuk diserap dan dicerna oleh ayam broiler.

Imbuhan pakan produk proses biologis memiliki nilai kecernaan yang lebih baik dibanding dengan imbuhan pakan produk proses kimiawi. Hal ini disebabkan karena pada produk proses biologis terjadi perubahan kualitas bahan yang disebabkan proses fermentasi yang dilakukan oleh mikroba (*Bacillus licheniformis* dan *Aspergillus niger*), mengakibatkan perubahan kimia dari satu senyawa yang bersifat kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dan mudah dicerna sehingga memberikan efek positif

terhadap nilai pencernaan pada ayam broiler (Schneider dan Flat, 1975; Stanton dan Yeoh, 1976; Winarno, 1980; Gumbira, 1989). Faktor lain yang diduga ikut mempengaruhi nilai pencernaan adalah (1) tingkat proporsi bahan dalam ransum, (2) komposisi kimia, (3) tingkat protein ransum dan (4) mineral (Maynard 1979; Wahyu 1997). Selanjutnya Bautrif (1990) menyatakan bahwa nilai pencernaan yang tinggi menandakan tingginya kualitas pakan.

Adapun imbuhan pakan produk proses kimiawi memiliki nilai pencernaan yang lebih rendah dibanding dengan imbuhan pakan produk proses biologis. Hal demikian disebabkan karena pada proses ekstraksi kitin secara kimiawi terjadi depolimerisasi akibat pemotongan struktur molekul protein, mineral dan vitamin yang berlebihan oleh senyawa kimia, sehingga kualitas produk imbuhan pakannya menjadi kurang baik.

5.3. Pengaruh Perlakuan terhadap Performan Ayam Broiler.

Performan ayam broiler dimanipulasikan melalui pertumbuhan (pertambahan berat badan), dan dipengaruhi oleh konsumsi ransum. Untuk melihat efisiensi penggunaan ransum, dapat diukur melalui nilai konversi ransum.

Perlakuan pada percobaan ini adalah tingkat penggunaan imbuhan pakan produk proses kimiawi dan biologis masing-masing sebanyak 1%, 2% dan 3% dalam ransum ayam broiler, melalui pengukuran terhadap konsumsi ransum, pertambahan berat badan dan konversi ransum, dan hasilnya ditampilkan pada Tabel 14.

Tabel 14. Rataan Konsumsi Ransum, Pertambahan Berat Badan dan Konversi Ransum pada Masing-masing Perlakuan.

Perlakuan	Peubah yang diamati		
	Konsumsi ransum(g).....	Pertambahan Berat badan(g).....	Konversi ransum ...(index)....
R ₀ (PK 20%, EM 3000 kkal/kg; 0% IP)	2353,00 ^A	1250,63 ^E	1,88 ^C
R ₁ (99% R ₀ + 1% imbuhan pakan kimiawi)	2357,00 ^A	1276,63 ^{DE}	1,85 ^C
R ₂ (98% R ₀ + 2% imbuhan pakan kimiawi)	2373,00 ^A	1302,13 ^{DE}	1,82 ^{BC}
R ₃ (97% R ₀ + 3% imbuhan pakan kimiawi)	2385,00 ^A	1370,56 ^{BC}	1,74 ^B
R ₄ (99% R ₀ + 1% imbuhan pakan biologis)	2358,00 ^A	1303,31 ^{DE}	1,81 ^{BC}
R ₅ (98% R ₀ + 2% imbuhan pakan biologis)	2338,00 ^A	1335,25 ^{CD}	1,75 ^B
R ₆ (97% R ₀ + 3% imbuhan pakan biologis)	2339,00 ^A	1425,50 ^{AB}	1,64 ^A
R _S (PK 22%, EM 3000 kkal/kg; 0% IP)	2372,00 ^A	1446,56 ^A	1,64 ^A

Hasil percobaan seperti terlihat pada Tabel 14 menunjukkan adanya perbedaan konsumsi ransum, pertambahan berat badan dan konversi ransum dari masing-masing perlakuan. Konsumsi ransum, pertambahan berat badan dan konversi ransum tertinggi diperoleh pada perlakuan R₃ yaitu sebesar 2385,00 g/ekor, R_S yaitu sebesar 1446,56 g/ekor dan R₀ yaitu sebesar 1,88. Adapun konsumsi ransum, pertambahan berat badan dan konversi ransum terendah diperoleh pada perlakuan R₅ yaitu sebesar 2338,00 g/ekor, R₀ yaitu sebesar 1250,63 g/ekor dan R_S yaitu sebesar 1,64. Uji statistik melalui Sidik Ragam dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap konsumsi ransum, pertambahan berat badan dan konversi ransum.

Hasil analisis Sidik Ragam menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap konsumsi ransum, pertambahan berat badan dan konversi ransum.

Untuk mengetahui berapa besar perbedaan pengaruh antar perlakuan terhadap konsumsi ransum, penambahan berat badan dan konversi ransum, dilakukan Uji Jarak Berganda Duncan yang hasilnya dapat ditelaah pada Tabel 14 di atas.

Hasil uji Duncan seperti yang tercantum pada Tabel 14 di atas menunjukkan bahwa perlakuan tidak memperlihatkan adanya perbedaan yang nyata ($>0,01$) terhadap konsumsi ransum, namun terlihat adanya perbedaan yang sangat nyata ($\leq 0,01$) terhadap penambahan berat badan dan konversi ransum. Konsumsi ransum yang hampir sama menandakan bahwa penambahan imbuhan pakan pada ransum ayam broiler, baik produk proses kimiawi maupun biologis tidak mempengaruhi terhadap konsumsi ransum. Konsumsi ransum sangat dipengaruhi oleh palatabilitas dari bahan pakan penyusun ransum. Seperti yang dikemukakan oleh Church dan Pond (1979) bahwa palatabilitas ransum merupakan faktor penting yang menentukan tingkat konsumsi ransum, dan palatabilitas tergantung pada bau, rasa, warna dan tekstur dari bahan pakan penyusun ransum. Perlakuan ransum yang berpengaruh tidak nyata terhadap konsumsi menunjukkan bahwa penambahan imbuhan pakan produk proses kimiawi maupun biologis pada ransum ayam broiler masing-masing sampai dengan 3%, tidak menyebabkan perbedaan fisik dan rasa yang tidak disukai oleh ayam sehingga tidak menyebabkan penurunan palatabilitas. Selain itu ransum perlakuan mengandung energi metabolis yang sama, akibatnya jumlah ransum yang dikonsumsi sama untuk setiap perlakuan, sesuai dengan pendapat Scott dkk. (1982) konsumsi ransum akan sama pada masing-masing perlakuan apabila kandungan energi metabolisnya sama.

Tabel 14 memperlihatkan pula bahwa penambahan berat badan pada perlakuan R_5 dan R_6 tidak memperlihatkan adanya perbedaan yang nyata ($P>0,01$), namun keduanya sangat nyata ($P<0,01$) lebih tinggi dibanding dengan perlakuan R_0 , R_1 , R_2 , R_4 dan R_5 , dan antara perlakuan R_6 dengan R_3 tidak berbeda nyata ($P>0,01$). Begitu pula antara perlakuan R_5 , R_4 , R_3 , R_2 dan R_1 , dan antara R_2 , R_1 dan R_0 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata

($P > 0,01$). Adapun perlakuan R_0 sangat nyata ($P < 0,01$) lebih rendah dibanding dengan perlakuan R_3 , R_5 , R_6 dan R_8 . Pertambahan berat badan ayam broiler mengalami peningkatan dengan penambahan imbuhan pakan produk proses kimiawi sebesar 3%, dan untuk produk proses biologis dengan penambahan sebanyak 2% sudah memperlihatkan peningkatan berat badan. Adapun penggunaan imbuhan pakan produk proses biologis sebanyak 3% dalam ransum (R_6) setara dengan ransum standar yang mengandung protein 22%, walaupun ransum R_6 hanya mengandung protein sebesar 20%. Hal tersebut disebabkan karena ransum mengandung imbuhan pakan produk proses biologis (R_6) mengalami perubahan kimia dari satu senyawa yang bersifat kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dan mudah dicerna yang disebabkan oleh adanya aktivitas mikroba sehingga memberikan efek positif terhadap pertumbuhan ayam broiler (Schneider dan Flat, 1975; Stanton dan Yeoh, 1976).

Nilai konversi ransum pada perlakuan R_5 dan R_6 tidak memperlihatkan adanya perbedaan yang nyata ($P > 0,01$), namun keduanya sangat nyata ($P < 0,01$) lebih rendah dibanding dengan perlakuan R_0 , R_1 , R_2 , R_3 , R_4 dan R_5 . Adapun antara perlakuan R_5 , R_4 , R_3 dan R_2 , dan antara R_4 , R_2 , R_1 dan R_0 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($P > 0,01$). Adapun perlakuan R_0 sangat nyata ($P < 0,01$) lebih tinggi dibanding dengan perlakuan R_3 , R_5 , R_6 dan R_8 . Nilai konversi ransum ayam broiler menurun dengan penambahan imbuhan pakan produk proses kimiawi sebesar 3%, dan untuk produk proses biologis dengan penambahan 2% sudah memperlihatkan penurunan nilai konversi ransum. Adapun penggunaan imbuhan pakan produk proses biologis sebesar 3% dalam ransum (R_6) setara dengan ransum standar yang mengandung protein 22%, walaupun ransum R_6 hanya mengandung protein sebesar 20%. Menurunnya nilai konversi ransum menandakan terjadinya peningkatan nilai biologis, sehingga berdampak terhadap peningkatan pertumbuhan dan efisiensi ransum. Seperti telah diketahui bahwa konsumsi ransum pada setiap perlakuan hampir sama, namun seiring dengan penambahan imbuhan pakan terjadi

peningkatan pertumbuhan, terutama pada R₆ yang hampir sama dengan ransum standar. Sejalan dengan pendapat Winarno (1980) dan (Gumbira, 1989), bahwa proses pengolahan biologis dapat mengubah suatu bahan organik menjadi produk lain yang berguna dan memiliki nilai tambah yang lebih baik, terutama dengan memanfaatkan peristiwa biologis yang dalam daur hidup semua makhluk mengalami tahapan yang panjang antara lain peristiwa biosintesis dan biolisis. Produk yang dapat dihasilkan dari suatu proses biologis adalah sel-sel mikroba atau biomassa, enzim, metabolik primer dan metabolik sekunder serta senyawa-senyawa kimia hasil bioproses oleh mikroba (Ansori, 1989). Dengan demikian nilai konversi ransum yang rendah yang tercermin dari meningkatnya pertumbuhan menandakan tingginya kualitas dan efisiensi ransum (Bautrif, 1990), seperti yang terjadi pada ransum R₆ (penambahan 3% imbuhan pakan produk proses biologis oleh *B. licheniformis* dan *A.niger*).

VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan pembahasan adalah: Ekstaksi kitin limbah udang secara biologis melalui proses deproteinasi oleh *Bacillus licheniformis* pada dosis 4% selama 48 jam, dan dilanjutkan dengan proses demineralisasi oleh *Aspergillus niger* pada dosis 2% selama 48 jam menghasilkan kandungan protein dan mineral terlarut terbaik. Produk cair ekstraksi kitin dari limbah udang secara biologis dapat dijadikan sebagai imbuhan pakan dalam ransum ayam broiler. Penggunaan imbuhan pakan sebesar 3% dalam ransum ayam broiler menghasilkan nilai pencernaan dan performan yang optimal.

Kesimpulan yang diperoleh ditentang oleh data hasil penelitian sebagai berikut:

1. Ekstaksi kitin limbah udang secara biologis oleh *Bacillus licheniformis* dosis 4% selama 48 jam, dan oleh *Aspergillus niger* dosis 2% selama 48 jam, nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibanding dengan proses kimiawi oleh NaOH dosis 5% selama 2 jam, dan H_2SO_4 dosis 3% selama 2 jam terhadap kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut. Kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut produk proses biologis berturut-turut sebesar 36,76%, 7,54% dan 1,52%. Adapun kandungan protein, kalsium dan fosfor terlarut produk proses kimiawi berturut-turut sebesar 24,24%, 6,11% dan 0,7%.
2. Nilai pencernaan ransum mengandung imbuhan pakan produk proses biologis setara dengan ransum standar, dan sangat nyata ($P < 0,01$) lebih tinggi dibanding dengan ransum mengandung imbuhan pakan produk proses kimiawi. Nilai pencernaan bahan kering, protein kasar dan bahan organik ransum mengandung imbuhan pakan produk proses biologis berturut-turut sebesar 80,82%, 81,52% dan 82,03%.

3. Performan ayam broiler yang diberi ransum mengandung imbuhan pakan produk proses biologis setara dengan ransum standar, dan sangat nyata ($P < 0,01$) lebih tinggi dibanding dengan ransum mengandung imbuhan pakan produk proses kimiawi. Konsumsi ransum, penambahan berat badan dan konversi ransum mengandung imbuhan pakan produk proses biologis berturut-turut sebesar 2339,00 gram per ekor, 1425,50 gram per ekor dan 1,64.

6.2. saran

1. Untuk mendapatkan kandungan protein dan mineral terlarut yang optimal dari limbah udang dapat dilakukan melalui ekstraksi kitin secara biologis dengan tahapan deproteinasi oleh *Bacillus licheniformis* pada dosis 4% selama 48 jam, dan dilanjutkan dengan tahap demineralisasi oleh *Aspergillus niger* pada dosis 2% selama 48 jam.
2. Produk cair ekstraksi kitin dari limbah udang secara biologis dapat dijadikan sebagai imbuhan pakan, dan digunakan sebanyak 3% dalam ransum guna menunjang nilai pencernaan dan pertumbuhan ayam broiler.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexopoulos, C.J. 1961. *Introductory Mycology*. Sixth Printing. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Banwart, G.J. 1989. *Basic Food Microbiology*. Second Edition. AVI, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Bastaman, S. 1989. *Studies on Degradation and Extraction of Chitin and Chitosan From Prawn shell (Nephrops norvegicus)*. Thesis. The Department of Mechanical, Manufacturing, Aeronautical and Chemical Engineering. The Queen's University. Belfast. 143 p.
- Bautrif, E. 1990. *Recent Development in Quality Evaluation*. Food Policy and Nutrition Division, FAO, Rome.
- Benjakul, S dan Sophanodora, P. 1993. *Chitosan Production from Carapace and Shell of Black Tiger Shrimp (Penaeus monodon)*. Asean Food J.8 (4) : 145-148.
- Card, L.E. 1961. *Poultry Production*. 9th. Ed. Lea and Febiger, Philadelphia.
- Chatelet C., Damour O., dan Donard A. 1991. *Influence of The Degree of Acetylation on Some Biological Properties of Chitosan Films*, Biomaterials, 22. 261-268.
- Conneely, O.M. 1992. *From DNA to Feed Conversion : Using Biotechnology to Improve Enzim Yields and Livestock Performance, in Biotechnology in the Feed Industry*. Proceedings of Altechs Eight Annual Symposium. Altech Technical Publications. Nicholasville, Kentucky.
- Ewing. 1983. *Poultry Nutrition*. 5th Edition. The Ray Ewing Co., Pasadena, California.
- Fardiaz, S. 1992. *Fisiologi Fermentasi*. PAU Pangan dan Gizi. IPB, Bogor.
- Fennema, O.R. 1985. *Food Chemistry*. Second Edition. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Gumbira Said, E., 1989. *Bioindustri Penerapan Teknologi Fermentasi*. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. IPB, Bogor.
- Gunawan, D. dan Setiani. 1976. *Tempe Benguk Sebagai Sumber Protein Baru*. Tesis, Departemen Biologi, FMIPA ITB, Bandung.

- Gray, W.D. 1970. *The Use of Fungi as Food and n Food Processing*. CRC Press. Cranwood Parkway. Claveland, Ohio.
- Hardjo, S., N.S. Indrasi, dan T. Bantacut. 1989. *Biokonversi : Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian*. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.
- Jay, L.M. 1978. *Modern Food Mikrobiology*. D. Van Nostrund Co, New York. Toronto, London.
- Johnson, A.H. dan M.S. Peterson. 1974. *Encyclopedia of Food Technology Vol. II*. The AVI Publishing Co., Inc., Connecticut.
- Kompiang, I.P. dan S. Ilyas. 1983. *Silase Ikan : Pengolahan, Pengguna, dan Prospeknya di Indonesia*. Jurnal Litbang Pertanian. Balai Penelitian Ternak Ciawi, Bogor.
- Maynard, L.A., J.K. Loosli, H.F. Hintz, and R.G. Warner. 1979. *Animal Nutrition*. Seventh Edition McGraw-Hill Book Company, Philippine.
- Mc. Donald, R.A., Edwards and J.F.D. Greenhalg. 1978. *Animal Nutrition*, 2nd.Ed. The English Language Book Society and Longman.
- Pederson, C. 1971. *Microbiology of Food Fermentation*. The Avi Publishing Co.Inc. Westport, Connecticut.
- Poesponegoro, M. 1975. *Makanan Hasil Fermentasi*. Laporan Ceramah Ilmiah. Lembaga Kimia Nasional. LIPI,. Bandung.
- Pomeranz, Y. 1991. *Functional Properties of Good Component*. Academic Press. Inc., San Diego. Page : 165-193.
- Prescott, S.C. and C.G. Dunn. 1959. *Industrial Microbiology*. 4th ed. Mc. Graw Hill Book Company, New York, Toronto, London.
- Raharjo, A. 1976. *Metabolisme dari Fermentasi*. Ceramah Ilmiah. Proceeding, Lokakarya Bahan Pangan Berserat Tinggi. LKN, LIPI, Bandung.
- Saono, S. 1976. *Pemanfaatan Jasad Renik dalam Pengolahan Hasil Sampingan Atau Sisa-sisa Produk Pertanian*. Berita IPTEK, Jakarta.
- Schaible, P.J. 1979. *Poultry Feed and Nutrition*. The Avi Publishing Inc., New York.
- Schneider, B.H. dan W.P. Flatt. 1973. *The Evaluation of Feeds Through Digestibility Experiment*. The University of Georgia Press, New York.
- Scott, M.L., M.C. Nasheim and R.J. Young. 1982. *Nutrition of the Chicken*. 3rd. Ed. M.L. Scott and Ithaca, New York.

- Senez, J.C. 1979. *Solid Fermentation on Starchy Substrat*. The Use of Organic Residues on The Rural Communities. The United Nation University.
- Shurtleff, W., dan Aoyagi A. 1979. *The Book of Tempeh*. Profesional Edition. Harper and Row, publishing, New York Hagerstown, San Francisco, London, A. New Age Foods Study Center Book.
- Sibbald, I.R. and Morse. 1983a. *The effect of level intake on metabolizable energy values measured with adult rooster*. Poultry Science.
- Sibbald, I.R., J.D. Summers and Slingers. 1960. *Factors Affecting The Metabolism Energy Content of Poultry Feed*. Poultry Science.
- Suharto Ign. 1992. *Masalah-masalah Hangat Tentang Penetapan Bioteknologi Kaitannya dengan Peningkatan Mutu Sumber Daya Manusia yang Cendekia dan Profesional*. Fakultas Teknik Unpas, Bandung.
- Suhartono M.T. 1989. *Enzim dan Bioteknologi*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Antar Universitas, IPB, Bogor.
- Soeharsono. 1976. *Respon Broiler terhadap Berbagai Kondisi Lingkungan*. Disertasi. Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Sulaiman. 1988. *Studi Peningkatan Kualitas Kulit Singkong dengan Fermentasi oleh Aspergillus niger*. Thesis, IPB, Bogor.
- Sukarsa, D.R. Nitibaskara dan Suwandi. R. 1985. *Penelitian Pengolahan Silase Ikan dengan Proses Biologis*. IPB, Bogor.
- Stanton, W.R. and Wallbridge, A. 1969. *Fermented Food Process. Microorganism in solid substrate fermentation*. Proceeding of The first Asem Workshop, Bandung.
- Tillman, A.D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodja, S. Prawirokusumo dan S. Lebdosoekojo. 1991. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wahju, J. 1997. *Ilmu Nutrisi Unggas*. Cerakan keempat. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wang, D.I.C., C.L. Cooney and A.L. Demein. 1979. *Fermentation and Enzymes Technology*. John and Sons Inc.
- Whittenbury, R., P. Mc Donald dan D.G. Bryan Jones. 1967. *A Short Review of Some Biochemical and Microbiological Aspects of Ensilage*. J. Sci. Ed. Agri 13 : 441.
- Winarno, F.G. 1980. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia, Jakarta.

_____. 1997. *Teknologi dan Pemanfaatan Limbah Pengolahan Gula Tebu*. Pusbangtepa. FTDC. IPB, Bogor.

Winarno, F.G. dan Fardiaz. 1992. *Biofermentasi dan Biosintesa Protein*. Angkasa, Bandung.