



**EVALUASI PENGGUNAAN TEPUNG BULU AYAM  
TERHADAP PENAMPILAN PRODUKSI DAN JUMLAH PIN  
FEATHER PADA KARKAS ITIK**

**DISERTASI**

**Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Doktor**



Oleh:

**ANDI PERTIWI DAMAYANTI**

**NIM. 107050100111033**

**MINAT PRODUKSI TERNAK**

**PROGRAM DOKTOR ILMU TERNAK  
PROGRAM PASCASARJANA  
FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
M A L A N G**

**2018**



Judul : **Evaluasi Penggunaan Tepung Bulu Ayam Terhadap Penampilan Produksi dan Jumlah *Pin Feather* Pada Karkas Itik**

N a m a : **Andi Pertiwi Damayanti**

N I M : **107050100111033**

Disetujui

Komisi Pembimbing

**Prof. Dr. Ir. Muh. Nur Ihsan, MS.**

Ketua

**Dr. Ir. Eko Widodo, M.Agr.Sc., M.Sc.**

Anggota

**Prof. Ir. Burhanudin S, M.Sc.Ag, Ph.D**

Anggota

Diketahui

**Ketua Program Doktor Ilmu Ternak  
Program Pascasarjana Fakultas Peternakan**

**Dekan Fakultas Peternakan  
Universitas Brawijaya**

**Prof. Dr. Ir. Muh. Nur Ihsan, MS.  
NIP. 195306121981031002**

**Prof. Dr.Sc.Agr. Ir. Suyadi, MS  
NIP. 196204031987011001**

**Ujian Akhir : 24 Juli 2018**



## PERNYATAAN ORISINALITAS DISERTASI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah Disertasi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Disertasi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Disertasi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (DOKTOR), dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No.20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 24 Juli 2018

Mahasiswa

Andi Pertiwi Damayanti  
107050100111033



## IDENTITAS TIM PENGUJI

### JUDUL DISERTASI:

**EVALUASI PENGGUNAAN TEPUNG BULU AYAM TERHADAP  
PENAMPILAN PRODUKSI DAN JUMLAH PIN FEATHER PADA  
KARKAS ITIK**

Nama Mahasiswa : Andi Pertiwi Damayanti

NIM : 107050100111033

Program Studi : Ilmu Ternak

Minat : Produksi Ternak

### KOMISI PROMOTOR

Promotor : Prof. Dr. Ir. Muh. Nur Ihsan, MS

Ko-Promotor 1 : Dr. Ir. Eko Widodo, M.Agr.Sc., M.Sc

Ko-Promotor 2 : Prof. Ir. Burhanudin Sundu M.Sc.Ag, Ph.D

### TIM DOSEN PENGUJI

Dosen Penguji 1 : Prof. Dr.Sc.Agr. Ir. Suyadi, MS

Dosen Penguji 2 : Dr. Ir. Osfar Sjojfan, M.Sc

Dosen Penguji 3 : Dr. Ir. Muharliien, MP

Dosen Penguji 4 : Dr. M. Halim Natsir, S.Pt, MP

Tanggal Ujian : 24 Juli, 2018

SK Penguji :



## RIWAYAT HIDUP

Andi Pertiwi Damayanti, Donggala 30 Januari 1969 putri ketiga dari ayahanda Andi Bara Lamarauna dan ibunda Andi Masulun La Parenrengi Lamarauna (Alm), pendidikan SD sampai SMA di kota Palu, lulus SMA 1987, pendidikan S1 di Fakultas Peternakan Universitas Tadulako lulus tahun 1994, pendidikan S2 Ilmu Ternak pada Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor lulus tahun 2003. Pengalaman kerja sebagai staf pengajar Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Tadulako pada tahun 1995 sampai sekarang dengan jabatan fungsional Lektor III C. Tahun 2010, melanjutkan studi pada Program Doktor Ilmu Ternak Program Pascasarjana Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang.

Malang, 24 Juli 2018

Mahasiswa

Andi Pertiwi Damayanti  
NIM 107050100111033

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang dengan taufiq, rahmat, dan pertolongan-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan Disertasi dengan judul "*Evaluasi Penggunaan Tepung Bulu Bulu Ayam Terhadap Penampilan Produksi dan Jumlah Pin Feather Pada Karkas Itik*".

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Yth.

1. Prof. Dr. Ir. Muh. Nur Ihsan, MS, Dr. Ir. Eko Widodo, M.Agr.Sc., M.Sc., Prof. Ir. Burhanudin Sundu M.Sc.Ag, Ph.D. dan Alm. Prof. Achmanu, sebagai Tim Promotor yang telah memberikan arahan dan motivasinya mulai dari persiapan hingga penulisan laporan disertasi.
2. Prof. Dr.Sc.Agr. Ir. Suyadi, MS, Dr. Ir. Osfar Sofyan., dan Dr. Ir. Muharlieni, MP, Dr. M. Halim Natsir, S.Pt, MP, sebagai Tim Penguji yang membantu dan memberikan masukan terhadap disertasi ini.
3. Pemerintah Republik Indonesia cq. Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah memberi Beasiswa BPPS untuk studi Program Doktor.
4. Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah membiayai penelitian ini melalui Hibah Disertasi Tahun 2013.
5. Rektor Universitas Tadulako, Dekan Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Tadulako, atas izin dan rekomendasi sehingga penulis dapat melanjutkan studi program doktor di Universitas Brawijaya.
6. Rektor Universitas Brawijaya, Dekan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya beserta seluruh stafnya penulis menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya atas bantuannya sehingga penulis dapat mengikut pendidikan program doktor di Universitas Brawijaya.
7. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Ketua Jurusan, Ketua Program Studi, Kepala Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya beserta seluruh stafnya, yang banyak membantu penulis dalam menjalankan aktivitas akademik di Universitas Brawijaya.
8. Fajar Sutriandhi, Technical Sales Manager Alltech Indonesia | [www.alltech.com](http://www.alltech.com), Jakarta, Indonesia yang telah membantu menyediakan



enzim Allzyme FD untuk pembuatan Tepung Bulu Hidrolisis Enzimatik (TBHE) dalam penelitian disertasi.

8. Kedua orang tuaku Andi Bara Lamarauna dan Almarhumah Andi Mas'Ulun LaParenrengi Lamarauna, Hj. Fawsiah, ayah mertua almarhum Nukman Lubis dan Ibu Mertua Hj. Fatimah Nasution, Kakanda Andi Wettoi Tungke Dg. Tarenreng Masagalai Ripudjananti, SH, Andi Reza Lamarauna, adinda Andi Fitri rezkiana dan Andi Safari Arumpone, LaAmir serta seluruh keluarga besarku yang senantiasa membantu, memberikan doa dan dorongan moril sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan pada program doktor ilmu ternak pada Program Pascasarjana Universitas Brawijaya, semoga Allah SWT membalas atas segala kebaikannya amin.
9. Suami tercinta Ir. Mukhlis Hakim Lubis dan ketiga putriku tersayang Halimatus Sa'diah, Ulfannisa Inayah Pudjananti dan Alifa Octavia Ramadhani yang selalu mendukung dan tak henti henti mendoakan bunda dalam penyelesaian studi.
10. Teman, sahabat dan keluarga yang selalu memberikan semangat dan dorongan. Semoga semua amal kebaikan yang diberikan mendapatkan balasan dan dicatat sebagai amal jariyah oleh Allah SWT. Penulis menyampaikan permohonan maaf atas segala kekhilafan dan kesalahan baik sengaja maupun tidak sengaja yang penulis lakukan selama mengikuti pendidikan Program Doktor di Universitas Brawijaya. Semoga laporan penelitian disertasi ini bermanfaat dalam meningkatkan wawasan keilmuan. Amin.

Malang, 24 Juli 2018

Penulis

Andi Pertiwi Damayanti



## RINGKASAN

Andi Pertiwi Damayanti, Program Doktor Ilmu Ternak Program Pascasarjana Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Evaluasi Penggunaan Tepung Bulu Ayam Terhadap Penampilan Produksi dan Jumlah Pin Feather Pada Karkas Itik. Komisi Pembimbing, Ketua: Prof. Dr. Ir. Muh. Nur Ihsan, MS, Anggota: Dr. Ir. Eko Widodo, M.Agr.Sc.,M.Sc., dan Prof. Ir. Burhanudin Sundu M.Sc.Ag, Ph.D.

Penampilan karkas itik lokal Indonesia yang dimanfaatkan sebagai itik pedaging cenderung menghasilkan itik dengan penampilan karkas yang terkesan kotor. Penampilan tersebut disebabkan oleh banyaknya bulu hitam yang tertinggal dalam karkas setelah prosesing. Karkas yang terlihat kotor ini berpengaruh pada kesukaan konsumen.

Penelitian sebelumnya bertujuan untuk menghasilkan itik dengan produksi daging yang tinggi dan penampilan karkas yang bersih telah dilakukan dengan elaborasi beragam aspek, utamanya nutrisi dan genetika. Hasil penelitian menunjukkan performa, efisiensi penggunaan pakan dan kualitas daging yang lebih baik, namun beberapa bulu-bulu jarum (*pinfeather*) tertinggal dan ditemukan pada karkas.

Unggas domestik memiliki siklus alami pertumbuhan bulu yaitu peluruhan atau penanggalan bulu tua (*shedding*) dan *moulting* (memperbaharui bulu). Siklus alami ini membantu untuk menentukan kebutuhan nutrisi untuk pertumbuhan bulu dan dapat dijadikan acuan untuk menemukan umur potong yang sesuai bagi itik. Kematangan bulu juga memudahkan pencabutan bulu saat pemrosesan itik menjadi karkas. Hal ini dapat meningkatkan kualitas karkas dan preferensi konsumen karena penampilan karkas yang bersih dari *pin feather*.

Asam amino bersulfur merupakan salah satu penyusun protein bulu, sehingga limbah bulu yang terbuang sebagai hasil samping industri pemotongan unggas berpotensi dimanfaatkan. Praperlakuan dari bulu harus dilakukan untuk mengatasi masalah rendahnya pencernaan protein. Metode hidrolisis enzimatik biasanya digunakan. Allzyme FD dipilih dalam penelitian ini untuk meningkatkan daya cerna tepung bulu.

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan tepung bulu ayam terhadap penampilan produksi dan jumlah *pin feather* pada karkas itik. Tujuan tersebut dicapai dengan melakukan 4 tahap penelitian, yaitu: penelitian tahap 1 dilakukan untuk mengevaluasi kandungan nutrisi Tepung Bulu yang dihidrolisis secara enzimatik. Dua bentuk fisik limbah bulu ayam yang berbeda (Pre-grinding dan Post-grinding) digunakan, dan 2 level enzim (0,01% dan 0,02% Allzyme FD/kg tepung bulu). Hasil penelitian tahap 1 menunjukkan bahwa analisis proksimat berturut-turut Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 dan Post-G2 untuk protein kasar (%) adalah 89,89; 87,98; 91,03; 90,11, Gross Energi (Kkal/kg) berturut-turut : 5115,8; 4726,5; 4870,4; 4527,8. Sedangkan daya cerna tepung bulu menggunakan pepsin (%) berturut-turut adalah 78,61; 84,4; 76,33 dan 80,76. Untuk analisis kandungan asam amino dapat dilaporkan bahwa hasil kandungan asam amino dalam kisaran yang normal, kecuali kandungan sistin (%) berturut-turut 0,51; 0,53, tidak terdeteksi dan 2,23. Akan tetapi, metode



analisis asam amino yang digunakan tidak dapat menganalisis tryptophan dan sistein.

Pada tahap II evaluasi dilakukan untuk menguji pengaruh level penggunaan Allzyme FD dan bentuk fisik tepung bulu terhadap pencernaan protein dan nilai Energi Metabolis Semu (EMS), nilai Energi Metabolis Terkoreksi Nitrogen (EMSn). Perlakuan terdiri dari: P0 = 100% pakan basal ; Pre-G1 = 95% P0+ 5% Pre-grinding tepung bulu yang diberi 0,01% Allzyme FD; Pre-G2 = 95% P0 + 5% Pre-grinding tepung bulu yang diberi 0,02% Allzyme FD; Post-G1 = 95% P0 + 5% Post-grinding tepung bulu yang diberi 0,01% Allzyme FD; Post-G2 = 95% P0 + 5% Post-grinding tepung bulu yang diberi 0,02% Allzyme FD. Evaluasi pencernaan dan penentuan nilai energi metabolis EMS dan EMSn dengan Metode terpstra dan Jansen (1976), menggunakan rancangan Acak Lengkap Lengkap 5 x 4 x 1 dan total 20 ekor itik digunakan. Hasil penelitian menunjukkan pencernaan protein pakan P0 (basal), Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 dan Post-G2 berturut-turut 83,66<sup>a</sup> ; 82,83<sup>c</sup> ; 83,13<sup>bc</sup> ; 83,09<sup>bc</sup> ; 83,33<sup>ab</sup> (%). Kecernaan methionin untuk Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 dan Post-G2 berturut turut adalah 83,82<sup>bc</sup> ; 90,20<sup>a</sup> ; 89,74<sup>a</sup> ; 87<sup>ab</sup> ; 81,19<sup>c</sup> (%). Kecernaan treonin tertinggi terdapat pada perlakuan Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 dan Post-G2 masing-masing 84,81<sup>a</sup> ; 84,57<sup>a</sup> ; 82,22<sup>a</sup> dan 79,98<sup>c</sup>(%). Perlakuan tidak dapat meningkatkan Nilai EMSn, tetapi berpengaruh signifikan terhadap nilai EMS. Nilai EMSn basal (P0), Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 dan Post-G2 berturut-turut (kkal/kg): 3248,6; 3270,5; 3270,4; 3271,1 dan 3271,2. Nilai EMS untuk pakan basal (P0), Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 dan Post-G2 (kkal/kg) masing-masing: 3257,5<sup>b</sup> ; 3280,9<sup>a</sup> ; 3281,1<sup>a</sup> ; 3281,4<sup>a</sup> dan 3281,1<sup>a</sup>.

Berdasarkan pertimbangan kandungan protein kasar dan tingkat kesulitan dalam proses pembuatan tepung bulu, maka Post-grinding dipilih untuk digunakan dalam penelitian 3 dengan tujuan untuk uji pertumbuhan dan penelitian 4 bertujuan pengukuran jumlah Protruding Pin-Feather (PPF) dan Non-Protruding Pin-Feather (NPPF) yang tertinggal pada karkas itik. Penelitian dilakukan selama 10 minggu, Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 perlakuan, yaitu P0: pakan basal, Post-G1 dan Post-G2 dan setiap perlakuan memiliki 6 ulangan. Setiap ulangan masing-masing berisi 6 ekor itik. Variabel yang diukur pada penelitian 3 adalah adalah konsumsi pakan, bobot badan, pertambahan bobot badan (PBB), konversi pakan, dan persentase karkas, sedangkan penelitian 4 mengukur bobot bulu, persentase bulu, jumlah PPF dan NPPF yang tertinggal pada karkas itik umur 7,8,9, dan 10 minggu. Data yang diperoleh ditabulasi menggunakan program excel, diolah berdasarkan analisis varian (ANOVA) menggunakan program DSAASTAT. Uji Jarak Berganda Duncan's dilakukan apabila ada perbedaan antar perlakuan. Hasil analisis variansi perlakuan menunjukkan perlakuan pakan menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0.01$ ) terhadap konsumsi pakan, PBB, bobot badan akhir, konversi pakan, bobot karkas dan persentase karkas. Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa pakan yang Post-G2 lebih tinggi (1428.5<sup>a</sup>) dibanding itik yang mengkonsumsi pakan Post-G1 (1398.61<sup>b</sup>) dan itik yang mengkonsumsi pakan basal Post-G1 (1195.33<sup>c</sup>). Bobot badan tertinggi terlihat pada itik yang mengkonsumsi pakan Post-G2 (1483.2<sup>a</sup>) diikuti dengan pakan Post-G1(1454.0<sup>b</sup>) dan pakan P0 (1249.8<sup>c</sup>). Uji Duncan untuk konversi pakan menunjukkan perlakuan terbaik 4.6 diperoleh pada perlakuan Post-G2 diikuti oleh perlakuan pakan Post-G1 (4,8). Dalam hal bobot karkas, hasilnya juga berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) meningkatkan bobot karkas Post-G2 (861<sup>a</sup>) dan Post-G1 (841<sup>a</sup>) dibandingkan yang terendah Basal (711<sup>b</sup>). Uji Duncan terhadap persentase karkas itik menunjukkan tren yang sama dengan



bobot karkas. Persentase karkas itik (%) yang mengkonsumsi pakan basal P0, Post-G1 dan Post-G2 berturut-turut : 56.9<sup>a</sup> ; 57.9<sup>b</sup> dan 58.0<sup>b</sup>. Hasil ANOVA penelitian 4 untuk PPF dan NPPF menunjukkan bahwa perlakuan Post-G1 dan Post-G2 menunjukkan perbedaan sangat nyata ( $P < 0.01$ ) terhadap bobot bulu, persentase bulu, PPF dan NPPF yang tertinggal pada karkas itik umur 7, 8, 9 dan 10 minggu, kecuali persentase bulu umur 8 dan 9 minggu. Uji Duncan terhadap perlakuan menunjukkan bobot bulu dan persentase bulu minggu 7 dan 10 lebih tinggi dibandingkan control (P0). Jumlah PPF dan NPPF yang tertinggal pada karkas untuk setiap umur pemotongan (7 – 10 minggu) mencerminkan kecepatan berkurangnya jumlah kedua jenis bulu tersebut.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah processing dan penambahan enzim secara deskriptif meningkatkan pencernaan *in vitro* tetapi menurunkan energi bruto (GE). Pakan Post-G1 dan Post-G2 menurunkan konsumsi pakan, tetapi pencernaan protein meningkat. AME pakan tersebut juga meningkat dibandingkan basal, tetapi tidak untuk AMEn. Pakan Post-G2 menghasilkan penampilan produksi yang paling baik, juga terhadap berat dan persentase bulu. Jumlah PPF dan NPPF menurun atau lebih rendah dibandingkan pakan basal, menunjukkan peningkatan penampilan karkas itik yang dipotong mulai umur 7 hingga 10 minggu.



## SUMMARY

Andi Pertiwi Damayanti. Postgraduate Program, Faculty of Animal Science, University of Brawijaya. Evaluation of the Use of Feather Meal on Production Performance and Number of Pin Feather in Ducks Carcass. Supervising Committee, Main Supervisor Prof. Dr. Ir. Muh. Nur Ihsan., Members: Dr. Ir. Eko Widodo, M.Agr.Sc., M.Sc and Prof. Ir. Burhanudin Sundu M.Sc.Ag, Ph.D.

Appearance of Indonesian local duck carcass which is used as broiler ducks tends to produce duck with dirty carcass appearance. This appearance is caused by many black feather left on the carcass after processing. The dirty carcass influences degree of preference of consumer.

Research previously aimed to produce a duck with high yield of meat and carcass with clean appearance has been done elaborated different aspects mainly nutrition and genetics studies. The result of research showed that performance, efficiency of feed utilization and meat quality improved, however some pin feathers remained and found on the carcass.

Domestic fowl has a natural feather growth cycle, namely shedding and moulting (renew) of feathers. This natural cycle can be used to determine nutrient requirement for feather growth and to be a reference to determine slaughter age of duck. To support the natural cycles of feather growth and stimulate feathers maturity needed nutrients to feather growth. Feathers maturation could also help to ease feather plucking during processing of carcass. This can improve carcass quality and consumer preferences because appearance carcass clean from pin feather.

Sulfuric amino acids are of building blocks of protein in feathers, therefore unutilized feathers as a byproduct of poultry slaughter industry could be potentially used. Pre-treatment of feather has to be done to cope with problem of low protein digestibility. Enzymatic hydrolysis method is commonly used. Allzyme FD was selected in this study to improve digestibility of feathers meal.

This research was conducted aimed to evaluate evaluate the use of feather meal on performance production and number of pin feather on carcass of duck. The objectives were achieved by conducting four stages of research, the first study was conducted to evaluate nutrient contents of enzymatically hydrolyzed feather meal. Two kinds of feather meals were used, pre and post grinding, then two levels of an enzyme (0.01 and 0.02% Allzyme FD /kg feather meal). The results showed that proximate analysis indicated that crude protein (%) of the respective Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 and Post-G2 were 89.89; 87.98; 91.03; 90.11, Gross Energy (kcal/kg), respectively: 5115.8; 4726.5; 4870.4; 4527.8. While the respective digestibility (%) of feather meal using pepsin were 78.61; 84.4; 76.33 and 80.76. For amino acid analysis, it could be reported that the concentrations of amino acids were in normal range, except the respective cysteine content (%) which were 0.51; 0.53, undetectable and 2.23 seemed varied among the treatments. Therefore, this amino acid analysis method could not analyze tryptophan and cysteine.



In the second study, evaluation was conducted to examine effect of the level of allzyme FD and physical forms of feather meal on protein digestibility and energy value Metabolic (AME), energy value Metabolic Nitrogen Corrected (AMEn). The treatments consisted of P0 = 100% Basal ration; Pre-G1 = 95% P0+ 5% Pre-grinding of feather meal treated with 0.01% Allzyme FD; Pre-G2 = 95% P0 + 5% Pre-grinding of feather meal treated with 0.02% Allzyme FD; Post-G1= 95%P0 + 5% Post-grinding of feather meal treated with 0.01% Allzyme FD; Post-G2 = 95% P0 + 5% Post-grinding of feather meal treated with 0.02% Allzyme FD. Evaluation of digestibility and Apparent Metabolizable Energy (AME) and AME corrected for Nitrogen (AMEn) by using method of Terpstra and Jansen (1976) employing a Completely Randomized Design (CRD) 5 x 4 x 1 and total of 20 ducks were used. The results showed that the values of protein digestibility (%) were 83.66<sup>a</sup>; 82.83<sup>c</sup>; 83.13<sup>bc</sup>; 83.09<sup>bc</sup>; 83.33<sup>ab</sup> for Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 and Post-G2, respectively. Digestibility values of methionine (%) were 83.82 ± 3.5bc (Basal); 90.20 ± 1.14a; (Pre-G1); 89.74 ± 3.5a (Pre-G2); 87 ± 2.85ab (Post-G1); 81.19 ± 2.04c (Post-G2). Threonine digestibility values (%) from the highest values were 84.81<sup>a</sup>; 84.57<sup>a</sup>; 82.22<sup>a</sup> and 79.98<sup>c</sup> for Pre-G1 treatment, Pre-G2, Post-G1, and Post-G2, respectively. Treatments did not affect AMEn, but significantly affected AME. AMEn values for Basal feed, Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 and Post-G2 were 3248.6 kcal/kg; 3270.5 kcal/kg, 3270.4 kcal/kg; 3271.1 kcal/kg and 3271.2 kcal/kg, respectively. While the respective AME values were for basal feed, Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 and Post-G2 (Kcal/kg) 3257.5<sup>b</sup>; 3280.9<sup>a</sup>; 3281.1<sup>a</sup>; and 3281.4<sup>a</sup>, 3281.1<sup>a</sup>.

By considering crude protein content and difficulty of processing feather meal, the Post-grinding was chosen to be used in experiment 3 with the objective to test growth performance, while experiment 4 was intended to measure the number of Protruding Pin-Feather (PPF) and Non Protruding Pin-Feather (NPPF) remained on carcass of ducks. The research was conducted for 10 weeks, design used was Completely Randomized Design (CRD), consisted of 3 treatments, namely P0: basal feed, Post-G1 and post-G2, and each treatment was repeated 6 times. Each replication contained 6 ducks. Variables measured in experiment 3 were feed intake, body weight gain (BWG), feed conversion and carcass percentage, while in the experiment 4 measured feather weight, feather percentage, the number of PPF and NPPF on carcass of ducks remained after age of 7,8,9, and 10 weeks. The data obtained were tabulated by using excel program, processed based on variance analysis (ANOVA) by using DSAASTAT program. Duncan's Multiple Range Test was performed when difference between treatments observed. Results of variance analysis showed the treatments showed a highly significant difference (P <0.01) on the feed intake, body weight gain, final body weight, feed conversion, carcass weight and carcass percentage. Further trials using DMRT (Duncan Multiple Ration Test) showed that Post-G2 feed showed higher body weight gain (1428.5<sup>a</sup>) than both ducks fed Post-G1 (1398.61<sup>b</sup>) and ducks fed basal feed (Basal: 1195.33<sup>c</sup>). The highest body weight seen in ducks consumed Post-G2 (1483.2<sup>a</sup>) followed by Post-G1 (1454.0<sup>b</sup>) and basal feed (Basal): 1249.8<sup>c</sup>.

Duncan's multiple range test for feed conversion showed that the best was Post-G2: 4.6, followed by treatment of Post-G1: 4.8. On carcass weight, the treatments significant increased (P<0.01) carcass weight with the best for Post-G2 (861<sup>a</sup>), followed by Post-G1 (841<sup>b</sup>) and the lowest was Basal (711<sup>b</sup>). Duck carcass weight results showed the same trend with carcass weight. Percentages (%) of duck carcass were in the respective order of P0, Post-G1 and Post-G2 of



56.9<sup>a</sup> ; 57.9<sup>b</sup> and 58.0<sup>b</sup>. The results of Duncan's multiple range test in experiment 4 for PPF and NPPF showed a significant ( $P < 0.01$ ) results on weight of feather, feathers percentage, PPF and NPPF left on the carcass ducks aged 7, 8, 9 and 10 weeks, except for percentage of feathers age of 8 and 9 weeks. Duncan's multiple range test showed that treatment produced more feather and feather percentage is higher than the control. Number of PPF and NPPF left on the carcass at each slaughter age (7-10 weeks) reflected the speed reduced number of both feathers.

The conclusion are processing and supplementation of enzyme descriptively improves *in vitro* digestibility of protein, but it might decrease gross energy content. Post-G1 and Post-G2 feeds decreased feed consumption but protein digestibility increased. The AME also increased as compared with basal feed, but not for AMEn. Post-G2 feed shows the best production performances, of weight and percentage of feather too. The number of PPF and NPPF decreases or lower as compared with basal feed, indicated an increase in appearance of duck carcass when slaughtered from 7 to 10 weeks of age.



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>PERNYATAAN ORISINAL DISERTASI</b> .....	i
<b>RINGKASAN</b> .....	vi
<b>SUMMARY</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	6
1.3. Tujuan Penelitian .....	7
1.4. Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	9
2.1. Upaya Peningkatan Produksi Daging dan Penampilan Karkas Itik .....	9
2.2. Populasi Itik dan Ayam Pedaging Menurut Provinsi di Indonesia .....	15
2.3. Prediksi Limbah Bulu Ayam Pedaging di Indonesia .....	15
2.4. Fungsi dan Karakteristik Bulu .....	18
2.5. Pertumbuhan Bulu .....	20
2.6. Kandungan Nutrisi Pada Bulu .....	32
2.7. Produksi Bulu .....	35
2.8. Prosesing Karkas .....	38
2.9. Mutu Karkas Unggas .....	40
2.10. Mutu Karkas dan Daging Ayam Berdasarkan Standar Nasional Indonesia SNI 3924:2009 .....	42
2.11. Protruding pinfeather dan non protruding pinfeather dalam klasifikasi karkas menurut USDA .....	43
2.12. Kebutuhan Nutrisi Unggas Air .....	45
2.13. Potensi Dan Kandungan Nutrisi Tepung Bulu Ayam .....	46
2.14. Teknologi Pengolahan Tepung Bulu Ayam .....	48
2.14.1 Metode Pengolahan Tepung Bulu Dengan Autoklaf Hidrolisis .....	49
2.14.2 Metode Pengolahan Tepung Bulu Dengan Perlakuan Kimia .....	51
2.14.3 Metode Pengolahan Tepung Bulu Dengan Fermentasi Mikroorganisme .....	52
2.14.4 Metode Pengolahan Tepung Bulu Secara Enzimatik .....	54
2.14.5 Kandungan Nutrisi Dan Kecernaan Tepung Bulu .....	55
2.14.6 Aplikasi Enzim Komersial Untuk Meningkatkan Nilai Nutrisi Tepung Bulu .....	60
2.15. Hasil Hasil Penelitian yang Berhubungan dengan Pertumbuhan Bulu .....	64
2.16. Penggunaan Tepung Bulu Pada Unggas .....	69



<b>BAB III KERANGKA KONSEP PENELITIAN</b> .....	73
3.1. Kerangka Pikir .....	73
3.2. Hipotesis Penelitian .....	78
3.3. Alur Penelitian .....	79
3.4. Kerangka Operasional .....	80
<b>BAB IV MATERI DAN METODE PENELITIAN</b> .....	81
4.1. Tahap I Pendahuluan : Pembuatan Tepung Bulu Hidrolisis Enzimatik .....	81
4.1.1. Judul Penelitian : Pengolahan Limbah Bulu Ayam menjadi Tepung Bulu Hidrolisis Enzimatik Menggunakan enzim Allzyme FD .....	81
4.1.2. Cakupan Penelitian .....	81
4.1.3. Tempat Penelitian .....	81
4.1.4. Materi dan Alat Penelitian .....	81
4.1.5. Cara Kerja Pembuatan tepung bulu hidrolisis enzimatik (TBHE) Allzyme FD .....	82
4.1.6. Metode Penelitian .....	82
4.2. Tahap 2 : Uji Kecernaan Pakan Tepung Bulu .....	84
4.2.1. Judul Penelitian: Evaluasi penggunaan tepung bulu ayam terhadap pencernaan protein dan EMSn .....	84
4.2.2. Cakupan Penelitian .....	84
4.2.3. Tempat Penelitian .....	84
4.2.4. Materi Penelitian .....	84
4.2.5. Metode penelitian .....	85
4.2.6. Desain Penelitian .....	86
4.2.7. Variabel Penelitian .....	87
4.2.8. Analisis Statistik .....	87
4.3 Percobaan Tahap Tiga : Uji pertumbuhan (Growth Trial) dan Pengukuran Jumlah Protruding Pin Feather Dan Non Protruding Pin Feather Pada Karkas Itik .....	88
4.3.1. Judul Penelitian: Evaluasi Penggunaan Tepung Bulu Hidrolisat Enzimatik terhadap Penampilan Produksi Itik .....	88
4.3.1.1 Cakupan Penelitian .....	88
4.3.1.2 Tempat Penelitian .....	89
4.3.1.3 Materi Penelitian .....	89
4.3.1.4 Metode Penelitian .....	91
4.3.1.5 Desain Penelitian .....	91
4.3.1.6 Variabel Penelitian .....	91
4.3.1.7 Analisis statistik .....	92
4.3.2. Pengukuran Jumlah Protruding Pin Feather Dan Non Protruding Pin Feather Pada Karkas Itik .....	92
4.3.2.1 Cakupan Penelitian .....	92
4.3.2.2 Tempat penelitian .....	92
4.3.2.3 Materi Penelitian .....	93
4.3.2.4 Metode Penelitian .....	93
4.3.2.5 Desain Penelitian .....	93



4.3.2.6	Variabel Penelitian .....	93
4.3.2.7	Analisis statistik .....	94
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>95</b>
5.1.	Penelitian Tahap I Percobaan Pembuatan Tepung Bulu Hidrolisis Enzimatis .....	95
5.1.1.	Kandungan zat makanan tepung bulu ayam .....	95
5.1.1.1	Bahan Kering .....	96
5.1.1.2	Protein Kasar .....	96
5.1.1.3	Daya Cerna Pepsin .....	97
5.1.1.4	Gross Energi .....	99
5.1.1.5	Lemak Kasar .....	99
5.1.1.6	Serat Kasar .....	100
5.1.1.7	Kadar Abu .....	101
5.1.1.8	Kandungan Asam Amino Tepung Bulu Ayam.....	101
5.2.	Penelitian tahap II : Uji Kecernaan Pakan Tepung Bulu Hidrolisat Enzimatis .....	105
5.2.1	Konsumsi dan kecernaan pakan, protein dan asam amino .....	105
5.2.1.1	Konsumsi Pakan .....	106
5.2.1.2	Konsumsi Protein .....	108
5.2.1.3	Kecernaan Protein .....	109
5.2.1.4	Konsumsi dan Kecernaan Asam Amino Metionin .....	110
5.2.1.5	Konsumsi dan Kecernaan Asam Amino treonin .....	112
5.2.1.6	Konsumsi dan Kecernaan Asam Amino Lisin..	113
5.2.2	Energi metabolis semu dan energi metabolis semu terkoreksi Nitrogen .....	115
5.3.	Percobaan Tahap Tiga : Uji pertumbuhan dan Pengukuran Jumlah Protruding Pin Feather Dan Non Protruding Pin Feather Pada Karkas Itik.....	117
5.3.1	Uji pertumbuhan (Growth Trial) .....	118
5.3.1.1	Bobot Badan Akhir .....	118
5.3.1.2	Konsumsi Pakan .....	119
5.3.1.3	Pertambahan Bobot Badan .....	121
5.3.1.4	Konversi Pakan .....	122
5.3.1.5	Bobot Karkas .....	124
5.3.1.6	Persentase karkas .....	126
5.3.2	Pengukuran Jumlah Protruding Pin Feather Dan Non Protruding Pin Feather Pada Karkas Itik.....	127
5.3.2.1	Bobot bulu dan persentase bulu, pada karkas itik umur 7, 8, 9 dan 10 minggu .....	127
5.3.2.2	Pengaruh penggunaan Tepung Bulu Hidrolisat enzimatis terhadap jumlah PPF dan NPPF pada karkas itik umur 7 – 10 minggu .....	132
5.4.	Pembahasan Umum .....	145
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>155</b>
6.1.	Kesimpulan .....	155
6.2.	Saran.....	155



<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	156
<b>LAMPIRAN</b> .....	182

## DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1	Estimasi jenis dan jumlah limbah pemotongan ayam pedaging (Ton)	17
2	Produksi daging Unggas (itik, entok, puyuh, merpati, ayam ras petelur, ayam ras pedaging dan ayam buras) menurut provinsi (Ton)	17
3	Populasi ayam ras pedaging (ekor) dan prediksi bobot limbah bulu ayam ras pedaging di Indonesia (ton)	17
4	Tahapan Dan proses Karkasing	38
5	Spesifikasi standar karkas unggas (Kondisi minimum dan cacat maksimum)	41
6	Persyaratan Tingkatan Mutu Fisik Karkas SNI 3924:2009	43
7	Kebutuhan Nutrisi Pakan Itik Pedaging Dan Petelur Pada Berbagai Umur pemelihara	46
8	Komposisi Asam Amino Tepung Bulu Ayam	48
9	Kandungan Asam Amino Tepung Bulu Ayam Berdasarkan Cara Pengolahan Dan Kandungan Asam Amino Tepung Ikan	51
10	Kandungan asam amino tersedia (%) dan True Metabolizable Energy (TME, kcal/g) tepung bulu hidrolisis (Moritz et al., 2001)	57
11	Hasil Analisis Tepung Bulu (National Renderers Association)	59
12	Kandungan zat nutrisi bahan pakan	85
13	Komposisi bahan pakan dan zat nutrisi penyusun pakan periode starter	89
14	Komposisi bahan pakan dan zat nutrisi penyusun pakan periode grower	90
15	Kandungan zat makanan tepung bulu ayam hidrolisis enzimatik dibandingkan dengan bungkil kedelai dan tepung ikan	95
16	Perbandingan kandungan asam amino tepung bulu ayam dari beberapa hasil penelitian	102
17	Pengaruh perlakuan terhadap konsumsi, pencernaan protein dan asam amino metionin, treonin dan lisin	106
18	Pengaruh tepung bulu hidrolisat enzimatik terhadap EMS dan EMSn	115
19	Pengaruh perlakuan terhadap bobot badan akhir, konsumsi pakan, PBB, Konversi, bobot karkas dan persentase karkas itik selama penelitian	118
20	Pengaruh jenis pakan TBHE terhadap bobot bulu dan persentase bulu itik umur 7-10 minggu	127
21	Pengaruh jenis pakaan TBHE terhadap jumlah PPF dan NPPF pada karkas	132





## DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1	Limbah bulu yang dihasilkan dari seekor ayam selama proses pemeliharaan dan penyembelihan .....	18
2	Proses pertumbuhan bulu baru dan lepasnya bulu lama (Bell, and Freeman, 1971) .....	23
3	Perkembangan bulu pada unggas.....	24
4	Pteryelae / saluran bulu pada ayam dan itik.....	26
5	Formasi saluran bulu .....	26
6	Tiga Tipe Bentuk Bulu .....	28
7	Bulu sayap bebek .....	28
8	Bulu sayap itik (contoh: itik pasifik hitam dewasa) Diadaptasi dari Marchant dan Higgins 1990) .....	29
9	Struktur protein keratin berbentuk tiga dimensi yang memiliki lilitan $\alpha$ -heliks atau lipatan $\beta$ -sheet. Diadaptasi dari B. E. Tropp. Biochemistry: Concepts and Applications, First edition, Brooks/Cole Publishing Company, 1997 .....	31
10	Posisi penyimpanan Karkas itik dalam box styrofoam pada CV Citra Bebek (Purwoatmodjo, 2011) .....	40
11	Protruding Pinfeather pada unggas hidup dan pada potongan karkas ...	44
12	Hidrolisis ikatan peptida .....	60
13	Bagan kerangka konseptual penelitian.....	79
14	Kerangka Operasional Penelitian .....	80
15	Fitur aktifitas enzim lipase pada permukaan luar bulu, kutikula lilin dan bulu untuk menguraikan lemak dan protease dalam folikel bulu memutuskan rantai panjang peptida menjadi komponen asam amino ...	100
16	Bobot bulu itik umur 7-10 minggu.....	129
17	Persentase bulu itik umur 7-10 minggu.....	130
18	Jumlah Protruding Pin Feather dan Non Protruding Pin Feather pada karkas itik umur 7,8,9 dan 10 minggu.....	132
19	Gambaran visual fisik dada,paha, punggung dan sayap dengan jumlah PPF dan NPPF pada itik umur 7 minggu.....	139
20	Gambaran visual fisik dada,paha, punggung dan sayap dengan jumlah PPF dan NPPF pada itik umur 8 minggu.....	140
21	Gambaran visual fisik dada,paha, punggung dan sayap dengan jumlah PPF dan NPPF pada itik umur 9 minggu.....	141
22	Gambaran visual fisik dada,paha, punggung dan sayap dengan jumlah PPF dan NPPF pada itik umur 10minggu.....	142



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

1	Prosedur pembuatan tepung bulu menggunakan Allyzyme FD .....	183
2	Uraian mutu karkas daging ayam dalam SNI 3924:2009.....	185
3	Hasil analisis statistik konsumsi pakan itik (%BK) Uji Kecernaan....	187
4	Hasil analisis statistik kecernaan protein pakan (95% Basal+5% TBHE) kecernaan protein pakan (100%TBHE) .....	188
5	Hasil analisis statistik kecernaan asam amino metionin dan lisin ..	189
6	Hasil analisis statistik kecernaan asam amino Threonin dan Energi Metabolis Semu Terkoreksi N (EMSn).....	190
7	Hasil analisis statistik Energi Metabolis Semu (EMS) dan dan konsumsi pakan itik (%BK).....	191
8	Hasil analisis statistik bobot badan itik dan penambahan bobot badan pada percobaan Uji pertumbuhan (Growth Trial) .....	192
9	Hasil analisis statistik konversi pakan, bobot karkas dan persentase karkas itik pada percobaan Uji pertumbuhan (Growth Trial) .....	193
10	Hasil analisis statistik persentase karkas itik pada percobaan Uji pertumbuhan (Growth Trial).....	194
11	Hasil analisis statistik bobot hidup dan Bobot bulu itik umur 7 minggu .....	195
12	Hasil analisis statistik Persentase Bulu itik terhadap bobot karkas dan Jumlah Protruding Pin Feather Pada Karkas Itik Umur 7 minggu .....	196
13	Hasil analisis statistik Jumlah Non Protruding Pin Feather yang Tertinggal Pada Karkas Itik Umur 7 minggu dan bobot hidup itik Minggu 8 .....	197
14	Hasil analisis statistik Bobot Bulu itik dan Persentase Bulu itik Minggu 8 .....	198
15	Hasil analisis statistik Jumlah Protruding Pin Feather dan Non Protruding Pin Feather yang tertinggal pada karkas itik umur 8 minggu .....	199
16	Hasil analisis statistik Bobot Hidup dan Bobot Bulu Itik Minggu 9...	200
17	Hasil analisis statistik Persentase Bulu Itik dan Jumlah Protruding Pin Feather Umur 9 minggu .....	201
18	Hasil analisis statistik Jumlah Non Protruding Pin Feather yang Tertinggal Pada Karkas Itik Umur 9 minggu dan bobot hidup itik umur 10 minggu .....	202
19	Hasil analisis statistik Bobot bulu dan persentase bulu itik Mg 10...	203
20	Hasil analisis statistik Jumlah Protruding Pin Feather dan Non Protruding Pin Feather Yang Tertinggal Pada Pada Karkas Itik Umur 10 minggu .....	204



## DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

AAFCOA	American Association of Feed Control Officials Association
ADSP	Acid Detergent Soluble Protein
Allzyme FD™	Allzyme Feather Digest True Metabolize
AMEn	Apparent Metabolizable Energi Nitrogen Correction
AME	Apparent Metabolizable Energi
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
ATR-FTIR	Attenuated Total Reflectance, Fourier Transform Infrared Spectroscopy and Raman Spectroscopy
BB	Bobot Badan
BK/ DM	Bahan Kering/Dry Matter
Ca	Calcium
CP	Crude Protein
DOD	Day Old Duck
DF	Down Feather
DI Yogyakarta	Daerah Istimewa Yogyakarta
Ditjenak	Direktorat Jendral Peternakan
DKI	Daerah Khusus Ibukota
EMSn	Energi Metabolis Semu Terkoreksi Nitrogen
EMS	Energi Metabolis Semu
TBHE	Tepung Bulu Hidrolisat Enzimatik
EHFM	Enzymatic Hydrolysis Feather Meal (EHFM).
EH	Enzyme Hydrolysis
FCR	Feed Conversion Ratio
FAO	Food and Agriculture Organization
g	Gram
HCl	Hydrochloric Acid
Kg	Kilo gram
Kcal/kg	Kilo Kalori per kilo gram
LK / EE	Lemak Kasar/ <i>Extract Ether</i>
Met	Methionin
Mt	metric ton
ME	Metabolizable Energi
MPa	Mega Pascal
Na <sub>2</sub> S	Natrium Sulfida
NaOH	Natrium Hidroksida
NFE	Nitrogen Free Extract
NKV	Nomor Kontrol Veteriner
NPPF	Non Protruding Pin Feather
NPR	Net Protein Ratio
NRA	National Renders Association
NRC	National Research Council
NTB	Nusa Tenggara Barat
NTT	Nusa Tenggara Timur
PBB	Pertambahan Bobot Badan
PDP	Pepsin Digestible Protein
PER	Protein Efisiensi Rasio
pH	<i>Potential Hydrogen</i>





## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Ketersediaan daging sapi dan ayam sebagian besar telah dapat memenuhi kebutuhan daging di Indonesia. Selain ayam pedaging, produksi daging di Indonesia juga diperoleh dari daging itik. Indonesia belum memiliki itik pedaging seperti itik Tsaiya yang dikembangkan secara khusus di negara Taiwan. Daging itik yang dikonsumsi di Indonesia umumnya adalah itik jantan petelur, itik afkir, entok dan itik hibrida.

Saat ini banyak penelitian untuk mengembangkan jenis itik yang dapat dimanfaatkan sebagai itik pedaging, diantaranya dengan menyilangkan itik lokal dengan itik Pekin. Namun produksinya belum bisa memenuhi ketersediaan jumlah daging itik sesuai permintaan konsumen. Matitaputty *et al.* (2011) menyilangkan itik Cihateup asal Tasikmalaya dengan itik Alabio asal Kalimantan Selatan menunjukkan performa yang lebih baik, tetapi menurut Putra *et al* (2015) kualitas karkasnya masih kurang baik karena masih menyisakan banyak bulu-bulu jarum (pinfeather). Di Bali penelitian di bidang perbaikan pakan dan genetik ternak untuk meningkatkan kualitas produksi itik dilakukan melalui persilangan itik pekin dengan itik Bali. Hasil persilangan ini oleh Prof. Dr. Ir. I Nyoman Suparta, MS. MM, dinamakan itik Cili yang merupakan singkatan nama dari kedua tetuamya yaitu itik Cina (itik Pekin dan itik Bali). Hasilnya PBB, bobot badan akhir, konsumsi dan konversi pakan, serta bobot karkas itik Cili memiliki mutu genetik yang lebih baik dibandingkan itik bali (Ambara *et al*, 2013).

Mutu genetik yang lebih baik juga diperoleh dari hasil persilangan itik lokal dengan itik Pekin, proporsi daging dari hasil persilangan ini relatif lebih banyak dibanding dengan itik lokal. Namun hasil persilangan yang ada di pasaran



umumnya masih beragam terutama dalam hal keseragaman bobot dan warna bulu. Itik Pekin memiliki karkas yang seragam dan warna kulit yang putih bersih, sedangkan warna bulu itik hasil persilangan memiliki lebih berwarna dari warna terang hingga warna yang lebih gelap sesuai dengan warna bulu yang diturunkan tetuanya. Itik yang memiliki warna bulu gelap cenderung menghasilkan penampilan karkas yang terkesan kotor dan menyebabkan pangkal bulu yang tertinggal pada karkas setelah pencabutan bulu nampak kehitaman dan terkesan kotor. (Li, *et al.*, 2012). Hal ini sangat mempengaruhi kualitas karkas dan preferensi konsumen. Kondisi warna kulit tersebut diakibatkan masih banyaknya pangkal bulu berwarna hitam yang tertinggal di karkas. Warna pada pangkal bulu unggas yang tertinggal pada karkas disebabkan oleh adanya kandungan pigmen. Menurut Winter dan Funk (1956) warna pada bulu disebabkan oleh pigmen *lipochrome* dan melanin. Eumelanin (hitam dan coklat gelap) dan pheomelanin (merah dan kuning) adalah dua tipe utama dari pigmen melanin (Solano and Galvan, 2016; Winter and Funk, 1956). Smyth (1994) dan Lukanov and Genchev (2013) melaporkan bahwa semua melanin pada tubuh burung adalah eumelanin dan pheomelanin. Pheomelanin hanya ditemukan di bulu burung.

Warna pada bulu menurut Hardjosubroto (2001) dan (Noor 2008) ditentukan oleh 4 kelompok gen yaitu gen penentu warna belang, kombinasi warna, intensitas warna, dan pemudaran warna. Meskipun warna bulu pada unggas bukan merupakan sifat produksi yang memiliki nilai ekonomis tinggi, tetapi dalam program pemuliaan sangat berperan untuk tujuan tertentu (Lancaster 1990; Sutopo *et al.* 2001; Appleby *et al.* 2004; Hoffmann 2005).

Pada unggas variasi warna bulu dibagi menjadi dua kelompok, yaitu warna yang dihasilkan oleh adanya pigmen dengan ukuran granul dan warna struktural yang ditunjukkan oleh adanya bulu mematah, menyerap, membelok



atau memantulkan cahaya (Hardjosubroto 2001). Berdasarkan tampilan corak bulu Smyth (1994) membagi tipe-tipe bulu unggas menjadi 8 bagian, yaitu stripping, pencilled, buttercup, single laced, double laced, spangling, motling, dan tricolor pattern. Sedangkan Sarengat (1990) membedakan pola warna bulu pada itik lokal Indonesia menjadi sembilan, yaitu: 1) warna branjangan: warna cokelat muda dihiasi lurik hitam, 2) warna jarakan: cokelat tua dihiasi lurik hitam. Disebut Jarakan belang jika terdapat kalung di lehernya 3) warna bosokan: berwarna hitam ketika muda, setelah dewasa menjadi cokelat tua, 4) warna gambiran: hitam dan putih, 5) warna lemahian: perpaduan antara cokelat muda keabuan, 6) warna Jalen dan putihan: putih mulus dengan paruh dan kaki berwarna kuning jingga atau kehijauan, 7) warna pudak: bulu putih tetapi paruh dan kakinya berwarna hitam, 8) warna irengan: bulu hitam kelam, dan 9) warna jambul: yakni warna bulu dominan hitam dan ada bulu jambul di bagian kepala.

Warna gelap pada bulu itik menyebabkan pangkal bulu yang tertinggal pada karkas juga berwarna gelap saat pencabutan bulu. Pangkal bulu ini adalah *protruding pin feather* dan *non protruding pinfeather*. Kadua jenis *pin feather* ini adalah bulu yang belum tumbuh sempurna ketika itik di potong. *Protruding pinfeather* merupakan bulu muda yang baru tumbuh dan menonjol di permukaan kulit dan membentuk bulu seperti sikat, sedangkan *non protruding pinfeather* adalah bulu muda yang menonjol di permukaan kulit namun belum membentuk bulu sikat. (USDA 1998). Bulu yang masih dalam pertumbuhan dapat diidentifikasi dengan adanya selubung bulu berililin (*waxy feather sheaths*) yang ketika dicabut akan mengeluarkan bercak darah. Hal ini menandakan bahwa bulu muda ini masih mendapatkan asupan nutrisi yang dialirkan melalui pembuluh untuk menunjang pertumbuhannya. *Protruding pin feather* dan *non protruding pinfeather* merupakan salah satu aspek penilaian dalam menentukan



kelas pada karkas unggas. (USDA, 1998; Damerow, 2012). *Waxy feather sheaths* adalah selubung / mantel lilin di sekitar bulu baru. Bulu baru (*pinfeather*) akan muncul dari selubung lilin pada bulu. (Bostwick, 2016).

Bulu mengandung lebih dari 90% protein dan komponen utama bulu adalah  $\beta$ -keratin yaitu protein struktural berserat dan tidak larut akibat ikatan silang disulfida, ikatan hidrogen dan ikatan hidrofobik. Hal ini menyebabkan bulu stabil secara mekanik, tahan terhadap enzim proteolitik seperti pepsin, tripsin dan papain, tahan terhadap degradasi oleh protease mikroba. (Onifade *et al.*, 1998; Gousterova *et al.* 2005; Sharma & Gupta, 2016; Bostwick, 2016; Poovendran *et al.*, 2017). Sedangkan menurut Lehninger (2005) Kekuatan pada sehelai bulu disebabkan oleh struktur  $\alpha$ -helik dan di dalamnya terdapat total 96 residu asam amino dan sembilan diantaranya adalah asam amino sistein (Cys). Kekuatan mekanik pada bulu dibentuk dari enam residu sistein yang membentuk jembatan disulfida.

Bulu tersusun dari akar bulu yang disebut *calamus* dengan tangkai panjang yang disebut *quill* atau *shaft* (Stettenheim, 2000; Bostwick, 2016.). Pada tangkai terdapat *rachis* untuk menjadikan bulu tegak dan keras. Bulu yang tumbuh sempurna memiliki pangkal bulu atau *rachis* yang kokoh, sehingga diduga pada saat pencabutan bulu pangkal bulu yg telah kokoh akan ikut tercabut bersama bulu itik. Asupan nutrisi untuk pertumbuhan bulu yang mengalir melalui pembuluh darah pada bulu akan berhenti jika bulu telah tumbuh sempurna. Hal ini akan terlihat sewaktu proses pencabutan bulu tidak lagi ditemukan bercak darah.

Pertumbuhan bulu sempurna dapat dilihat dari penampilan karkas, karena menurut Putra *et al.*, (2015) kualitas penampilan karkas itik lebih baik pada umur 10 hingga 12 minggu. Hasil yang diperoleh Putra *et al* (2015) sesuai dengan pernyataan Matitaputty *et al.*, (2011) bahwa persilangan itik Ciheuteup dengan



itik Alabio pada umur 8 minggu menunjukkan performa utama yaitu bobot potong, bobot karkas, efisiensi penggunaan pakan dan kualitas daging yang lebih baik namun menurut Putra (2015) masih menyisakan banyak bulu jarum pada karkas.

Penelitian bidang pemuliaan untuk menghasilkan itik dengan warna bulu putih memberikan penampilan fisik karkas yang lebih bersih dibandingkan jika bulu itik berwarna gelap. Namun penelitian ini membutuhkan banyak waktu untuk menghasilkan pola warna bulu putih pada itik yang tujuannya diarahkan untuk menghasilkan daging. Namun belum ada penelitian dari segi produksi untuk memperbaiki penampilan fisik karkas itik lokal yang dimanfaatkan sebagai itik pedaging meskipun bulunya bukan berwarna putih.

Metode untuk memperbaiki penampilan karkas yang menghasilkan itik berbulu putih tidak cukup hanya dengan cara persilangan. Kebutuhan nutrisi untuk memenuhi pertumbuhan bulu juga merupakan salah satu faktor yang ikut menunjang penampilan karkas. Kebutuhan protein dengan level berbeda untuk pertumbuhan bulu tersebut dilaporkan oleh Atmomarsono, *et al.*, (1999) yang terbukti meningkatkan laju pertumbuhan bulu sayap, persentase bulu sayap, dan panjang bulu sayap pada itik Manila.

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan bulu adalah asam amino bersulfur yang merupakan salah satu penyusun protein pada bulu. (Brush, 1978; Wheeler dan Latshaw (1981); Tillman *et al* (1982); Rincom dan Leeson (2004); Lehninger (2005); Zeng *et al* (2015). Asam amino ini dapat ditemukan pada bulu unggas sebagai hasil samping industri pemotongan unggas. Limbah bulu unggas ini dalam industri pakan dimanfaatkan sebagai tepung bulu. Pengolahan limbah bulu unggas menjadi tepung bulu ayam dapat menghasilkan tepung bulu dengan kualitas berbeda, tergantung pada teknologi pengolahan tepung bulu. Jika pengolahannya dilakukan dengan benar maka



kandungan asam amino yang ada pada tepung bulu dapat dimanfaatkan oleh ternak.

Ada berbagai metode dalam pengolahan tepung bulu, diantaranya adalah dengan hidrolisis, tekanan uap, fermentasi dengan mikroba atau jamur, perlakuan kimia dan aplikasi enzim. Berbagai jenis metode pengolahan ini bertujuan mendegradasi keratin pada tepung bulu. Peningkatan nutrisi bahan pakan asal limbah merupakan salah satu tujuan spesifik jenis enzim komersial yang proses aplikasinya dengan menambahkan langsung kedalam bahan pakan namun ada pula yang penggunaannya melalui proses pengolahan. Degradasi keratin pada tepung bulu dengan melibatkan enzim akan membuat daya cerna zat makanan, khususnya protein menjadi lebih baik. Salah satu jenis enzim yang dimanfaatkan untuk mengatasi pencemaran limbah hasil industri pemotongan ternak adalah *Allzyme* FD. *Allzyme* FD adalah enzim pendegradasi bulu yang diisolasi dari *Aspergillus niger*.

Berdasarkan fenomena yang telah diuraikan, maka diperlukan kajian tentang penggunaan tepung bulu yang diolah dengan cara hidrolisis menggunakan enzim *Allzyme* FD terhadap penampilan produksi dan jumlah pin feather yang tertinggal pada karkas itik.

## 1.2. Rumusan Masalah

1. Apakah ada perbedaan nilai nutrisi dan kandungan asam amino Tepung Bulu Hidrolisat Enzimatik (TBHE) *Allzyme* Fd dengan dua bentuk fisik limbah bulu dan dua level enzim yang berbeda.
2. Apakah ada perbedaan pencernaan protein dan nilai EMSn tepung bulu hidrolisat enzimatik (TBHE) *Allzyme* Fd dengan dua bentuk fisik limbah bulu dan dua level enzim yang berbeda.



3. Apakah ada pengaruh penggunaan tepung bulu hidrolisat enzimatik (TBHE) Allzyme Fd dalam pakan terhadap penampilan produksi itik
4. Apakah ada pengaruh level penggunaan tepung bulu hidrolisat enzimatik (TBHE) Allzyme Fd terhadap bobot bulu, persentase bulu, dan penampilan fisik karkas berdasarkan jumlah *protruding pinfeather* dan *Non protruding pinfeather* yang tertinggal di karkas itik pada umur 7, 8, 9, dan 10 minggu.

### 1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengevaluasi nilai nutrisi, kandungan asam amino, tepung bulu hidrolisat enzimatik (TBHE) Allzyme FD.
2. Membuktikan pengaruh penggunaan enzim Allzyme FD dengan bentuk fisik limbah bulu dan level enzim berbeda terhadap pencernaan protein dan nilai EMSn.
3. Menemukan formula terbaik dari penggunaan tepung bulu hidrolisat enzimatik (TBHE) Allzyme FD dalam pakan untuk meningkatkan nilai nutrisi, penampilan produksi, berat bulu, persentase bulu dan kecepatan berkurangnya jumlah protruding pinfeather & Non protruding pinfeather yang tertinggal pada karkas.

### 1.4. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi dan kontribusi ilmiah tentang tentang nilai nutrisi, kandungan asam amino tepung bulu hidrolisis enzimatik Allzyme FD.
2. Memberikan informasi tentang pencernaan protein dan nilai EMSn tepung bulu hidrolisis enzimatik (TBHE) Allzyme FD.
3. Memberikan informasi tentang level dan penggunaan terbaik tepung bulu hidrolisis enzimatik Allzyme FD dalam pakan terhadap penampilan



produksi : PBB , konsumsi pakan, konversi pakan dan persentase karkas itik.

4. Memberikan informasi tentang level dan penggunaan terbaik tepung bulu hidrolisis enzimatik terhadap berat bulu, persentase bulu dan kecepatan hilangnya *protruding pinfeather* dan *non protruding pinfeather* berdasarkan jumlah yang tertinggal pada karkas.
5. Memberikan Informasi dasar tentang penentuan kelas unggas air Indonesia khususnya pada salah satu persyaratan yang berhubungan dengan jumlah *pin feather* yang dapat diterima berdasarkan jumlah *protruding pinfeather* dan *non protruding pinfeather* yang tertinggal pada karkas itik setelah mengkonsumsi pakan yang mengandung tepung bulu hidrolisis enzimatik (TBHE) Allzyme FD.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Upaya Peningkatan Produksi Daging dan Penampilan Karkas Itik

Ada dua sumber daging unggas air di Indonesia, yaitu daging itik pekin beku impor dan unggas air lokal. Daging itik lokal berasal dari itik jantan muda, itik betina afkir, itik jantan tua, entok, persilangan entok dengan itik (Mandalung), persilangan entok jantan x itik betina (Tongki/Serati), persilangan itik Pekin x itik Bali (Cili), persilangan itik Pekin jantan x betina Mojosari warna putih (PMP), persilangan entok jantan x betina PMP (EPMP), persilangan jantan Mojosari x betina Alabio (Master/Raja: jantan), persilangan jantan Mojosari x betina Alabio (Master/Ratu: betina), dll. Daging itik lokal umumnya dikonsumsi oleh masyarakat golongan menengah kebawah, sedangkan itik pedaging impor biasanya digunakan oleh restoran dan golongan masyarakat menengah keatas.

Sumber daging unggas air yang paling mudah ditemui di pasaran adalah itik jantan muda tipe petelur. Jumlahnya cukup banyak dibanding sumber unggas air lokal lainnya. Meskipun jumlahnya banyak, pemanfaatan pakan yang tidak efisien dalam usaha produksi daging dari itik jantan muda tidak menguntungkan peternak, karena panjangnya waktu pemeliharaan untuk mencapai bobot potong. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sinurat *et al.*, (1993) dan Iskandar *et al.*, (1995) dalam Winarti *et al.*, (2006) bahwa Untuk mencapai bobot badan antara 1100-1200g diperlukan waktu 10 minggu dengan konversi pakan 4,19-6,02.

Unggas air lokal sebagai penghasil daging berkualitas perlu mendapat perhatian. Pertimbangan kesehatan merupakan alasan utama konsumen untuk mengkonsumsi bahan pangan asal ternak. Kualitas produk yaitu nilai nutrisi dan citarasa ternak itik, masih menjadi kendala utama dalam pengembangannya.

Selain kadar lemak yang tinggi, cara pemrosesan yang tidak memperdulikan



kualitas dan sanitasi itik hidup menjadi karkas, umur pemotongan tua akan menghasilkan daging yang keras, baunya anyir. Kualitas fisik dari segi penampilan juga menjadi pembatas terhadap permintaan konsumen.

Suparyanto (2003) menyatakan bahwa pasar tradisional mempunyai toleransi yang tinggi terhadap karakteristik fenotipik itik yang dihasilkan. Toleransi terhadap warna kulit karkas membuat produk ini masih bisa diterima. Namun penampilan warna dan kebersihan visual karkas penting pada tingkat pasar yang konsumennya adalah masyarakat ekonomi kelas menengah ke atas.

Penelitian untuk mengatasi kadar lemak dan *off odor* melalui pendekatan nutrisi telah banyak dilakukan, aspek produksi yang berhubungan dengan peningkatan kualitas fisik khususnya penampilan fisik karkas itik lokal yang terkesan kotor juga sudah dilakukan dengan cara pemuliaan ternak. Hardjosworo dan Rukmiasih (2001) dalam Hardjosworo *et al.*, (2001) menyilangkan itik dengan entok lokal, kedua-duanya dengan bulu berwarna, menghasilkan keturunan Mandalung dengan berbagai warna. Hardjosworo dan Rukmiasih mendapatkan 6 ekor (0,74%) itik jantan putih dan 4 ekor betina (0,49%) putih.

Sebanyak 95% dari keturunan jantan dan betina putih tersebut bulunya berwarna putih. Sugeng dan Supranoto (2007) juga melaporkan bahwa keturunan F1 Itik Manila Jantan bulu putih polos dengan induk bulu putih menghasilkan warna 100% putih polos. Keturunan putih polos sebesar 3.1%, diperoleh dari jenis Itik Manila Jantan dengan warna bulu putih bercampur coklat dengan induk berbulu putih. Keturunan F1 putih polos sebesar 8.4% dihasilkan dari jenis Itik Manila Jantan berbulu putih bercampur hitam dengan induk bulu putih. Pengamatan ini menunjukkan adanya indikasi warna bulu putih induk berpengaruh terhadap lebih tingginya persentase anak yang berbulu putih dan putih dengan bercak warna.

Hal ini menyimpulkan bahwa untuk mendapatkan itik dengan penampilan karkas yang bersih maka itik yang akan disilangkan juga sebaiknya berbulu putih.



Suparyanto (2003) menyatakan bahwa itik Mojosari putih akan memiliki prospek yang cukup baik bila digunakan sebagai komponen dalam pembentukan itik pedaging. Itik Mojosari putih yang dikawin silangkan dengan itik Pekin di Balitnak Ciawi untuk model induk itik tipe pedaging menghasilkan frekuensi anak dengan warna bulu putih polos sebesar 100%, baik untuk DOD jantan maupun betina.

Berbagai cara genetik untuk mendapatkan itik dengan penampilan karkas yang bersih telah dilakukan. Aspek produksi, kualitas performans perlu mendapat perhatian jika ingin meningkatkan nilai nutrisi dan kualitas fisik ternak, Perhatian khusus terhadap itik dengan penampilan karkas yang bersih bukan saja dilakukan dengan cara teknologi pemuliaan, namun juga perlu didukung dengan informasi nutrisi untuk memperbaiki penampilan produksi. Salah satu informasi penting dalam perbaikan penampilan produksi adalah informasi tentang nutrisi yang dapat menunjang pertumbuhan bulu sempurna. Pertumbuhan bulu sempurna memungkinkan pemrosesan itik hidup menjadi karkas lebih mudah sebab pencabutan bulu cenderung lebih mudah dan bersih. Kemudahan ini disebabkan oleh bulu yang tadinya terhubung dengan aliran darah (*Blood feather*) tumbuh sempurna dan pembuluh darah yang tadinya menyalurkan darah untuk memenuhi zat makanan pada bulu telah berhenti. Hal ini memudahkan pencabutan bulu hingga ke selongsong bulu. Pertumbuhan bulu sempurna dapat dijadikan patokan untuk menentukan umur panen pada itik, karena menurut Leeson dan Walsh (2004a) kondisi tersebut menjadi salah satu karakteristik usia penjualan pada unggas komersial.

Kebutuhan nutrisi untuk pertumbuhan bulu telah dilaporkan oleh Atmomarsono, et al., (1999). Level protein pakan yang diujikan pada itik manila terbukti meningkatkan laju pertumbuhan bulu sayap, persentase bulu sayap, dan



panjang bulu sayap pada itik Manila. Hal ini disebabkan kebutuhan protein tercukupi dan protein merupakan struktur penting untuk bulu.

Pertumbuhan bulu dan per dagingan merupakan ciri ciri yang diamati oleh Sunari *et al* (2001) selain persentasi penyusutan karena hal ini berpengaruh terhadap umur pemotongan yang ekonomis. Oleh sebab itu kematangan bulu penutup tubuh sangat dibutuhkan untuk melindungi kulit dan melapisi jaringan di bawahnya. Kondisi tersebut menjadi salah satu karakteristik usia penjualan pada unggas komersial. (Leeson dan Walsh, 2004a) . Selain itu pertumbuhan bulu menurut Lopez-Coello (2003) dalam Zeng *et al.*, (2015) adalah sifat ekonomi sangat penting untuk produksi daging itik dan dalam produksi ayam pedaging pertumbuhan bulu optimal dianggap penting karena tuntutan standar kualitas karkas yang tinggi. Pernyataan ini sesuai dengan Szász (2003) yang menyebutkan bahwa pertumbuhan dan perkembangan bulu di bagian belakang diantara itik Pekin, Muscovy dan persilangannya memiliki pengaruh besar pada umur pemotongan dan kualitas karkas.

Pertumbuhan dan perkembangan bulu khususnya penutupan bulu pada embrio itik Alabio dan Tiktok juga diamati Nggobe (2003) dan menemukan bahwa pertumbuhan bulu diawali dari bagian ekor, sedangkan pergantian bulu yang paling lambat menurut Lakollo (2008) adalah pada daerah ekor. Itik yang sedang tumbuh menghasilkan sekitar 60-80 g bulu dan persentase daging pada itik pekin jantan dapat ditingkatkan 4-5% sesudah derajat bulu penutup dicapai pada umur 12 minggu. (Szász, 2003).

Keturunan hasil persilangan itik Ciheuteup dengan itik Alabio pada umur 8 minggu menunjukkan performa utama pada bobot potong, bobot karkas, efisiensi penggunaan pakan dan kualitas daging yang lebih baik (Matitaputty *et al.*, 2011) namun menurut Putra *et al.*, (2015) kualitasnya masih kurang baik karena masih banyaknya bulu-bulu jarum yang tertinggal pada karkas dan persentase bagian



karkas dan lemak, serta kualitas penampilan karkas lebih baik jika itik CA (Ciheuteup Alabio) dipelihara lebih lama 10 hingga 12 minggu.

Hasil hasil penelitian yang telah dijabarkan diatas menunjukkan bahwa bulu memainkan peran penting dalam produksi unggas. Bulu penutup yang cukup dan pentingnya memberikan nutrisi yang dibutuhkan untuk sintesis bulu merupakan faktor yang sering terabaikan dalam industri unggas. Produsen cenderung mengabaikan pentingnya pengembangan bulu karena tidak langsung diukur dalam parameter kinerja unggas. Tapi bulu memainkan peran penting dalam pengaturan panas (Jull, 1951; Tanudimadja, 1974; Hardiman dan Katanbaf, 2012), sehingga memiliki pengaruh langsung pada produktivitas, bulu juga menjadi salah satu karakteristik usia penjualan dan pemotongan pada unggas komersial (Leeson dan Walsh, 2004, Hardjosworo, *et al.*, 2001), menjadi salah satu parameter dalam penentuan kelas daging unggas. (USDA, 1998; SNI 3924:2009).

Fungsi dan kegunaan bulu dalam hubungannya dengan penampilan produksi perlu dilakukan jika ingin meningkatkan kualitas karkas dari segi penampilan. Apalagi jika ingin memiliki standar nasional kualitas karkas unggas air. Penampilan fisik karkas unggas air dengan iklim tropis membuat dominasi melanin sebagai pigmen pelindung dalam paparan UV menjadikan bulu berwarna gelap. Bulu gelap membuat penampilan karkas unggas lokal terkesan kotor, dibandingkan dengan karkas itik pekin dengan warna bulu putih. Sinar matahari sepanjang tahun pada daerah tropis membuat unggas air yang berkembang di daerah tropis akan lebih banyak terpapar sinar matahari serta ultraviolet. Paparan ini membuat proteksi radiasi UV pada unggas dalam bentuk pigmen melanin. Hal ini sesuai dengan pernyataan Brenner and Hering (2007) bahwa sifat melanin gelap (yaitu eumelanin) pada organisme hidup mungkin terkait dengan kemampuan melindungi sel dari efek radiasi UV yang merusak.



Hal ini merupakan fungsi utama yang menyediakan organisme dengan manfaat adaptif utama yang membuat melanin berkembang. Properti ini diberikan oleh indeks bias tinggi dan daya serap luas yang terbentang di kisaran rentang UV spektrum elektromagnetik, sehingga menghindari kerusakan sel dari radiasi UV yang sangat energik.

Pigmen melanin adalah pigmen yang menyebabkan bulu unggas berwarna gelap dan salah satu pigmen utama yang bertanggung jawab untuk warna dalam sel hidup (Galvan & Solano, 2016). Kehadiran melanin dalam integumen sangat penting untuk pengembangan kehidupan di bumi, Efek merusak dari UV terhadap mikroorganisme dan hewan direspon secara fisiologis dengan cara melanisasi ( Brenner & Hearing, 2007). Pernyataan serupa tentang upaya mempertahankan eksistensi dan perlindungan diri juga dilaporkan oleh Chuong *et al.*, (2002). Disebutkan bahwa upaya mahluk hidup untuk mempertahankan keberadaannya dan upaya perlindungan pertama bagi semua mahluk hidup dari gangguan alam adalah kulit. Pada aves kulit ditumbuhi bulu, bulu yang berfungsi sebagai termoregulator, pelindung dan sensorik sehingga menurut Chuong *et al.*, (2002) organisme harus merasakan lingkungan dan membuat tanggapan yang tepat untuk bertahan hidup. Hal ini diperlukan untuk menjaga tekanan osmotik, mencegah panas / kehilangan air. Selain itu kulit juga merupakan alat proteksi radiasi UV melalui pigmen melanin dan fungsi kulit adalah melindungi kulit dari cahaya atau sinar yang akan masuk, perlindungan ini diperoleh karena pada sel epidermis terdapat pigmen melanin. Menurut Koswara (2009) kulit ayam sangat sensitif saat *molting* karena pada bagian kulit terdapat bulu dan akar bulu berhubungan dengan pembuluh darah, otot dan jaringan syaraf. Sinar matahari sepanjang tahun dan warna bulu gelap sebagai usaha perlindungan tubuh oleh pigmen melanin pada unggas air mungkin yang menyebabkan jenis itik yang berkembang di Indonesia didominasi oleh itik jenis



petelur. Hal ini sesuai dengan pernyataan Srigandono (1997) bahwa karakteristik pemeliharaan itik di Indonesia, kawasan Asia Selatan hingga ke China bagian selatan ditujukan untuk produksi telur.

## 2.2. Populasi Itik dan Ayam Pedaging Menurut Provinsi di Indonesia

Usaha ternak itik *Anas domesticus* merupakan salah satu usaha peternakan unggas yang cukup berkembang di Indonesia, populasinya ditahun 2013 : 43.709.901 ekor, di tahun 2014 mencapai 45.268.459 ekor dan ditahun 2015 populasi itik berjumlah 45.321.958 ekor, tahun 2016 : 47.424.151 dan di tahun 2017: 49.709.403 ekor. Peningkatan populasi itik tahun 2013-2017 sebesar 13,7%. Populasi Itik Manila di tahun 2013 hingga 2017\* berturut-turut (ekor) 7.645.188; 7.414.495; 7.975.337; 8.164.612; dan 8.439.232 (Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2017). Peningkatan populasi itik Manila tahun 2013-2017 sebesar 10,4%. Sebagai penyumbang protein hewani kontribusi itik dan itik Manila sebagai penghasil daging tahun 2016 adalah 47,5 ton atau 2,30% dari total daging unggas dan di tahun 2017 adalah sebesar 48,8 ton atau 2,11% dari total daging unggas. Total populasi ayam ras pedaging di Indonesia pada tahun 2013, 2014, 2015, 2016 dan 2017 berturut-turut adalah : 1.344.191,104; 1.443.349,118; 1.528.329,183; 1.632.567.839; 1.698.368.741 ekor (Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2017).

## 2.3. Prediksi Limbah Bulu Ayam Pedaging di Indonesia

Popularitas daging unggas yang didukung dengan kemajuan teknologi proses produksi merupakan salah satu sektor pangan terbesar di dunia. Pertumbuhan industri perunggasan diikuti dengan peningkatan limbah unggas : darah, bulu, jeroan, tulang dan hasil ikutan lainnya. Tonase bahan limbah hasil samping proses produksi industri perunggasan yang padat dengan teknologi ini



diproses dari pabrik pengolahan ayam pedaging modern dengan potensi pengolahan 200.000 sampai 1.000.000 ekor per hari (Soni *et al*, 2017). Di Uni Eropa sekitar 750.000 metrik ton (mt) dari bulu mentah yang diproduksi setiap tahun dapat dikonversi menjadi sekitar 200.000 mt tepung bulu hidrolisat. (Mondal dan Patra, 2015). Estimasi jenis dan jumlah limbah pemotongan unggas: jeroan, tulang, bulu dan darah (McGauran *et al*, 2017) dapat dilihat pada Tabel 1 dan Limbah bulu yang dihasilkan dari seekor ayam selama proses pemeliharaan dan penyembelihan dapat dilihat pada Gambar 2. (Arshad *et al* 2017).

Tabel 1. Estimasi jenis dan jumlah limbah pemotongan ayam pedaging (McGauran *et al*, 2016)

materi	% per ekor	Kg per ekor	% bahan kering
Jeroan <sup>a</sup>	23.7	0.483	34.7
Tulang	18.4	0.375	90.1
Bulu	5.5	0.112	27.6
Darah	244	0.049	19.1

Ket : Angka ini diestimasi dari Okanović, *et al* (2009); Abraham *et al* (2014), Meeker *et al* (2003)

Pertumbuhan industri pakan ternak untuk menopang kenaikan tingkat konsumsi daging ayam dan telur secara Nasional memberi peluang besar untuk memenuhi permintaan bahan baku lokal. Limbah bulu ayam adalah bahan baku pakan lokal alternatif dengan kandungan protein tinggi. Data populasi yang ditampilkan pada Tabel 2 dan 3 menunjukkan korelasi positif antara populasi ayam dengan jumlah ayam yang dipotong. Hal ini berimplikasi terhadap banyaknya limbah bulu ayam yang dapat dikonversi menjadi tepung bulu ayam.



Tabel 2. Produksi daging Unggas (itik, entok, puyuh, merpati, ayam ras petelur, ayam ras pedaging dan ayam buras) menurut provinsi. (Ton)

No	Jenis Unggas	Tahun				
		2013	2014	2015	2016	2017*
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	((7)
1	Itik	32.130	33.178	34.855	41.865	43.156
2	Puyuh	879	968	947	961	865
3	Merpati	201	291	320	358	318
4	Itik Manila	4.023	4.807	5.294	5.609	5.630
5	A. Pedaging	1.497.876	1.544.378	1.628.306	1.905.500	1.848.064
6	A. Petelur	77.143	97.195	102.805	110.282	113.988
7	Ayam Buras	319.599	297.652	299.773	284.989	296.128

Keterangan: \* Angka sementara

Dihitung berdasarkan data Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan (2017).

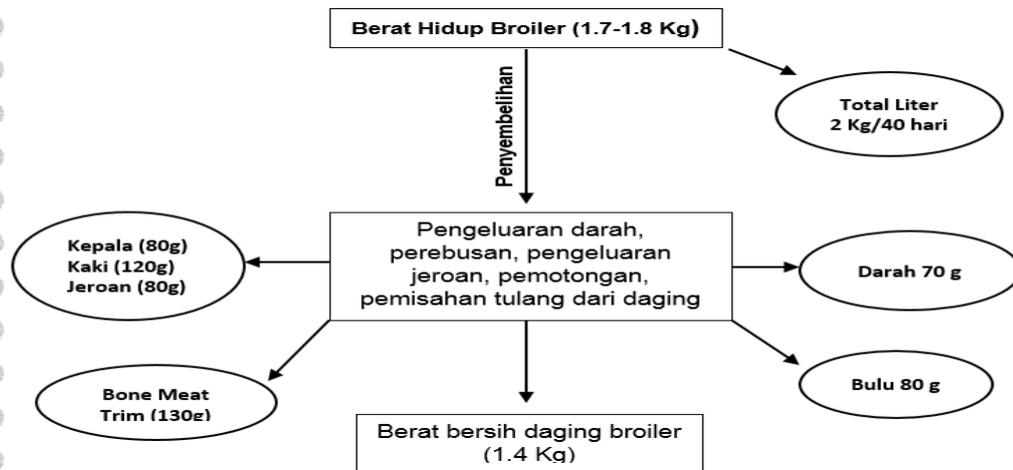
Tabel 3. Populasi ayam ras pedaging (ekor) dan prediksi bobot limbah bulu ayam ras pedaging di Indonesia (ton)

Tahun	Ayam Pedaging (Ekor)	Limbah Bulu (Ton)
2013	1.344.191.104	131.731
2014	1.443.349.117	141.448
2015	1.528.329.183	149.776
2016	1.632.567.839	159.992
2017	1.698.368.741	166.440

Ket. : Berat limbah bulu ayam diprediksi dari populasi ayam ras pedaging pada Tabel 2 dan diasumsikan bobot badan ayam ras pedaging 1,4kg/ekor. Bulu ayam ras pedaging yang diproduksi dihitung 7% dari bobot tubuh kosong. (Card, 1972; Rahayu dan Bata, 2015, Arshad *et al* 2017)

Menurut Jull (1951) bobot bulu bervariasi 4.5% sampai 6% dari bobot hidup namun Card (1972) berpendapat bahwa bobot bulu kurang lebih 4% sampai 9% dari bobot tubuh kosong, tergantung pada umur dan jenis kelamin unggas. Bulu mewakili 5-7% dari berat total ayam dewasa (Govinden dan Puchooa, 2012) dan pada itik kontribusi bulu terhadap bobot badan adalah 4,9% (Baranova *et al.*, 1983; Holub *et al.*, 1987). Sedangkan menurut Rahayu dan Bata (2015) dan Soni, *et al* (2017) bulu mewakili 7% terhadap total bobot ayam dewasa, Persentase 6% bobot bulu terhadap bobot hidup ayam pedaging dilaporkan oleh Adejumo *et al* (2016). Sebanyak 50% dari berat bulu pada ayam

didominasi oleh rachis, sementara separuh lainnya dianggap sebagai serat bulu termasuk barbs dan barbules (Winandy *et al.*, 2003 dalam Nuutine, 2017). Sedangkan prediksi limbah bulu ayam ras pedaging pada tahun 2012 - 2016 di Indonesia dapat dihitung sesuai pendapat Card (1972) sedangkan hasil perhitungan prediksi limbah bulu berdasarkan jumlah populasi disajikan pada tabel 3.



Gambar 1. Limbah bulu yang dihasilkan dari seekor ayam selama proses pemeliharaan dan penyembelihan (Diadaptasi dari Arshad *et al* 2017)

#### 2.4. Fungsi dan Karakteristik Bulu

Bulu merupakan karakteristik dari unggas. Bulu dianggap sebagai pelengkap integumen yang paling kompleks pada vertebrata (McKittrick *et al.*, 2012). Bulu berfungsi sangat penting untuk terbang, perlindungan, termoregulasi, kemampuan berenang, komunikasi sosial (Nash, 2008) dan berfungsi untuk menyediakan lapisan pelindung luar (Schrooyen *et al.*, 2001) serta kontrol suhu, kekuatan mekanik dan elastisitas (Hernandez *et al.*, 2005), pertahanan terhadap benda fisik, sinar matahari, angin dan hujan. (Pourjavaheri, 2017).

Jumlah bulu bervariasi di antara spesies burung yaitu kurang dari 1000 sampai lebih dari 10000 (Wetmore 1936; Brodkorb 1985) dan lebih dari 8.000



bulu menutupi tubuh ayam pedaging meskipun jumlahnya berbeda dalam bangsa ternak dan genetik. Bulu terlibat dalam termoregulasi dan memainkan peran penting dalam memberikan perlindungan terhadap gangguan luar dan luka fisik. Bulu penutup yang baik memberikan kontribusi untuk pemanfaatan energi yang lebih baik. Kehilangan / kerontokan bulu yang berlebihan berdampak buruk terhadap konversi pakan, sebab ayam harus mengalokasikan sebagian energi pakan tersedia untuk mengimbangi kehilangan panas. (Hardiman dan Katanbaf, 2012). Jull (1951) berpendapat bahwa jika fungsi bulu sebagai insulasi maka proporsi kehilangan panas paling besar adalah melalui permukaan tubuh, maka bobot bulu mempunyai hubungan lebih dekat dengan bobot badan daripada jumlah bulu. Baik bobot maupun jumlah bulu bukan merupakan indek kapasitas insulasi maupun termoregulator. Bulu pada unggas berukuran besar cenderung lebih banyak dari unggas berukuran kecil. Menurut Achmanu dan Muharliien (2011) selain sebagai pelindung tubuh kondisi bulu dapat menggambarkan kondisi kesehatan ayam dapat berproduksi tinggi atau rendah.

Pertumbuhan bulu, struktur dan pola moulting adalah karakteristik penting dari unggas komersial. Perhitungan jumlah bulu yang panjang pada sayap dan ekor bermanfaat sebagai dasar sistim seleksi yang dilakukan untuk memilih unggas dengan produksi telur yang tinggi. Pada bagian ini bulu akan rontok secara teratur dan akan tumbuh kembali dengan urutan yang teratur (Winter dan Funk, 1956). Pengamatan warna bulu (*Autosexing*) juga bermanfaat dalam menentukan jenis kelamin ayam pedaging. Hal ini memungkinkan untuk dilakukan tergantung pada fenotipe atau panjang bulu utama dan penutup bulu di atasnya. (Hardiman dan Katanbaf, 2012). Metode lain yang memanfaatkan pengamatan visualisasi pada bulu adalah pendugaan umur anak itik untuk tujuan peremajaan. Pengamatan pendugaan umur anak itik dilakukan dengan cara mengamati pergantian bulu tetas menjadi bulu tetap pada bagian sayap



sekunder, ketiak, punggung, dada dan ekor. Alasan menggunakan pergantian bulu adalah mudah diamati dan tampak dari luar dan tergolong bagian tubuh yang tumbuh dini. Dari pengamatan diperoleh hasil bahwa pada umur 3 minggu persentase pergantian bulu yang paling lambat (18,97%) ada pada daerah ekor sedangkan, punggung dan sayap mengalami persentase pergantian bulu yang sama ( 71,55%) pada minggu yang sama yaitu pada minggu ke-3. (Lokollo, 2008). Sedangkan North dan Bell (1990) menyatakan bahwa pada umur 6-7 minggu bulu pada sayap serta kepala merupakan urutan terakhir waktu munculnya bulu pada unggas.

Kematangan bulu sebagai penutup tubuh menjadi lebih penting untuk perlindungan kulit dan jaringan di bawahnya. Hal ini dimanfaatkan dalam menentukan umur potong yang lebih cepat pada ayam pedaging. (Leeson dan Walsh, 2004<sup>a</sup>). Kuantitas dan kualitas bulu ayam pedaging dan ayam petelur menjadi perhatian dalam produksi daging dan telur unggas komersial. Perhatian ditujukan pada kecukupan penutup bulu pelindung pada ayam pedaging dan jumlah bulu yang dibutuhkan untuk mengoptimalkan efisiensi pakan pada ayam petelur. (Leeson dan Walsh, 2004<sup>b</sup>).

### 2.5. Pertumbuhan Bulu

Bartels *et al* (2003) menyebutkan 6 katagori bulu berdasarkan morfologi, yaitu : 1) Ekor, 2) penerbangan atau kontur, 3) semiplume, 4) filoplume, 5) bristle dan 6) bulu down. Ke-6 jenis bulu ini hadir dalam berbagai bentuk dan ukuran. Bulu semiplume memiliki karakteristik diantara bulu kontur dan bulu down dan memiliki rachis dan barb panjang yang mirip dengan bulu down. Bulu filoplume lebih kecil dari semiplume, dengan beberapa barbs di ujung poros. Bulu semiplume pada ayam berfungsi sebagai sensorik terhadap getaran dan perubahan tekanan. (Bartels *et al*, 2003). Protektif bulu bristle dapat ditemukan



di bagian kepala ayam, dasar paruh, sekitar mata dan menutupi lubang hidung, bentuknya kaku dengan barbs pendek. Pada ayam jantan sering ditemui bulu yang panjang, indah pada bagian leher, punggung (*saddle*) dan ekor yang disebut *Sickle feather* yang merupakan *secondary sexual feather* (Achmanu dan muharlien, 2011).

Di bawah bulu kontur terletak bulu *down* yang lembut dan halus, ukurannya lebih kecil dari bulu kontur, tidak memiliki *barbules* dan *hooklets* memberikan rasa hangat sebagai fungsi termoregulasi pada burung (Bartels et al, 2003). Bulu memiliki struktur hierarkis dan bercabang dan dapat dibagi menjadi dua bagian: 1) calamus dan rachis, 2) barbs dan barbules (Bock, 2004) dan Kortright (1943) berpendapat bahwa pada itik bulu sayap dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu : *primaries, secondaries, tertials, primary coverts, greater coverts, middle coverts, dan lesser coverts*. Tangkai panjang , *quill* atau *shaft* dan *calamus* adalah akar yang menyusun bulu. Bulu bisa berdiri tegak dan keras karena pada tangkainya terdapat *rachis*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nuutinen (2017) bahwa bulu terdiri dari rachis di mana barbs dan barbules dilekatkan. Di dalam bulu, *rachis* dan *barbs* memiliki fungsi yang berbeda; *rachis* memberikan dukungan struktural sementara barbs membentuk lapisan pelindung yang fleksibel. *Rachis* dan *barbs* dibangun dari serat seperti lapisan luar dan struktur sarang lebah bagian dalam. Diasumsikan bahwa lapisan luar memberikan perlindungan dan dukungan sedangkan struktur sarang lebah memberikan bobot yang ringan dan kepadatan rendah. (Nuutinen, 2017).

Sebuah *barb* di cabang-cabang yang saling terhubung adalah *barbules*, kait *barb* pada *barbules* yang berdekatan bersama-sama menahan *barb* menjadi bulu *vane* yang terorganisasi dengan baik (Rogers, 1940). *Barbules* berjarak dekat dan saling menempel melalui *hooklets / barbicels*. (Messinger, 1965).



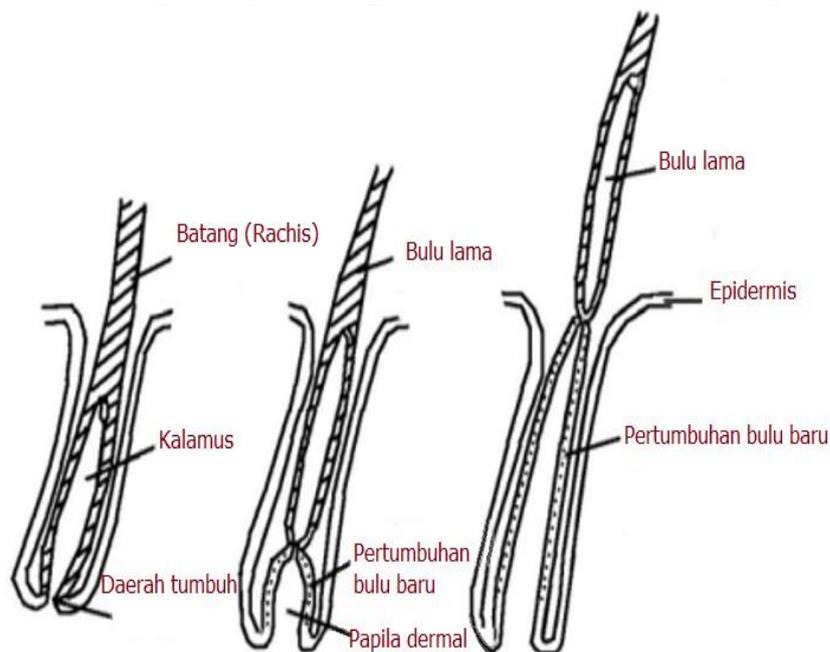
Lanjutan dari *Barbs* adalah *quill* dan *barbulae* adalah lanjutan dari *barbs*, sementara *barbicels* merupakan lanjutan dari *barbulae*. (Kortright, 1943).

Pertumbuhan bulu pada unggas diawali pada hari keenam embrio (Winter dan Funk, 1956), sedangkan Leeson dan Walsh (2004<sup>a</sup>) melaporkan bahwa pertumbuhan bulu dimulai pada sekitar hari ke-5 inkubasi sedangkan keratinisasi telah lengkap pada umur 2-3 hari sebelum menetas. Menurut Tanudimadja (1974) *Epidermis papilla* yang terletak diatas kulit tersusun atas dua lapisan, *stratum corneum* : yaitu lapis luar yang bertanduk dan *stratum germinatum* yaitu lapisan dalam yang mula mula tumbuh lunak dan akhirnya menjadi seperti tanduk. Selubung bulu yang sedang tumbuh disebut *startum corneum*. Setelah bulu terbentuk selubung ini akan lepas dan bulu *stratum gervinatum* yang terletak dibawahnya akan tumbuh dan membentuk sebuah silinder. *Calamus* adalah bagian bawah silinder yang terdiri dari *papilla dermis* yang juga berbentuk silinder, bagian atas membentuk rigi rigi yang terpisah untuk membentuk cabang cabang dari bendera bulu.

*Papilla dermis* adalah tempat bulu mendapatkan makanannya. Bulu kemudian akan ditarik ke ruang *calamus* setelah pertumbuhan bulu dari *papilla dermis* selesai. *Umbilicus inferior* akan ditutupi oleh beberapa sisik *conis*, yang terdapat didalam *calamus*. (Tanudimadja,1974). Menurut Bell dan Freeman (1971) bulu baru tumbuh keluar dari permukaan kulit, *quill* (tangkai bulu) dari bulu lama terdorong dari kanal folikel dekat dengan *sheath* (selubung) bulu baru. Setelah menetas, pembungkus bulu mengering, retak, mengelupas lalu *barb* (cabang bulu) dan *barbule* terbentang. Ujung dan sisi bawah tiap *barbulae* yang saling bersambungan memiliki filamen kecil yang disebut *barbicels* berfungsi menahan dan menopang *barbula*. Pembelahan sel berhenti di dalam daerah asal, meninggalkan suatu bintil untuk bulu yang berikutnya.



Bulu terdiri atas sumbu yang disebut *scapus* dan bendera bulu yang disebut *vexillum*. *Barbae* merupakan cabang-cabang lateral dari *rachis* yang menyusun bendera atau *vexillum*. Bagian bawah dari sumbu disebut *calamus* yaitu tangkai pangkal bulu, sedangkan sumbu dari *vexillum* disebut *rachis*. *Calamus* merupakan sumbu bulu yang dalamnya tidak berongga dan *rachis* adalah lanjutan dari *calamus* (Stettenheim, 2000).

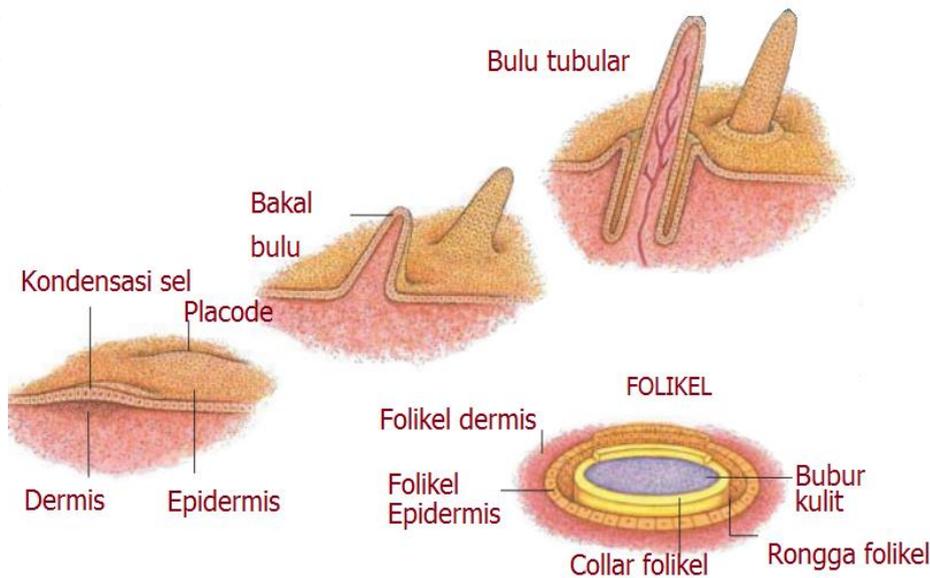


Gambar 2. Proses pertumbuhan bulu baru dan lepasnya bulu lama (Bell dan Freeman, 1971)

Tanudimadja (1974) menyatakan bahwa bulu merupakan struktur epidermal, dimana sebagian tertanam dalam folikel-folikel kulit. Indikasi pertama dari pembentukan bulu terlihat pada perubahan pada dermis. Vascular akan tumbuh keatas dan membentuk papilla, kemudian kulit disekitarnya akan masuk kedalam membentuk suatu lekuk, sehingga dalam waktu singkat papilla dibungkus dalam sebuah folikel dari kulit. Pembentukan tunas bulu menurut WidELITZ *et al* (2003) dimulai dengan adanya sinyal mesenkim di epitelium. Plakod epitel bagian tengah berkondensasi membentuk mesenkim. Pada inisiasi tunas bulu menjadi primordia tunas bulu dari bentuk simetri menjadi asimetri. Saat



tunas bulu memanjang terjadi invaginasi folikel bulu kemudian filamen bulu mulai tumbuh. Cabang bulu mulai muncul dan berdiferensiasi.



Gambar 3. Perkembangan bulu pada unggas dimodifikasi dari Prum dan Brush, Scientific American, (2003).

1. Pertumbuhan bulu dimulai dengan penebalan *placode epidermis* selama kondensasi sel dalam *epidermis*
2. *Placode* lalu membentuk tabung panjang yang dikenal sebagai bakal bulu.
3. Perkembangan sel dalam sebuah cincin di sekitar bakal bulu membentuk kantong sistemik organ yang menghasilkan bulu. Pada bagian bawah kantong/selongsong didalam *folikel collar* produksi lanjutan keratinosit tua keluar dan membentuk bulu tubuler.

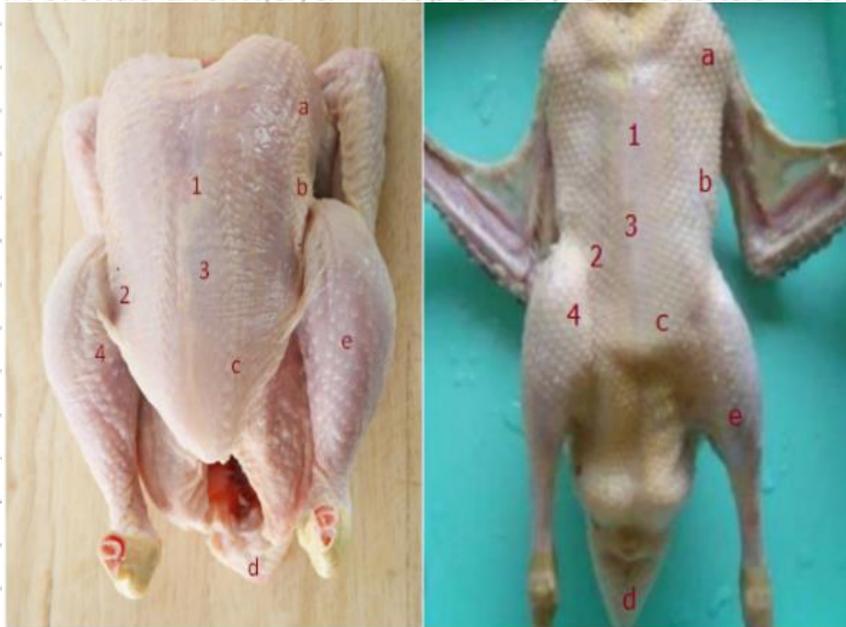
Lucas dan Stetenheim (1972) menyebutkan bahwa sebagian bulu sayap dan ekor sudah mulai terlihat pada ayam yang berumur delapan hari dan keseluruhannya akan terlihat pada umur 19 hari. Bulu sayap dan bulu ekor tumbuh sempurna pada umur 35 hari. Plumae atau bulu penutup tubuh terbentuk ketika bulu mulai tumbuh ke arah luar epidermis. Bulu *natal*/bulu kapas akan menutupi seluruh tubuh ketika anak ayam ditetaskan dan kemudian bulu kapas akan berganti dengan bulu yang lebih keras (Tanudimadja, 1974). Beberapa minggu setelah penetasan pergantian bulu pertama akan digantikan dengan bulu remaja. Bulu ini lebih kecil daripada bulu dewasa, lebih pendek dan sempit.



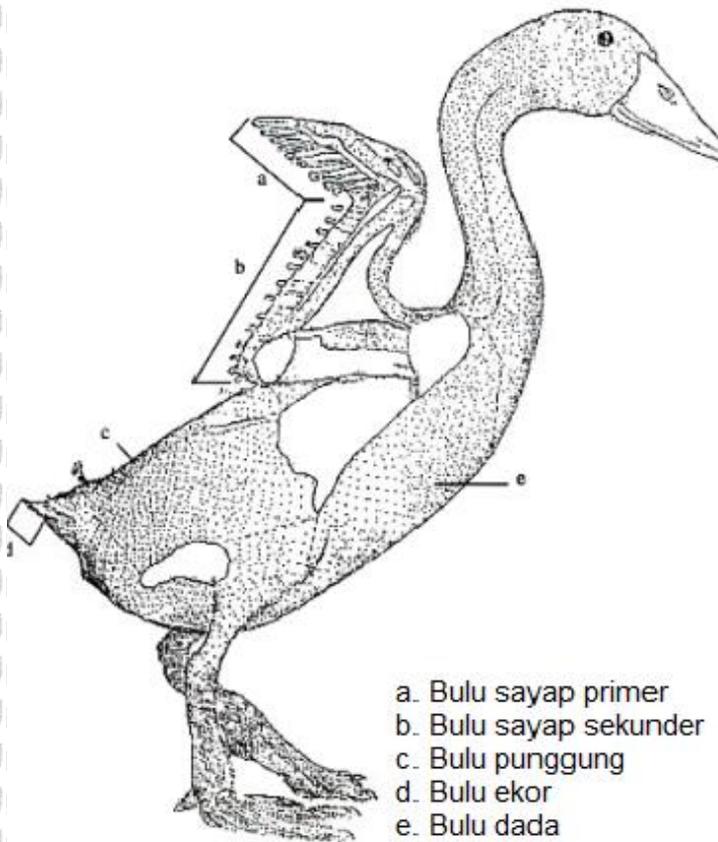
Pergantian bulu kedua, terjadi berangsur-angsur setelah beberapa bulan masa hidup, tergantung spesies ( Yu *et al.*, 2004).

Bulu tetap dewasa yang normal menurut Romanof (1960) dalam Susiloharjo (1990) diawali dengan pembentukan cabang cabang bulu utama, kemudian saling bertemu, melebur dengan rachis, *barb* lalu muncul pada lapisan sel intermediat pada titik tengah bulu dan bergerak menuju *rachis*. Bulu-bulu tersebut memanjang secara langsung ke shaft karena penambahan sel dari daerah proximal. Pada sebagian besar spesies unggas, tidak semua permukaan kulit ditumbuhi bulu. Bulu tumbuh di saluran berbeda yang mencakup 75% di atas permukaan kulit (Leeson dan Walsh, 2004<sup>a</sup>). *Feather tract / pterylae* atau saluran bulu merupakan tempat teratur tumbuhnya bulu. Kepala, leher, sayap, bahu, perut, dada, paha, punggung, kaki, dan ekor adalah 10 saluran bulu yang terdapat pada unggas (Jull, 1951), Penampakan saluran bulu secara ventral dan lateral terdapat pada paha, sayap, dan kepala (North dan Bell, 1990).

Tempat siklus hidup bulu dimulai dari saluran-saluran bulu pertama yang merupakan daerah yang akan ditumbuhi bulu (Card, 1972), dan *pterylae* yang tampak pada daerah tulang belakang memanjang dari leher sampai ekor dan sekitar dada merupakan tempat tumbuh folikel folikel bulu pada batas tertentu di permukaan kulit. Saluran bulu pada itik hampir menyebar di seluruh tubuh, sedangkan pada ayam hanya ada di bagian bagian tertentu dari bagian tubuhnya. (North dan Bell, 1990). Selanjutnya dinyatakan bahwa urutan dan waktu munculnya bulu pada unggas yaitu bahu dan paha pada umur 2-3 minggu, dada dan pantat pada umur 3-4 minggu, leher, dada dan kaki pada umur 4-5 minggu, punggung pada umur 5-6 minggu, sayap dan kepala pada umur 6-7 minggu.



Gambar 4. Pteryelae (Saluran bulu) pada ayam dan itik : ventral view  
a. *Central vertikal tract*, b. *Pectoral tract*, c. *Sternal tract*, d. *Abdominal tract*, e. *Crural tract*. 1. *Ventral cervical arterium*; 2. *Pectoral apertium*; 3. *Sternal apertium*; 4. *Crural Apertium*



- a. Bulu sayap primer
- b. Bulu sayap sekunder
- c. Bulu punggung
- d. Bulu ekor
- e. Bulu dada

Gambar 5. Formasi saluran bulu. (Susilohardjo, 1990)



Menurut Meyer dan Baumga (1998) pengamatan imunhistokimia menunjukkan pertumbuhan bulu di bagian perut pada embrio ayam lebih lambat dan berkembang cukup pesat di bagian punggung. Selanjutnya dinyatakan bahwa pertumbuhan dan pembentukan bulu disertai dengan produksi keratin dalam sel-sel *barbule*.

Jefrey (2006) menyatakan folikel bulu tersusun secara teratur dalam suatu baris atau saluran. Folikel dapat menghasilkan bulu seumur hidup ayam. Dalam setahun biasanya terjadi satu hingga dua kali pergantian bulu, tergantung pada lingkungan, usia, sumber makanan dan faktor lainnya. Selain itu bulu dapat tumbuh kembali untuk menggantikan bulu yang hilang karena cedera.

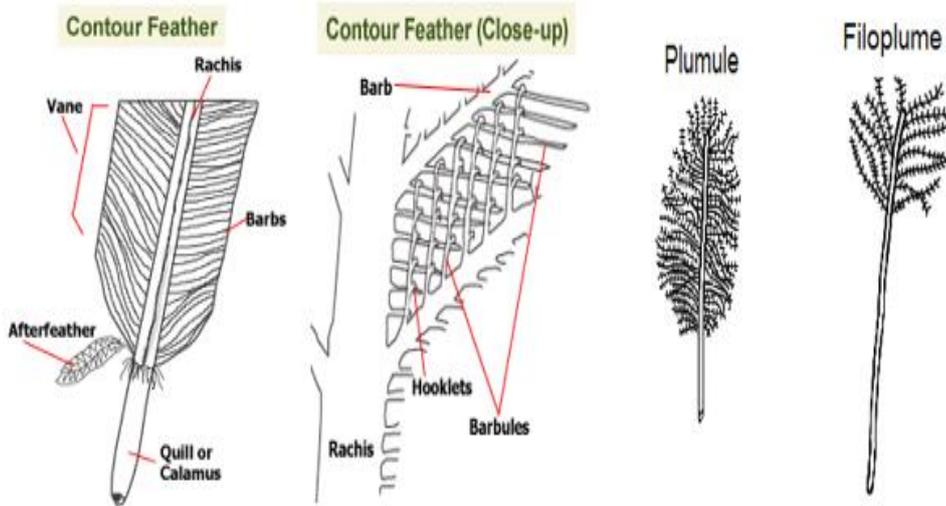
Bulu utama pada aves dapat dibedakan berdasarkan strukturnya, yaitu *Plumae* (kontur), *plumulae* dan *filoplumulae*. (Tanudimadja, 1974; Suprijana, *et al.*, 2005). Bulu kontur berbeda dalam bentuk dan ukuran, tergantung lokasi bulu pada badan dan jenis kelamin ayam. Bulu kontur menutupi badan. Pada ayam dewasa di bawah bulu kontur terdapat *plumulae* atau bulu bulu kecil menyerupai bendera dan tidak bercabang dan merupakan penahan panas yang sangat baik. *Filoplumulae* adalah bulu yang menyerupai rambut dan telah berdegenerasi. Bulu ini akan tertinggal bila ayam dipotong dan telah dicabut bulunya. (Tanudimadja, 1974).

Bentuk bulu dewasa menurut Suprijana, *et al.*, (2005) dapat dibedakan menjadi 3 tipe yaitu : *plumae*, *plumulae* dan *fitoplumae*.

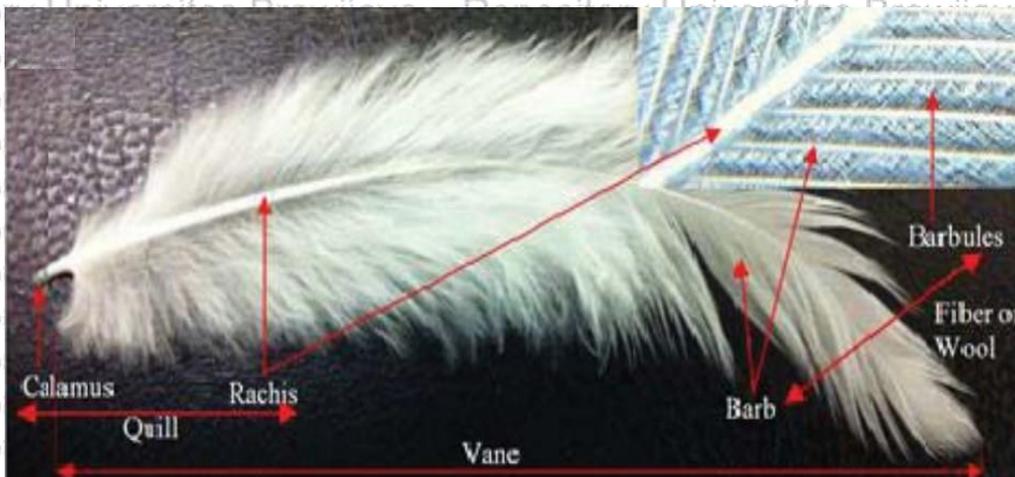
1. *Plumae* (*contour feathers*) merupakan bulu penutup tubuh yang letaknya paling luar. *Plumae* memiliki 4 bagian yang jelas, yaitu : *Quill*, *Rachis* atau *shaft*, *Fluff* dan *Web*.
2. *Plumulae* merupakan bulu penutup tubuh yang letaknya di bagian bawah, bentuknya halus serta memiliki *rachis* yang lebih pendek.



3. *Fitoplumae* adalah bulu halus yang letaknya menutupi seluruh permukaan tubuh itik



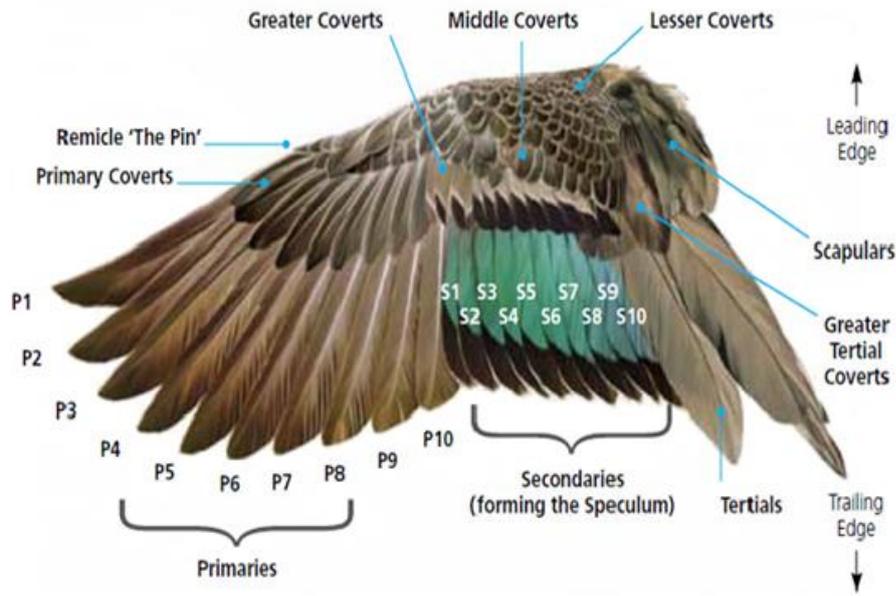
Gambar 6. Tiga Tipe Bentuk Bulu (Sumber: <http://www.drfsfostersmith.com>, <http://biodiversitywarriors.org>)



Gambar 7. Struktur semiplume bulu ayam (fiber atau wol: *barbs* / *barbules*), (pena bulu: *calamus* / *rachis* atau *poros*), (baling-baling: *rachis* / *barb* / *barbules*). Sumber: Pourjavaheri, 2017.

Menurut Lucas dan Stettenheim (1972) bulu sayap terdiri atas 3 bagian yaitu:

1. Bulu primer yang terletak paling jauh dari badan dan terdiri atas 10 buah bulu
2. Bulu sekunder yang terletak dekat dengan badan terdiri atas 18 buah bulu
3. Bulu axial yang terletak diantara bulu primer dan bulu sekunder. Bentuknya lebih pendek bila dibandingkan dengan keduanya.



Gambar 8. Bulu sayap itik (contoh: itik pasifik hitam dewasa). Diadaptasi dari Marchant dan Higgins 1990). Sumber : <http://www.gma.vic.gov.au>

Menurut Abubakar (1993) , bentuk, ukuran dan kelembutan bulu pada itik dapat dikelompokkan kedalam 7 kelas:

- 1) Bulu keras, mempunyai tangkai / *rachis* yang keras dan panjang. Mahkota bulunya lebar. Jenis Bulu keras merupakan bahan baku *shuttle cock*.
- 2) Bulu sadel atau bulu lawi memiliki mahkota bulu yang lebih sempit dibandingkan jenis bulu keras, mempunyai tangkai keras namun panjang.
- 3) Bulu separuh kapas terletak di tubuh itik dan separuh dari bagian bawah tubuhnya adalah bulu kapas dan separuhnya lagi adalah mahkota bulu.
- 4) Bulu tiga perempat kapas, bentuknya seperti bulu setengah kapas, tiga perempat bagian bawah dari bulu adalah bentuk bulu tiga perempat kapas.
- 5) Bulu kapas, seluruhnya merupakan bulu kapas dan bertangkai keras.
- 6) Bulu *plumules*, seluruhnya merupakan bulu kapas tetapi bertangkai lunak.
- 7) Bulu *down feather* (DF), bulu ini seperti pada bulu *plumules*, seluruhnya bulu kapas tetapi tidak bertangkai.

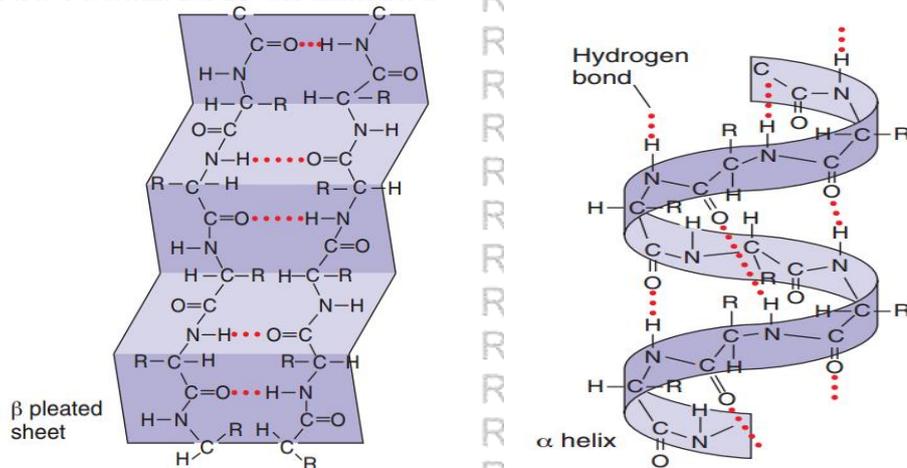


Bulu itik mempunyai permukaan serta bagian dalam yang sangat lembut dan tebal, berbentuk konkaf, merapat erat ke permukaan badan. Itik tahan dingin meskipun berada di air untuk jangka waktu yang lama, hal ini disebabkan oleh lemak subkutan yang berfungsi sebagai insulator. Kelenjar minyak (*preen gland*) yang relatif besar pada itik mencegah air masuk ke permukaan kulit, hal ini menyebabkan bulu itik senantiasa berminyak. (Srigandono,1997). Kelenjar pada ekor unggas air menurut Lung, (2015) mengeluarkan minyak yang berbeda pada musim yang berbeda. Minyak ini tersebar di bulu, tahan air, mencegah bakteri pengurai, dan bertindak sebagai pelumas untuk mencegah kerusakan. Hasil analisa *gas chromatography mass spectrometry* menunjukkan bahwa minyak pada permukaan bulu down angsa atau bebek, yang berasal dari kelenjar *preen gland* dapat dibagi menjadi tiga jenis: kolesterol, asam lemak, dan lilin (alkohol alifatik + asam lemak). Studi awal yang dilakukan oleh Lung (2015) menemukan bahwa bahan utama minyak di permukaan bulu down itik adalah asam lemak, sedangkan lilin adalah bahan utama pada permukaan bulu angsa. Asam lemak dapat dengan mudah diurai oleh mikroorganisme dan menyebabkan pertumbuhan bakteri yang kemudian menyebabkan kerusakan pada serat bawah. Lilin memberikan struktur perlindungan yang sangat baik untuk bulu halus/bulu kapas tanpa bau, dan karena struktur tiga dimensi dari bulu angsa besar dan berbulu, ini secara alami menghasilkan kualitas bulu yang sangat unggul. Struktur multi-skala pada bulu itik menurut Liu *et al* (2008) memberikan kekasaran permukaan yang tepat untuk karakteristik penolak air. Itik menggunakan kelenjar minyak untuk menciptakan permukaan energi rendah pada bulunya dan menunjukkan sifat anti air yang sangat kuat. Sifat anti air yang kuat pada bulu menurut Barone dan Schmidt (2006) disebabkan keratin tersusun oleh 60% kelompok kimia hidrofobik sesuai struktur urutan asam aminonya dan 40% hidrofilik. Selain itu keratin bulu mengandung kurang lebih 41%  $\alpha$ -helix, 38%



( $\beta$ )-sheet dan 21% struktur acak. Barbs dan barbules bulu sebagian besar memiliki struktur D-heliks keratin. Sedangkan pada ayam menurut Alberts, *et al*, (1995) dan Schmidt dan Line (1996) keratin yang terdapat pada bulu ayam memiliki sifat hidrofilik dan hidrofobik karena 39 dari 95 asam amino dalam monomer keratin yang hidrofilik, diantara asam amino serin adalah asam amino yang paling melimpah sehingga pada ayam bulu mempunyai kemampuan untuk menarik kelembaban dari udara. Kemampuan ini disebabkan oleh adanya asam amino serin dengan group OH bebas pada permukaan setiap molekul serin.

Gugus -OH di setiap residu serin membantu bulu ayam menyerap kelembaban, oleh karena itu serat bulu ayam bersifat higroskopis (Saravanan *and* Dhurai, 2012).



Gambar 9. Struktur protein keratin berbentuk tiga dimensi yang memiliki lilitan  $\alpha$ -heliks atau lipatan  $\beta$ -sheet. Diadaptasi dari B. E. Tropp. *Biochemistry: Concepts and Applications, First edition. Brooks/Cole Publishing Company, 1997*

Kemampuan bulu ayam untuk menyerap kelembaban dari lingkungan memiliki implikasi penting untuk pengolahan, penyimpanan, transportasi, dan daya tahan dari bulu ayam yang mengandung bahan komposit, seperti tingkat



kadar air yang dapat mengganggu pengolahan dan meningkatkan berat bulu sehingga menyebabkan kerusakan yang cepat. (Oladele, 2016).

## 2.6. Kandungan Nutrisi Pada Bulu

Harrap dan Woods (1964), menyatakan sebagian besar bulu pada unggas air adalah keratin dan berat keratin bulu menurut Brush (1978) 30% lebih sedikit dari jumlah yang ditemukan pada sisik, paruh dan kuku. Kandungan protein bulu menurut Wyeld (1980) adalah 73,15%, lemak 1,01%, air 21,6%, abu 1,11% dan sistin yang kaya akan sulphur adalah salah satu asam amino esensial yang menyusun protein bulu. Keratin bulu memiliki 7% sistein dalam ikatan disulfida yang dapat dihidrolisa, dikurangi dan dioksidasi (Arai *et al*, 1983); Gupta *et al* (2012 A). Bagian bulu yang berbeda memiliki tingkat sistein yang berbeda, hal ini menyebabkan bagian bulu menjadi lebih keras atau lebih lembut.

(Ramanan, 2010). Kandungan sistein yang tinggi pada bulu menyebabkan keratin lebih stabil dengan membentuk struktur jaringan melalui gabungan polipeptida yang berdekatan dengan ikatan silang disulfida. Kekuatan keratin yang tinggi disebabkan oleh dua molekul sistein terikat oleh ikatan disulfida dan ikatan hidrogen heliks dalam keratin meningkatkan kekuatannya (Gupta *et al*, 2012 (B); Bitter, 1963).

Menurut Wheeler dan Latshaw (1981) bulu mengandung 17 asam amino, dan 12% asam amino penyusun protein bulu ini adalah metionin dan sistin yang sangat penting dalam sintesis keratin. Lebih lanjut dinyatakan bahwa suplementasi asam amino sulfur dalam pakan dapat meningkatkan jumlah bulu dan kandungan sulfur di bulu unggas air. Arai *et al*. (1986) telah mengidentifikasi urutan asam amino keratin dari spesies itik dan merpati dan asam amino yang paling banyak ditemukan adalah serin, prolin, glisin, valin, sistein dan leusin. Sekitar setengah dari asam amino ini bersifat hidrofilik dan setengahnya bersifat



hidrofobik (Schmidt and Jayasundera, 2004). Menurut Fraser and Parry (1996), urutan asam amino bulu ayam mirip dengan bulu lainnya dan memiliki banyak kesamaan dengan keratin reptil dari cakar.

Menurut Tillman *et al* (1982) keratin adalah protein serat yang terkandung dalam bulu unggas dengan kandungan sistin yang tinggi, sangat tidak larut dan resisten terhadap enzim pencernaan seperti pepsin, tripsin dan papain yaitu enzim proteolitik sekresi kelenjar pencernaan. (Tillman *et al*, 1982; Lin *et al*, 1992; Brandelli, 2008; Mazotto *et al.*, 2011 ). Hal ini disebabkan oleh 14% ikatan disulfida yang menyusun keratin (Brandelli, 2008; Mazotto *et al.*, 2011).

Keratin adalah protein fibrous yang kaya akan sulfur dan banyak terdapat pada rambut, kuku, bulu dan merupakan produk pengerasan jaringan epidermal dari tubuh (Haourowitz, 1984). Keratin sangat stabil, sangat tahan terhadap basa kuat, asam dan tidak larut dalam air. Kestabilan ini disebabkan oleh belitan ikatan silang dalam bentuk helix, saling berhubungan melalui ikatan hidrogen dan ikatan disulfida, dan interaksi hidrofobik (Lin *et al.*, 1992) Menurut Lehninger (2005) keratin memiliki daya tahan yang baik dan tahan terhadap degradasi. Namun ketahanan ini dapat diputuskan dengan memotong ikatan peptida secara bersamaan melalui proses hidrolisis asam dan alkali, penggunaan larutan natrium sulfida ( $\text{Na}_2\text{S}$ ) dapat mengurangi ikatan disulfida. Teknik ini menurut Kock (2006) efektif mengekstraksi keratin hingga 75%.

Menurut Lehninger (2005),  $\alpha$ -keratin kaya residu sistin yang dapat memberikan jembatan disulfida di antara rantai polipeptida yang berdekatan.

Asam amino utama yang terlibat dalam sintesis bulu keratin adalah sulfur yang mengandung asam amino sistein dan metionin. Kandungan protein pada bulu, pakan dengan tingkat protein yang lebih tinggi membuat pergantian dan pengembangan bulu menjadi lebih cepat (Hardiman dan Katanbaf, 2012).



Sebaliknya kehilangan bulu sebagai proporsi dari total massa bulu ayam tampaknya meningkat dengan bertambahnya umur mencapai sekitar 10% pada umur 7 minggu untuk ayam betina.

Dalam menunjang pertumbuhan bulu sempurna, sangat penting memprediksi kebutuhan nutrisi menggunakan data asam amino bulu untuk mengetahui pengaruh usia pada nilai-nilai tersebut. Pertumbuhan bulu dan komposisi bulu dapat dipengaruhi oleh spesifikasi pakan yang dikonsumsi. Kandungan metionin, treonin, isoleusin dan valin pada bulu berubah dengan umur ayam. Konsentrasi metionin pada bulu menurun sejalan dengan umur ayam sedangkan treonin, isoleusin dan valin meningkat seiring bertambahnya umur. (Fisher *et al.*, 1981). Variasi data asam amino bulu yang dilaporkan Graham *et al.*, (1949) dan Block dan Weiss (1956) mencerminkan perbedaan dalam metodologi. Hal ini terutama berlaku untuk sistin karena perannya dalam struktur kimia keratin (Moran *et al.*, 1966). Variasi lebih lanjut dapat diperkirakan karena perbedaan analisis asam amino keratin dalam berbagai bagian dari bulu (Harrap dan Woods 1964).

Rincon dan Leeson (2004) menyatakan bahwa bulu dipengaruhi oleh kandungan protein kasar dalam pakan, dan bukan karena level lisin. Secara proporsional lisin yang terkandung dalam protein tubuh lebih besar dibandingkan protein bulu, tetapi sebaliknya proporsional asam amino bersulfur lebih besar pada protein bulu dibandingkan yang terkandung pada protein tubuh. Hal ini menunjukkan bahwa kekurangan lisin dalam pakan lebih berpengaruh terhadap protein tubuh dari pada pengembangan bulu.

Zheng dan Zhang (1989) dalam Zeng *et al.*, (2015) melaporkan bahwa konsentrasi total asam amino bersulfur (SAA) pada bulu kontur itik adalah 5,1% (berdasarkan bahan kering), lebih tinggi dari ayam (2,9%) atau kalkun (2,5%).

Guo (2011) dalam Zeng *et al.*, (2015) menemukan tingkat optimal Met (0,48%)



pada itik Pekin umur 1 sampai 21 hari menyebabkan peningkatan yang signifikan dalam berat bulu, jumlah bulu, berat bulu halus, dan panjang bulu halus. Pakan itik umur 15 sampai 35 hari yang mengandung 0,30% methionin berpengaruh negatif terhadap kinerja, daging/persentase karkas, dan pertumbuhan bulu. Lebih lanjut dinyatakan persyaratan optimal metionin itik umur 28 hari untuk bobot badan, daging dada dan panjang keempat bulu sayap primer masing masing adalah 0,510%, 0,445%, dan 0,404%. Persyaratan optimal metionin itik umur 35 hari untuk bobot badan, daging dada dan bulu penutup masing masing adalah 0,468%, 0,408%, dan 0,484%. Berdasarkan regresi kuadratik, persyaratan Metionin untuk bulu/bulu penutup optimal lebih besar dari bobot badan, konversi pakan, dan hasil daging dada. Persyaratan metionin untuk itik usia 28 hari lebih tinggi daripada itik umur 35 hari berdasarkan kinerja pertumbuhan dan sifat karkas. Pengukuran panjang keempat bulu sayap primer dan termografi inframerah adalah dua cara obyektif untuk memperkirakan pertumbuhan bulu itik pedaging.

## 2.7. Produksi Bulu

Nagal *et al* (2009) melaporkan bahwa berat bulu ayam sekitar 5-7% dari berat hidup sedangkan Menurut Mokrejs *et al.*, (2011) adalah 8,5% dari berat ayam dan mewakili sejumlah besar limbah keratin murni. Persentase bulu pada ayam umur 3 minggu menurut Wahju (1989) adalah 4% dari bobot badan dan meningkat 7% pada umur 4 minggu, dan relatif tetap setelah umur 4 minggu. Bobot bulu bervariasi 4.5% sampai 6% dari bobot hidup dilaporkan Jull (1951). Bobot bulu tergantung pada umur, spesies dan jenis kelamin ternak unggas dan 4,9% dari total bobot tubuh adalah bobot bulu. Card (1972) berpendapat bahwa bobot bulu kurang lebih 4%-9% dari bobot tubuh kosong, tergantung pada umur dan jenis kelamin unggas. Bulu menyusun sekitar 3%-6% persen dari bobot



hidup ayam yang sehat tergantung pada bangsa, jenis kelamin, bobot badan, umur dan perototan (Hardiman dan Katanbaf, 2012). Nuutinen (2017) mengasumsikan bahwa jika limbah industri perunggasan mencakup 30% dari total beratnya (Jamdar & Harikumar, 2005), dan bulu ayam merupakan sekitar 10% dari berat ayam (Grazziotin *et al.*, 2007), limbah bulu ayam dapat diasumsikan menjadi 12 juta ton di seluruh dunia.

Di Amerika bobot bulu unggas bervariasi antara 4.5% sampai 6% dari bobot hidup dan jumlah bulu bervariasi dari 6000 - 8000 bahkan lebih dari 9500 bulu (Jull, 1951). Menurut Leeson dan Walsh (2004<sup>a</sup>) berat bulu ayam pedaging pada usia pasar mencapai sekitar 50g, meskipun beberapa bulu telah hilang akibat moulting. Tetapi kenaikan nonlinier dari pertumbuhan bulu dengan bertambahnya pertumbuhan ayam tipe pedaging yang tumbuh cepat yang dilaporkan oleh Wecke *et al* (2017) tampaknya lebih tinggi 80-90g/ekor pada usia pembantaian komersial 5 minggu dan 110 dan 130 g pada ayam yang lebih tua dibandingkan dengan genotipe sebelumnya yang dikaji oleh Leeson dan Walsh (2004<sup>a</sup>).

Persentase bulu itik Bali dilaporkan oleh Wiradhana *et al.*, (2013) berkisar 6,1% – 7,2%, pada itik mandalung umur 10 minggu dilaporkan oleh Randa, *et al.*, (2002) adalah 111,67g, pada itik mandalung umur 8, 10 dan 12 minggu dilaporkan oleh Rahman (2014), pada umur 8 minggu : 59,62g atau 10,19%, pada itik mandalung umur potong 10 minggu : 81,68g atau 10,19%, pada itik mandalung umur 12 minggu : 97,57g atau 11,65%, pada ayam pedaging dilaporkan oleh Subekti (2009) : 4,682% – 6,073% , dan persentase bulu dan berat bulu ayam kampung umur 13 minggu berada pada kisaran 14.39% – 16.43% atau berat bulu 168g – 207g.

Subiyakto (1989) menyatakan bahwa bobot bulu total yang dihasilkan oleh itik jantan tiktok (mandalung) : 119g dan bobot bulu total betina (70g).



Rataan bobot bulu ekor pada jantan sebesar 11 g dan pada betina 7 g ; bobot bulu punggung jantan sebesar 16g dan betina 11g, bobot bulu dada jantan sebesar 36g dan betina sebesar 20g, bobot bulu sayap jantan sebesar 36g dan pada betina 22g, bobot bulu primer jantan 9g, betina 7g, bobot bulu sekunder pada jantan 4g dan pada betina 2g, bobot bulu tersier pada jantan 2,4g dan pada betina 1,5g, bobot bulu halus jantan 20,09g dan pada betina 11,45g. Bulu dada dan bulu sayap memberikan sumbangan yang besar dari bobot bulu total yang diperoleh pada seekor tiktok jantan maupun betina.

Satu ekor itik menurut Abubakar (1993) mampu memproduksi bulu campuran  $\pm$  60g. Hasil pengkajian Widjadja *et al.*, (1999) tentang potensi dan pemanfaatan bulu itik Alabio di Kalimantan Selatan menunjukkan bahwa berat bulu cabut basah (45,76 g/ekor) tidak berbeda nyata dengan berat bulu cabut kering (48,98 g/ekor), namun waktu untuk cabut basah 15 menit/ekor dan cabut kering 20 menit/ekor. Produksi bulu itik dewasa (55,36 g/ekor) berbeda sangat nyata dengan itik betina tua (36,67 g/ekor) dan tidak berbeda nyata dengan itik jantan muda (47,08 g/ekor). Hasil sortasi bulu cabut basah didapatkan jenis bulu keras, bulu I (bulu kasar), bulu II (agak kasar), bulu halus (DF) dan bulu yang hilang berturut-turut 25,22% ; 34,49% ; 29,34% ; 6,49% ; dan 3,25% sedangkan untuk cabut kering 20,72% ; 31,83% ; 28,69% ; 6,53% dan 12,23%.

Biyatmoko (2009) melaporkan bahwa persentase bulu itik serati yang merupakan bagian komponen non karkas adalah 6.89%. Sedangkan rata-rata bobot bulu itik PMp (Pekin Mojosari putih) yang diberi pakan sisa rumah makan dilaporkan oleh Simanullang (2015) adalah 2,06% ( $33,95 \pm 22,43g$ ) dan 3,03% ( $58,5 \pm 24,04g$ ) pada itik PMp (Pekin Mojosari putih) yang yang mengkonsumsi pakan komersial. Menurut Behera, *et al.*, (2016) secara statistik tidak ada perbedaan berat bulu itik jantan Desy umur 16 minggu yang mengkonsumsi



pakan dengan 3 level protein yang berbeda (14% :  $5.28 \pm 0.49$ ; 16% :  $4.57 \pm 1.17$  dan 18% :  $3.98 \pm 0.39$ ).

## 2.8. Prosesing Karkas

Menurut Hafid *et al* (2015) di Indonesia proses itik menjadi karkas dilakukan dengan tahapan itik hidup dipuasakan selama 12 jam, disembelih sesuai syariat islam dengan menggunakan pisau kecil dan tajam, tepat dibagian Vena jugularis. Selanjutnya dilakukan pencelupan dalam air hangat  $80^{\circ}\text{C}$  selama 30 detik untuk memudahkan dalam pencabutan bulu. Pencabutan bulu dapat dilakukan dengan menggunakan mesin pencabut bulu ataupun secara manual ataupun dengan tangan. Setelah itu, dilanjutkan dengan pemisahan bagian leher sampai kepala, kaki sampai persendian lutut dan pengeluaran organ dalam (eviserasi) sehingga diperoleh karkas itik utuh (whole carcass). Tahapan karkasing proses itik menjadi karkas disajikan di Tabel 4.

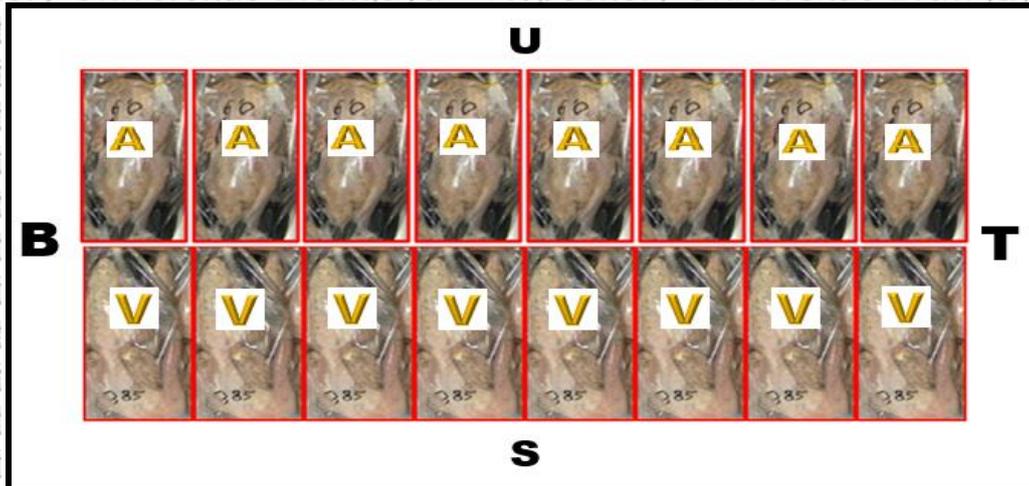
Tabel 4. Tahapan Dan proses Karkasing

No	Tahapan	Proses
1	<i>Stunning</i>	Ayam distroom dengan arus listrik berkekuatan 35-40 volt selama 3 – 5 detik pada bagian kepala. (Mountney, 1976; Parry, 1989)
2	<i>Killing</i>	Ayam dipotong pada bagian leher tepatnya dibelakang pada rahang bawah, bagian saluran nafas, saluran pencernaan, vena kiri dan kanan harus terputus,
3	<i>Bleding</i>	Pengeluaran darah selama $\pm 30$ detik
4	<i>Scalding</i>	Pencelupan dengan air hangat $60^{\circ}\text{C}$ , Selama 60 detik, hingga bulu besar pada sayap mudah dicabut. (Mountney, 1976)
5	<i>Flucking</i>	Pencabutan bulu, menggunakan mesin atau manual/tangan
6	Pemotongan	Kepala, kaki/ shank, leher tanpa kulit (kulit masih nempel di badan).
7	<i>Evisceration</i>	Pengeluaran jeroan : semua organ yang ada di rongga tubuh.

Peternak lokal Purwoatmodjo (2011) melakukan beberapa hal untuk membuat produk tetap dalam keadaan segar dan sampai kepada konsumen



Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya  
 yang jauh, yaitu : Jika pemotongan dilakukan sendiri oleh peternak dalam jumlah  
 yang cukup banyak 50-100 ekor, maka untuk menjaga karkas tetap segar perlu  
 memperhitungkan waktu dan tenaga kerja untuk melakukan penyembelihan  
 hingga pengemasan. Berikut ini adalah tatacara yang dilakukan oleh peternak  
 Citra Bebek dimulai dari penyembelihan hingga pengepakan dalam box  
 styrofoam. Penyembelihan dilakukan bertahap sesuai jumlah itik, waktu dan  
 tenaga kerja. Itik disembelih sesuai syariat islam. Minimal 1 kali sayatan dan  
 maksimum 2 kali sayatan menggunakan pisau tajam tepat dibagian Vena  
 jugularis. Jika terlalu dalam, dikhawatirkan kepala akan putus dan  
 mengakibatkan bebek tidak laku terjual. Konsumen tidak menyukai karkas itik  
 tanpa kepala. Setelah didiamkan beberapa menit dan penuntasan darah selesai  
 itik direndam sesaat dalam air panas untuk memudahkan pencabutan bulu.  
 Pencabutan bulu bisa secara manual menggunakan tangan maupun mesin  
 pencabut bulu. Itik kemudian direndam ke dalam cairan malam yang biasanya  
 digunakan untuk membatik selama 1 detik hingga semua bagian ditutupi malam.  
 Lalu masukkan ke air dingin untuk mempermudah pengelupasan malam.  
 Pastikan malam dalam keadaan cair hangat dengan api pemanas kecil. Karena  
 kalau malamnya panas (ditandai adanya uap) bisa membuat kulit terluar bebek  
 menjadi terkelupas. Setelah dikelupas, cuci dengan air bersih dan pastikan bulu  
 halusnya sudah bersih. Bila ada yang masih tertinggal, harus dicabut pakai  
 tangan. Kemudian belah perut bebek secara vertikal searah kepala dan  
 abdomen, keluarkan organ dalam, bersihkan dan pisahkan hati, ampela, usus  
 dan jantung. Untuk menuntaskan air gantung itik dengan posisi kepala kebawah.  
 Bagian dalam karkas diisi potongan potongan es kecil, kemudian disusun  
 memanjang horizontal kedalam box styrofoam yang telah dilapisi lembaran  
 plastik dan potongan es. Dalam 1 box karkas bisa disusun sebanyak 3 tingkat.  
 Posisi penyimpanan karkas dalam box dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Posisi penyimpanan Karkas itik dalam box styrofoam pada CV Citra Bebek (Purwoatmodjo, 2011)

- Ket : A : Bebek dengan kepala ditekuk ke dalam sayap. Posisi kaki mengarah ke selatan.  
V : Bebek dengan kepala ditekuk ke dalam sayap. Posisi kaki mengarah ke utara.

Dalam satu tingkat terdapat dua baris dan satu baris terdiri dari 8 karkas.

Jumlah total untuk 1 tingkat adalah 16 ekor dan jumlah total untuk 3 tingkat adalah 48 karkas. Box styrofoam kemudian ditutup dan diberi lakban agar suhu dalam box tetap dingin.

## 2.9. Mutu Karkas Unggas

Ayam yang telah disembelih, kemudian bulunya dicabut, isi perut dikeluarkan dan dibersihkan, tanpa leher, bagian kepala dan kaki disebut dengan istilah karkas. (Siregar *et al.*, 1980). Ada banyak parameter untuk menentukan mutu kelas karkas. Secara internasional ada tiga kelas kualitas karkas yaitu : kualitas A, B dan C (Mountney, 1976). Tiga kelas ini menjadi parameter dalam penilaian karkas unggas sesuai dengan ketentuan yang dikeluarkan oleh USDA.

Spesifikasi kelas mutu karkas pada unggas disajikan pada Tabel 5.



Tabel 5. Spesifikasi standar karkas unggas (Kondisi minimum dan cacat maksimum)

No	Faktor	Mutu			
		A	B	C	
1	Penampakan	Normal	Agak menyimpang	Abnormal	
	Tulang dada	Sedikit melengkung	Agak bengkok	Bengkok	
	Punggung Sayap dan kaki	Normal Tampak Normal	Agak bengkok Agak menyimpang	Bengkok Tampak Menyimpang	
2	Tempat dan peletakan daging	tampak gemuk, dada tampak panjang	Sedang	Kurus	
3	Lemak	Banyak terutama pada bagian dada	Tampak Sedang, pada kaki dibawah kulit dan pada dada	Tampak Sedikit, pada keseluruhan karkas	
4	Bulu bulu halus	Tidak tampak / tidak ada	Tampak Sedikit	Tampak agak banyak	
5	Penampakan daging yg terlihat	Dada dan bagian lain kaki	Dada dan bagian lain kaki	Tidak ada	
	Berat karkas :				
	1,5 lb	Tidak ada	0,75 inci	0,75 inci	1,5 inci
	1,5 - 6 lb	1 inci	1,5 inci	1,5 inci	3 inci
6	Diskolorasi :				
	1,5 lb	Tidak ada	1,5 inci	2 inci	4 inci
	1,5 - 6 lb	1,5 inci	2,5 inci	3 inci	3 inci
	6 - 16 lb	Tidak ada	2,5 inci	3 inci	3 inci
7	Sendi yang terlepas pada karkas				
	Terdapat tulang patah	Tulang patah Tidak ada	Terdapat 2 sendi yang lepas, tulang patah tidak ada atau 1 sendi lepas dan 1 tulang retak	Tidak tampak	
	Bagian hilang dari karkas	Ekor dan Ujung sayap	Ujung sayap hilang, 1 sayap dan ekor hilang	Ujung sayap dan ekor hilang, 2 ujung sayap dan ekor hilang	
8	Kondisi Cacat karena pembekuan	punggung dan paha bawah, tampak sedikit gelap dan sedikit bercak bercak	bagian kering pada karkas tidak lebih dari 0,5 inci (diameter) warna pudar	Terdapat banyak bercak dan bagian kering yg luas	

Klasifikasi ternak unggas menurut USDA dibedakan atas : jenis unggas (spesies), kelas (sifat fisik), grade (kualitas), berat, kondisi, bentuk hidup dan karkas. Perbedaan ini berhubungan dengan kualitas karkas, cara memasak dan perbedaan sifat organoleptik seperti flavor, keempukan, juiceness, konformasi dll.



Berdasarkan USDA (1998) dalam pedoman pengkelasan mutu karkas unggas (Poultry-Grading Manual), karkas atau bagian-bagian karkas harus memiliki penampilan yang bersih, terlebih pada bagian dada dan paha, bebas dari bulu jarum / pinfeather yang menonjol atau tertinggal pada karkas. Mutu karkas yang baik dapat diketahui dengan melakukan perabaan pada karkas. Tulang dada pada karkas ayam akan tersembunyi jika karkas ayam yang dihasilkan gemuk. Paha, dada, dan sayap merupakan tempat terpusatnya daging pada karkas ayam. Karkas yang baik memiliki punggung yang ratadan tidak melengkung tajam. Karkas kelas mutu A,B dan C harus lolos pemeriksaan, bebas dari bulu jarum atau pinfeather yang menonjol, bebas dari memar, sisa organ dalam, , darah, feces, lemak, pakan, dan bahan asing lainnya (Koswara, 2009).

Jenis kelamin dan umur karkas ditentukan melalui pengamatan visual. Karkas betina mempunyai struktur tulang lebih kecil, badan lebih bulat, kaki dan paha lebih pendek dibandingkan karkas jantan. Kulit karkas jantan lebih kasar dibandingkan karkas betina. Kulit karkas betina lebih banyak mengandung lemak daripada karkas jantan. Karkas unggas tua biasanya berwarna lebih gelap dan teksturnya kasar serta keras (Koswara, 2009).

#### **2.10. Mutu Karkas dan Daging Ayam Berdasarkan Standar Nasional Indonesia SNI 3924:2009**

Standar ini menetapkan klasifikasi, persyaratan mutu, potongan karkas, pengemasan, pelabelan, dan penyimpanan karkas dan daging ayam ras dengan acuan normatif SNI 2897:2008 Metoda pengujian cemaran mikroba dalam daging, telur dan susu, serta hasil olahannya, dan CAC/GL 24-1997 : pedoman umum untuk penggunaan istilah: Halal.



Tabel 6. Persyaratan Tingkatan Kelas / Mutu Fisik Karkas Standar Nasional Indonesia (SNI) 3924:2009 (Badan Standardisasi Nasional, 2009)

No	Faktor Mutu	Kelas / Mutu		
		Kelas A Mutu I	Kelas B Mutu II	Kelas C Mutu III
1	Konformasi	Sempurna	terdapat sedikit kelainan pada tulang paha dan dada	terdapat kelainan tulang dada dan tulang paha
2	Perdagingan	Tebal	Sedang	Tipis
3	Perlemakan	Banyak	Banyak	Sedikit
4	Keutuhan	Bentuk Utuh	Tulang terlihat utuh, kulit sedikit sobek, tetapi bukan pada dada	Terdapat tulang yang patah, bagian ujung sayap terlepas, kulit pada bagian dada sobek
5	Perubahan Warna	Bebas dari memar atau <i>freeze burn</i>	Ada memar sedikit tetapi tidak pada bagian dada & tidak <i>freeze burn</i>	Ada memar sedikit tetapi tidak ada <i>freeze burn</i>
6	Kebersihan	Bebas dari <i>pin feather</i>	bulu tunas sedikit, tetapi tidak pada dada	Ada bulu tunas

### 2.11. *Protruding pinfeather* dan *non protruding pinfeather* dalam klasifikasi karkas menurut USDA

*Protruding pinfeather* dan *non protruding pinfeather* adalah *pinfeather* (bulu muda / bulu tunas atau bulu jarum) yang tumbuh dan terdapat hampir diseluruh bagian tubuh unggas. Ada dua jenis *pinfeather* yang harus diperhatikan dalam penilaian karkas unggas, yaitu *Protruding pinfeather* dan *Non protruding pinfeather*. *Protruding pinfeather* adalah *Pinfeather* yang tumbuh menonjol, atau yang telah patah melalui kulit dan mungkin telah/belum membentuk kuas. *Nonprotruding pinfeather* adalah bulu muda yang tumbuh pada kulit namun belum menerobos lapisan luar kulit. (USDA, 1998).

*Protruding pinfeather* dan *Non-Protruding pinfeather* adalah salah satu kriteria dalam penilaian karkas unggas. Dalam penilaian karkas unggas adanya *pinfeather* akan menyebabkan tambahan pekerjaan bagi ibu-ibu rumah tangga



untuk menghilangkannya. Oleh karena itu hal tersebut dipergunakan sebagai salah satu kriteria untuk menilai kualitas karkas. Ada 2 tipe *pinfeather* yang dipertimbangkan dalam grading, yaitu :

a. *Protuding Pinfeather*. *Pinfeather* yang menembus kulit luar dan dapat/tidak (sudah/belum) terjadi bentuk sikat.

b. *Non Protuding Pinfeather*. *Pinfeather* atau bulu jarum yang terdapat dibagian bawah jaringan kulit tetapi tampak terlihat dan belum menembus kulit luar.



Gambar 11. *Protruding Pinfeather* pada unggas hidup dan pada potongan karkas

Dalam penilaian karkas unggas, karkas yang digolongkan sebagai karkas yang tidak masuk dalam penilaian mutu kelas adalah bila memperlihatkan tanda-tanda sebagai berikut :

Pada bentuk karkas siap masak (sekitar 72% dari berat hidup) :

1. Terdapat *pinfeather* yang menonjol (*protuding pinfeather*).
2. Adanya memar yang perlu pemotongan.
3. Paru-paru atau organ-organ kelamin yang tidak lengkap/ terbuang
4. Terdapat bagian-bagian dari trakhea.
5. Terdapat vestigial feather.
6. Terdapat materi luar, yang terdapat diluar atau didalam karkas (seperti feses, darah dll.).



Pada bentuk karkas utuh (tanpa darah dan bulu, sekitar 87-90% dari berat hidup):

1. Kepala kotor dan banyak darah.
2. Karkas kotor dan banyak darah.
3. *Vent* yang kotor.
4. Kaki yang kotor.
5. Terdapat bulu-bulu pada karkas.
6. Bila tembolok tidak dibuang (sisa pakan didalam), bila tembolok dibuang, kehadiran sisa pakan ikut terbang.

## 2.12. Kebutuhan Nutrisi Unggas Air

Wahju (1992) menyatakan kebutuhan protein per hari menjadi patokan dalam penyusunan pakan ayam yang sedang bertumbuh. Kebutuhan ini dibagi menjadi tiga bagian :

1. Protein yang diperlukan untuk pertumbuhan jaringan

$$\text{Keb. Protein / hari (g)} = (\text{Pertambahan Berat Badan (g)} \times 0,18) / 0,61$$

2. Protein untuk hidup pokok

$$\text{Keb. Protein / hari (g)} = (\text{berat badan (g)} \times 0,0016) / 0,61$$

3. Protein untuk pertumbuhan bulu

$$\text{Kebutuhan protein/hr (g)} = (\text{Pertambahan Berat Badan (g)} \times 0,07 \times 0,82) / 0,61$$

Keterangan :

0,18 : karena karkas ayam itu terdiri dari kira-kira 18% protein

0,61 : efisiensi penggunaan protein atau retensi nitrogen sebesar 61%

0,0016 : kehilangan nitrogen endogen pada ayam telah ditetapkan kira-kira 250 mg nitrogen per kilogram berat badan. Bila nitrogen itu dikalikan 6.25 (untuk protein) maka 1600 mg protein per kg berat badan hilang

0,07 : pada umur 3 minggu bulu merupakan 4% dari berat badan, dan persentase itu akan meningkat menjadi 7% pada umur 4 minggu dan sesudah itu secara relatif akan tetap

0,82 : kandungan protein bulu kira-kira 82%.



Kebutuhan nutrisi pakan itik pedaging dan itik petelur pada berbagai umur pemeliharaan berdasarkan informasi Balai Penelitian Ternak Ciawi, Bogor dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kebutuhan Nutrisi Pakan Itik Pedaging Dan Petelur Pada Berbagai Umur pemeliharaan

Uraian	Umur (minggu)	Pakan/ekor/ Hari (g)	Kebutuhan Protein (%)	Energi (kkal/kg)	Ca (%)	P (%)
Anak itik (masa starter)	0-1	15	18	2900	0,65-1	0,63
	1-2	41	18	2900	0,65-1	0,63
	2-3	67	18	2900	0,65-1	0,63
	3-4	93	18	2900	0,65-1	0,63
	4-5	108	18	2900	0,65-1	0,63
Petelur dan pedaging	5-6	115	18	2900	0,65-1	0,63
	6-7	115	18	2900	0,65-1	0,63
	7-8	120	18	2900	0,65-1	0,63
<b>T o t a l</b>		<b>4,27 kg / ekor per pemeliharaan (Selama 2bulan)</b>				
Itik dara Masa grower	8-9	130	22	2900	0,60-1	0,62
	9-15	145	14	2900	0,60-1	0,60
	15-20	150	14	2900	0,60-1	0,60
<b>T o t a l</b>		<b>12,25 kg / ekor per pemeliharaan periode grower (selama 3 bulan)</b>				
Dewasa	> 20	160-180	15-18	2700	2,75-3,05	0,60

Sumber : Balai Penelitian Ternak Ciawi, Bogor

### 2.13 Potensi Dan Kandungan Nutrisi Tepung Bulu Ayam

Populasi dunia diperkirakan akan tumbuh menjadi sekitar 9,6 miliar pada tahun 2050 (United Nations, 2013). Jumlah makanan yang dibutuhkan untuk populasi ini akan mencapai 70 sampai 100% lebih dari produksi saat ini. Kebanyakan pertumbuhan penduduk akan berada di negara berkembang di mana standar hidup juga diharapkan meningkat seiring dengan konsumsi daging yang sesuai (FAO, 2009). Produksi daging tahunan diperkirakan akan meningkat lebih dari 200 juta ton dan akan mencapai 470 juta ton pada tahun 2050 (FAO, 2009).



Menurut Winandy *et al.*, (2003) dalam Oladele (2016) saat ini, 1.814.369,48 ton bulu ayam yang dihasilkan setiap tahunnya di Amerika Serikat pada prinsipnya dimanfaatkan oleh industri pakan. Perkembangan industri alternatif ini meningkatkan nilai bulu sekitar \$ 250 / ton. (GEP dalam Oladele, 2016). Sedangkan di Uni Eropa, Mondal and Patra (2015) menyatakan sekitar 750.000 metrik ton (mt) bulu mentah yang diproduksi setiap tahun dapat dikonversi menjadi sekitar 200.000 mt tepung bulu hidrolisat. Di Indonesia perkiraan produksi limbah bulu tahun 2015 berdasarkan produksi daging ayam ras pedaging dan dihitung 4% dari bobot tubuh kosong.(Card, 1972) adalah 65.084 ton. Tahun 2016 populasi ayam ras pedaging di Indonesia mencapai 1,59 juta ekor (lampung pos). Prediksi total produksi daging yang dihasilkan jika bobot panen ayam pedaging rata-rata 1,4kg adalah 2.226.000 kg, limbah bulu yang dihasilkan jika bobot bulu dihitung 4% dari bobot ayam adalah 2.226 ton. Jumlah bulu ayam yang berlimpah ini berpotensi sebagai sumber protein pakan alternatif pengganti tepung ikan dan bungkil kedele.

Menurut Ghosh *et al* (2008) Bulu mengandung sekitar 80-90% keratin (Ghosh *et al* 2008); 90% keratin pada bulu ayam (Reddy, 2015; Arunlertaree *et al.*, 2008) mengandung protein kasar 73.76%, bahan kering 95.24%, lemak kasar 10.30%, serat kasar 10.60%, abu 2.43%, kaya asam amino seperti sistin, treonin dan arginin dengan tingkat pencernaan pepsin (75-87%) dan NFE (*Nitrogen Free Extract*) 2.91% (Nagal *et al.*, 2009) serta nilai *Gross energy* 5260.1 Kkal/kg (Adewolu *et al.*, 2010). Sedangkan menurut Mulia, *et al.*, (2016) Tepung bulu ayam fermentasi menggunakan *B. subtilis* memiliki kandungan protein 80,59%, kandungan protein kasar tepung bulu ayam menurut Natsir *et al* (2017) : 85%.

Valin, isoleusin, dan leusin adalah asam amino bercabang tepung bulu ayam dengan kandungan masing-masing sebesar 4,44%, 3,12%, dan 4,88%,

tetapi tepung bulu ayam defisien metionin dan lisin.(Arunlertaree *et al.*, 2008).

Komposisi asam amino tepung bulu ayam hasil penelitian Tiwary dan Gupta (2012) disajikan di Tabel 8.

Tabel 8. Komposisi Asam Amino Tepung Bulu Ayam

Amino Acid	Mg/g bulu	Mg asam amino/g protein kasar
Aspartid Acid	51	55.85
Glutamic Acid	56.1	61.45
Serin	73.8	80.85
Histidin	65.9	72.15
Glisin	51.05	55.9
Treonin	50.9	55.75
Alanin	46.3	50.7
Arginin	32.85	35.95
Tirosin	37.85	41.45
Valin	33.15	36.3
Methionin	31.6	34.6
Phenil Alanin	69.95	76.6
Iso Leucin	51.85	56.8
Leusin	17.15	18.75
Lisin	14.85	16.25

#### 2.14 Teknologi Pengolahan Tepung Bulu Ayam

Pemrosesan bulu ayam pada prinsipnya dimaksudkan untuk memutuskan ikatan keratin melalui proses hidrolisis. Berbagai macam metoda pengolahan dengan memanfaatkan teknologi telah dilakukan untuk meningkatkan pencernaan tepung bulu. Ada empat cara pengolahan yang dapat diterapkan dalam pengolahan, yaitu pemanasan dengan tekanan, secara kimiawi dengan asam, basa atau karbonasi dan perlakuan enzimatik (Papadopoulos, 1984; Papadopoulos, *et al.*, 1985; Achmad, 2001), serta secara mikrobiologis melalui fermentasi oleh mikroorganisme (Williams, *et al.*, 1990; Achmad, 2001).

Pada skala industri pemrosesan bulu ayam dilakukan selama 8 jam dengan tekanan dan suhu tinggi, yaitu dengan suhu 105°C, tekanan 3 bar, dan kadar air



40%. Kadar protein bulu ayam pada pemrosesan ini adalah 76% (Adiati *et al.*, 2003).

Perbedaan cara pengolahan dapat mempengaruhi perbedaan komposisi tepung bulu ayam. Materi dan peralatan yang digunakan dalam pengolahan yang berbeda dapat menyebabkan perbedaan komposisi tepung bulu. Bulu dapat diproses dengan metode yang berbeda, tapi penting untuk memilih metode yang paling efektif dan ekonomis serta ramah lingkungan. Menurut Papadopoulos, (1985), metode yang paling efisien dan modern dalam pengolahan tepung bulu adalah perlakuan hidrotermal atau autoklaf. Metode ini memberikan hasil yang lebih baik dan telah menjadi metode yang sangat populer di industri pengolahan limbah. Selain itu menurut Moritz *et al.*, (2001) nilai ekonomi untuk tepung bulu didasarkan pada protein dan kandungan asam amino.

#### 2.14.1 Metode Pengolahan Tepung Bulu Dengan Autoklaf Hidrolisis

Ada tiga langkah utama yang diperlukan dalam perlakuan hidrotermal untuk menghasilkan tepung bulu, yaitu: 1) hidrolisis, 2) pengeringan, dan 3) penggilingan. Langkah pertama hidrolisis dilakukan dengan kombinasi optimum suhu, tekanan, dan waktu untuk menghidrolisis protein keratin. Hidrolisis diikuti dengan pengeringan, dimana kandungan air dari produk terhidrolisa berkurang sesuai yang diinginkan. Produk kemudian digiling sesuai ukuran yang digunakan dalam pakan hewan. (Mc Casland dan Richardson, 1966).

Papadopoulos *et al.*, (1985) telah mencoba membandingkan hasil pengolahan tepung bulu tanpa hidrolisa, dihidrolisa dengan NaOH, dan perlakuan enzim. Kondisi pemrosesan seperti penambahan unsur-unsur kimia berpengaruh terhadap kandungan asam amino tepung bulu. Sedangkan Morris dan Balloun (1973<sup>a</sup>) menemukan waktu pengolahan 60 menit pada 50 psi



menghasilkan tepung bulu dengan hasil terbaik sementara peneliti lainnya (Papadopoulos *et al.*, 1985; Moritz dan Latshaw, 2001) melaporkan bahwa waktu dan tekanan berkorelasi untuk menghasilkan kualitas tinggi tepung bulu. Namun, Wang and Parsons (1997) tidak menemukan hubungan yang signifikan antara suhu dan waktu proses. Namun demikian pemanasan dengan suhu dan tekanan atau metode perlakuan hidrotermal menurut Wang and Parsons (1997) membutuhkan lebih banyak energi dan dapat merusak kandungan asam amino tertentu tepung bulu, oleh karena itu, penting untuk menemukan metode pengolahan alternatif (Onifade *et al.*, 1998). Tepung bulu yang diolah dengan metode fisik-kimia yaitu penambahan HCl dan pemanasan bertekanan diperoleh kadar protein dan pencernaan protein terbaik pada perlakuan 6 jam yaitu sebesar 88,96% dan 30,57%. (Erlita, 2012).

Natsir (1997) melaporkan bahwa tepung bulu ayam komersial dapat diolah dengan pemanasan pada suhu 105°C, dengan tekanan uap 2,8 kg/m<sup>2</sup> dan kelembaban 8-10 persen selama 8 jam. Pengukusan dan tekanan 20psi dengan autoklaf selama 1 jam dapat digunakan untuk hidrolisis pengolahan tepung bulu. Setelah hidrolisis kemudian dilakukan pengeringan dengan penjemuran atau dimasukkan oven dengan suhu 60°C lalu digiling menjadi tepung bulu.

Menurut Wina *et al.*, (2011) tepung bulu terhidrolisis yang dibentuk melalui pemasakan dengan tekanan, berasal dari bulu yang bersih, diproses dalam waktu yang cukup untuk memecahkan rantai sistin dan menghasilkan tepung bulu yang memiliki level pencernaan pepsin minimum antara 70-75%.

Menurut Zhang, *et al.* (2014) pencernaan pepsin tepung bulu ayam dapat ditingkatkan hingga 91% menggunakan *steam flash explosion* (SFE) pada bulu itik dibawah kondisi yang optimal 1,8 MPa selama 1 menit.

Perlakuan *microwave-alkali* menurut Lee *et al.*, (2016) lebih efisien dalam memutuskan ikatan disulfida dan memproduksi hidrolisat protein daripada

perlakuan konvensional. Perlakuan ini menghasilkan asam amino (69,4mg/g bulu) sedangkan pada pemanas konvensional -alkali hanya 27,8mg/g bulu dan pada *autoclave-alkali* (19,0 mg / g bulu).

#### 2.14.2 Metode Pengolahan Tepung Bulu Dengan Perlakuan Kimia

Menurut Fenita (2002) nilai biologis tertinggi hidrolisat tepung bulu 85.5% diperoleh pada hidrolisis dengan 9% HCL dan di autoklaf selama 45 menit tetapi Martaguri *et al.*, (2005) dan Erpormen, *et al.*, (2005) hanya memperoleh daya cerna protein tertinggi 45,02%, lemak 13,37% serta protein kasar 53,79% pada pengolahan tepung bulu dengan konsentrasi NaOH 0,2% dan lama pemanasan 90 menit. Daya cerna protein tepung bulu ayam 64,6% menggunakan 6% NaOH dikombinasikan dengan pemanasan tekanan yang dilaporkan Arunlertaree *et al.*, (2008) lebih tinggi dari hasil yang diperoleh Martaguri *et al.*, (2005) dan Erpormen, *et al.*, (2005). Jenis-jenis asam amino yang terkandung pada tepung bulu ayam dengan berbagai cara pengolahan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Kandungan Asam Amino Tepung Bulu Ayam Berdasarkan Cara Pengolahan Dan Kandungan Asam Amino Tepung Ikan

Asam amino	Autoklaf 50'	Autoklaf +0,4% NaOH 50'	Autoklaf +0,4% EH 50'	Tekanan panas**	Tekanan Panas + HCL**	Tp Ikan
Treonin	4.81	4.67	4.80	4.84	4.87	2.64
Sistin	4.04	3.04	3.51	6.29	6.06	0.57
Valin	7.41	7.36	7.36	7.25	7.73	2.77
Metionin	0.64	0.67	0.69	0.72	0.76	1.63
Isoleusin	5.09	5.04	5.08	4.82	5.55	2.28
Leusin	7.64	7.58	7.57	8.05	8.27	4.16
Tirosin	1.93	1.90	1.94	2.48	3.11	1.80
F.alanin	0.74	0.72	0.75	6.41	4.85	2.21
Lisin	1.93	1.90	1.94	2.08	2.24	4.51
Histidin	0.74	0.72	0.75	0.72	0.63	1.42
arginin	6.68	6.55	6.59	6.15	7.09	3.65

Ket. : 0.4%EH = Perlakuan penambahan 0.4% enzim hidrolisis

\* Papadopaulus *et al* (1985) \*\*Pond and Mener (1978)



Pada tahun 2010 Erpomen dan Mirnawati melaporkan bulu ayam yang diolah menggunakan 0.2% NaOH dan dipanaskan selama 90 menit dapat digunakan hingga taraf 15% (75% pengganti tepung ikan) dalam pakan broiler.

Sedangkan menurut Rahayu, *et al* (2014) tepung keratin mampu menggantikan 35% konsentrat ayam petelur tanpa mempengaruhi pertumbuhan, konsumsi dan konversi pakannya dan dapat digunakan hingga 16% dalam pakan ayam petelur fase grower. Tepung keratin yang digunakan Rahayu, *et al* (2014) diperoleh dengan fermentasi menggunakan bakteri keratinolitik *Bacillus sp. MTS* setelah sebelumnya direbus dalam larutan yang mengandung 0.5% NaOH dan Na<sub>2</sub>S.

### 2.14.3 Metode Pengolahan Tepung Bulu Dengan Fermentasi Mikroorganisme

Teknologi fermentasi adalah salah satu upaya untuk meningkatkan nilai nutrisi tepung bulu sebagai suatu pakan alternatif. Tepung bulu ayam dapat diproduksi dengan menerapkan teknologi pengolahan pakan yang melibatkan aktivitas biologis mikroorganisme yang bertujuan memperbaiki kualitas zat-zat makanan suatu bahan. Keberhasilan suatu proses fermentasi berkaitan erat dengan prosedur cara pengolahan. Menurut Rusdi (1992) dan Hardjo (1989) bahan pakan sebagai substrat, berpengaruh terhadap hasil fermentasi, dan hasil fermentasi sangat bergantung pada jenis mikroba, sedangkan kondisi lingkungan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan metabolisme mikroba.

Hidrolisis limbah keratin oleh mikroorganisme merupakan alternatif bioteknologi daur ulang yang paling inovatif untuk menghidrolisis keratin pada bulu. Mikroorganisme keratinolitik. Keratinases, dianggap sebagai protease dengan fungsi keratinolitik, bertindak sinergis dengan enzim keratinolitik lainnya untuk menurunkan supramolekul kompleks keratin (Lange *et al* 2016; Jin *et al*,



2017). Biodegradasi keratin telah ditunjukkan oleh *Bacillus*, terutama *Bacillus* licheniformis (Saraniya dan Baskaran, 2016; Poovendran *et al.*, 2017), *Bacillus* licheniformis Strain NBRC 14206 (Ire and Onyenama, 2017), *Bacillus subtilis* (Gröhs *et al.*, 2016; Mazzoto *et al.*, 2017). *Bacillus* sp. 50-3 (Yue *et al.*, 2017).

Jamur memainkan peran ekologis dalam degradasi substrat keratin melalui kontribusi daur ulang karbon, nitrogen, dan belerang dari keratin.

Aktinomisetes dari genus *Streptomyces* diketahui menghasilkan keratinase (Allure *et al.*, 2015; Syed *et al.* 2009). Fermentasi tepung bulu dengan

menggunakan berbagai jenis jamur keratinofilik *Penicillium*, sp dilaporkan oleh Ketaren (2008). Jamur keratinolitik aktif yang paling umum adalah *Aspergillus*

(Mini *et al.*, 2017, El-Ghonemy dan Ali, 2017) *Penicillium* (Nwadiaro *et al.*; 2015), *Fusarium* sp.1A (Călin *et al.* 2017), *Aphanoascus fulvescens* dan

*Chrysosporium articulatum*. (Bohacz, 2017), *Trichophyton Rubrum* (Shah *et al.*, 2017).

Nagal and Jain (2010) melaporkan *Bacillus cereus* KB043 adalah organisme pendegradasi bulu terbaik yang mampu mendegradasi bulu sebesar

$78,16 \pm 0,4\%$  dengan protein terlarut ( $1206,15 \pm 14,7 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) dan sistein ( $20,63 \pm 0,4 \mu\text{g mL}^{-1}$  serta menunjukkan aktivitas keratinase ( $39,10 \pm 0,4 \text{ U mL}^{-1}$ ).

Laba *et al.* (2017) mengaplikasikan Keratinase kasar *B. cereus* PCM 2849 dalam biodegradasi bulu babi. Tetapi proses biokonversi bristles bulu babi menjadi

hidrolisat dalam penelitian ini tidak dapat mengurai keratin bristle bulu babi.

Sedangkan Tiwary dan Gupta (2012) menggunakan keratinase dari *Bacillus* licheniformis ER-15 dalam mengolah Limbah bulu menjadi tepung bulu

dan diperoleh kandungan nitrogen 14%, 44% carbon dengan semua asam amino esensial dan daya cerna in vitro 73%. Ire and Onyenama (2017) melaporkan



keratinase yang dihasilkan oleh *Bacillus licheniformis* Strain NBRC 14206 dapat digunakan untuk penguraian limbah keratin (bulu).

Stiborova, *et al.*, (2016) menggunakan 3 pendekatan untuk mengkonversi limbah bulu ayam menjadi produk yang bernilai komersial yaitu : isolat bakteri *Pseudomonas sp.* P5, keratinase semi murni dari *Pseudomonas sp.* P5, dan alkalin ringan untuk menghidrolisis limbah bulu ayam. *Pseudomonas sp.* P5 memperlihatkan aktivitas keratinolitik tertinggi dan efisien dalam menghidrolisis limbah bulu dengan kandungan 301 mg/L asam amino bebas dan 6,2 g/L peptida, sedangkan hidrolisis dengan keratinase semi-purified dari *Pseudomonas sp.* P5 mengandung 1191 mg/L, 56% asam amino esensial dan 3,3 g/L peptida.

Menurut Mulia, D.S., *et al.*, (2016) Fermentasi tepung bulu ayam menggunakan *B. subtilis* dengan inokulum 10 mL/2 g tepung bulu ayam dapat meningkatkan kualitas tepung bulu dengan protein 80,59%.

#### 2.14.4. Metode Pengolahan Tepung Bulu Secara Enzimatik

Perlakuan enzimatik tepung bulu ayam menggunakan supernatant yang dihasilkan oleh kapang *Cunninghamella spp* menurut Ramli *et al.*, (2001) mampu meningkatkan pencernaan protein bulu lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan enzimatik kapang *Aspergillus spp* dan kapang *Penicillium spp*. Tepung bulu hidrolisis enzimatik dapat digunakan sebanyak 4% dalam pakan ayam pedaging periode starter dan pada periode grower serta finisher dapat digunakan hingga 3,3% dalam pakan. (Rutkowski, *et al.*, 2003).

Metode hidrolisis alkalin-enzimatik digunakan oleh Mokrejs *et al.*, (2011) dalam pengolahan tepung bulu. Pada tahap pertama hidrolisis basa 0,1% atau 0,3 air KOH dengan rasio 1: 50 ditambahkan pada bulu dan diinkubasi pada 70<sup>o</sup> C selama 24 jam hingga mencapai pH 9. Pengujian jumlah bulu terdegradasi dilakukan dengan penambahan 1-5% enzim proteolitik dengan waktu 4-8 jam

dan suhu 50-70<sup>o</sup> C. Tahap kedua (enzimatik) pada suhu 70<sup>o</sup> C dengan dosis 5% enzim (relatif terhadap berat bulu kering) diperoleh degradasi 91%.

#### 2.14.5 Kandungan Nutrisi Dan Kecernaan Tepung Bulu

American Association of Feed Control Officials Association (1995) mendefinisikan tepung bulu sebagai "produk yang dihasilkan dari perlakuan di bawah tekanan, bulu diperoleh dari hasil limbah pemotongan unggas dan daya cerna protein kasar tidak kurang dari 75% dengan uji kecernaan pepsin.

Komposisi akhir tepung bulu dapat dipengaruhi oleh bahan baku bulu, dan bahan baku bulu dipengaruhi oleh spesies, tipe ayam dan umur ayam. Selain itu kondisi pengolahan juga dapat mempengaruhi hasil analisis proksimat seperti CP, ME, dan abu (Han dan Parsons, 1991), kandungan asam amino (Papadopoulos *et al.*, 1985; Moritz dan Latshaw, 2001), dan kecernaan asam amino tepung bulu (Papadopoulos, 1985; Latshaw *et al.*, 1994), diantaranya asam amino lisin (Carpenter, 1973) dan sistin (Papadopoulos *et al.*, 1985; Latshaw, 1990; Wang dan Parsons, 1997) ditemukan lebih sensitif terhadap kondisi pengolahan. Cunningham *et al.*, (1994) melaporkan hidrolisat bulu ayam (hasil hidrolisis bulu ayam dengan NaOH atau HCl) mengandung asam amino sistein (3.6g/16g N) yang tinggi serta sedikit methionin (0.7g/16g N)

Kerugian sistin selama pemrosesan terutama karena pembentukan asam amino nonproteinogenik yang disebut lanthionin (Baker *et al.*, 1981; Wang dan Parsons, 1997). Konsentrasi tinggi lanthionin pada tepung bulu mengurangi ketersediaan asam amino (Baker *et al.*, 1981; Han dan Parsons, 1991). Lisin juga dapat membentuk asam amino nonproteinogenik seperti lysinoalanin selama pemrosesan (Wang dan Parsons, 1997). Sebagian besar asam amino nonproteinogenik menurunkan nilai nutrisi tepung bulu dan menyebabkan kerugian cukup besar pada asam amino tersedia.



Tepung bulu hidrolisat kekurangan asam amino lisin, histidin, metionin dan triptopan (Baker *et al.*, 1981) dan daya cerna lisin dan histidinnya sangat rendah (Papadopaulus, 1985). Kandungan protein kasar hidrolisat tepung bulu cukup tinggi, yaitu 80-91% dari bahan kering. Sedangkan pencernaan protein kasar hidrolisat tepung bulu ayam oleh pepsin sebesar 70-81% (Han dan Parsons, 1991).

Menurut Moritz *et al.*, (2001) tepung bulu mengandung protein 90,9%, kelembaban 6,8%, dan abu 1,4%, selanjutnya dinyatakan tidak ada indikasi bahwa tekanan hidrolisis tinggi menurunkan kualitas tepung bulu, jika waktu yang digunakan tepat. Daya cerna tepung bulu cenderung lebih baik ketika tepung bulu yang dihidrolisis untuk waktu yang singkat pada tekanan yang lebih tinggi daripada ketika dihidrolisis untuk waktu yang lama pada tekanan rendah. Bulu yang telah di masak sebelum hidrolisis enzimatik menurut Barbour *et al.*, (2002) dapat meningkatkan asam amino dan protein yang tersedia pada tepung bulu.

Moritz *et al.*,(2001) menyatakan bahwa peningkatan tekanan dalam proses hidrolisis tepung bulu menurunkan ketersediaan sistin lebih daripada asam amino lainnya. Kandungan sulfur dan ADSP (Acid Detergent Soluble Protein ) berkorelasi positif dengan ketersediaan asam amino belerang, bulk density, pencernaan pepsin 0,2%. ADSP (Acid Detergent Soluble Protein) berkorelasi negatif dengan ketersediaan asam amino Sulfur. Hasil ini menunjukkan bahwa kandungan sulfur dan bulk densiti dapat digunakan untuk mengetahui kualitas tepung bulu.

Latshaw *et al* (2003) melaporkan bahwa rataan pencernaan asam amino adalah 0.72% untuk tepung bulu yang diproses dengan tekanan 207 dan 310 kPa dan 0.66% untuk tepung bulu yang diolah dengan tekanan 414 dan 283 kPa. Menurut National Rrenders Association kandungan lemak tepung bulu bervariasi bergantung pada banyaknya jaringan kulit yang tercampur dengan



bulu. Kualitas tepung bulu yang tinggi seharusnya mengandung lemak kurang dari 5%, dan kandungan airnya tidak lebih dari 10%. Kandungan air yang sangat rendah menunjukkan adanya pemanasan berlebihan yang dapat merusak asam amino. Kecernaan asam amino juga tergantung dari jenis peralatan yang digunakan dalam prosesing tepung bulu. Bila proses hidrolisis dilakukan dengan benar (menggunakan tekanan) maka kecernaannya sekitar 80%.

Tabel 10. Kandungan asam amino tersedia (%) dan *True Metabolizable Energy* (TME, kcal/g) tepung bulu hidrolisis (Moritz *et al.*, 2001).

	Tekanan (kPa)						SEM
	207	310	414	517	621	724	
Komponen	106	36	18	12	8	4,5	
Methionin	0,33	0,37	0,38	0,39	0,43	0,42	0,03
Sistin	2,18	2,44	2,69	2,94	2,61	2,96	0,25
Lisin	0,98	1,08	1,14	1,18	1,14	1,24	0,10
Threonin	3,15 <sup>b</sup>	3,16 <sup>b</sup>	3,36 <sup>a</sup>	3,41 <sup>b</sup>	3,34 <sup>ab</sup>	3,33 <sup>ab</sup>	0,05
Arginin	5,11	4,99	5,09	5,05	5,20	5,29	0,10
Valin	5,53 <sup>b</sup>	5,70 <sup>ab</sup>	5,79 <sup>ab</sup>	5,82 <sup>ab</sup>	5,90 <sup>a</sup>	5,87 <sup>a</sup>	0,09
Isoleusin	3,88	3,88	3,96	3,94	4,00	3,98	0,04
Leusin	6,37	6,28	6,41	6,51	6,54	6,48	0,07
Aspartat	3,26	3,08	3,62	3,75	3,46	3,83	0,23
Glutamat	6,67	6,66	7,04	7,28	7,17	7,50	0,24
Serin	8,46	8,37	8,66	8,86	8,66	8,72	0,16
TME	3,01	2,97	3,07	3,11	3,10	3,23	0,10

Ket: <sup>a,b</sup> Berarti dalam baris yang sama dengan superscript berbeda (P <0,05).

Tepung bulu lokal memiliki kandungan protein kasar sebesar 60% (Sutardi, 2001 dalam Siregar, 2005), 81-90,60% (NRC), 80-91% dari bahan kering sedangkan kecernaan pepsin sebesar 70-81% (Han dan Parsons, 1991).

Oleh karena itu memilih prosedur yang sesuai untuk mengevaluasi kualitas nutrisi tepung bulu dapat mempengaruhi nilai-nilai nutrisi (Moritz dan Latshaw, 2001). Dalam mengevaluasi kualitas protein tepung bulu uji *in vitro* kecernaan



pepsin digunakan secara luas karena menghemat waktu, tenaga, dan biaya.

Namun konsentrasi pepsin yang digunakan dalam pengujian mempengaruhi hasil. Hasil ini dilaporkan oleh Han dan Parsons, (1991) bahwa konsentrasi pepsin 0,002% yang digunakan dalam penelitian memberikan hasil yang lebih baik daripada konsentrasi 0,2% . Namun hasil pencernaan ini tidak menunjukkan korelasi yang baik dengan uji pertumbuhan anak ayam yang dilaporkan Bielorai *et al.*, (1983). Selain itu kebanyakan studi menggunakan bulu eksperimental yang diproses di laboratorium dibandingkan menggunakan tepung bulu produk olahan komersial. (Wang dan Parsons, 1997).

Kualitas tepung bulu dengan berbagai metode pengolahan sangat menentukan nilai pemanfaatannya pada ternak. Kualitas tepung bulu ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain ketersediaan protein khususnya asam amino yang terkandung didalamnya. Ada beberapa metode uji yang dapat diterapkan untuk menentukan apakah tepung bulu yang digunakan mempunyai nilai nutrisi yang baik pada ternak. Beberapa metode juga bisa dijadikan dasar untuk melihat degradasi keratin yang merupakan kendala besar dalam pemanfaatan tepung bulu sebagai bahan pakan. Kendala ini terutama disebabkan kuatnya ikatan sulfida yang terdapat pada keratin.

Menurut Moritz *et al.*, (2001) nilai ekonomi untuk tepung bulu didasarkan pada protein dan kandungan asam amino. Meskipun jumlah protein kasarnya tinggi harus diimbangi pula dengan nilai biologis atau pencernaan yang tinggi dalam tubuh ternak. Pengujian pencernaan secara *in vitro* bisa jadi memberi hasil yang memuaskan, namun ditubuh ternak hasilnya bisa saja berbeda. Nilai pencernaan untuk menguji kualitas tepung bulu biasanya ditentukan dengan metode pencernaan pepsin atau PDP (*Pepsin Digestible Protein*). Pencernaan pepsin ditentukan menurut prosedur dari AOAC (1990) dengan menggunakan



0,2% pepsin (aktivitas 1:10.000) dan 0.075N HCl. Dalam pengujian ini, sampel diinkubasi dalam 150 mL larutan pepsin pada 45°C selama 16 jam.

Tabel 11. Hasil Analisis Tepung Bulu (*National Renders Association*)

Zat Makanan	Kandungan
Potein	80%
Lemak	5%
Serat (maksimum)	4%
Abu	4%
Fosfor (minimum)	0.75%
Kandungan Air (maksimum)	10%
Kecernaan Pepsin (minimum)	75%

Selain uji kualitas dengan kecernaan pepsin Moritz *et al.*, (2001) menyatakan bahwa bahwa kandungan sulfur dan *bulk density* dapat digunakan untuk memantau kualitas tepung bulu. *Bulk densitas* diukur dengan menimbang bahan pakan dengan container berukuran 1 liter. Satuan yang digunakan untuk pengukuran *bulk density* adalah g/cc. Kerapatan jenis (*Bulk density*) ditentukan oleh berat dan volume bahan, sedangkan uji kandungan sulfur dapat menggunakan metode *Benedict-Denis*. Penentuan sistin dibuat dengan metode Shinohara dan Sullivan. Kandungan sulfat anorganik dari ekstrak ditentukan dengan gravimetri setelah presipitasi dengan barium klorida.

Menurut Wina *et al.*, (2011) Faktor utama yang akan mempengaruhi kualitas tepung bulu unggas terhidrolisis adalah derajat hidrolisis. Hidrolisis yang tinggi (seperti pada kecernaan pepsin 90%) menghasilkan tepung yang terlalu masak yang dapat mengakibatkan turunya asam amino. Demikian pula hidrolisis yang rendah (Seperti kecernaan pepsin dibawah 65%) akan menyebabkan tepung kurang masak yang dapat mengakibatkan rendahnya kecernaan asam amino. Bulu mentah memiliki sistin yang tinggi. Saat prosesi

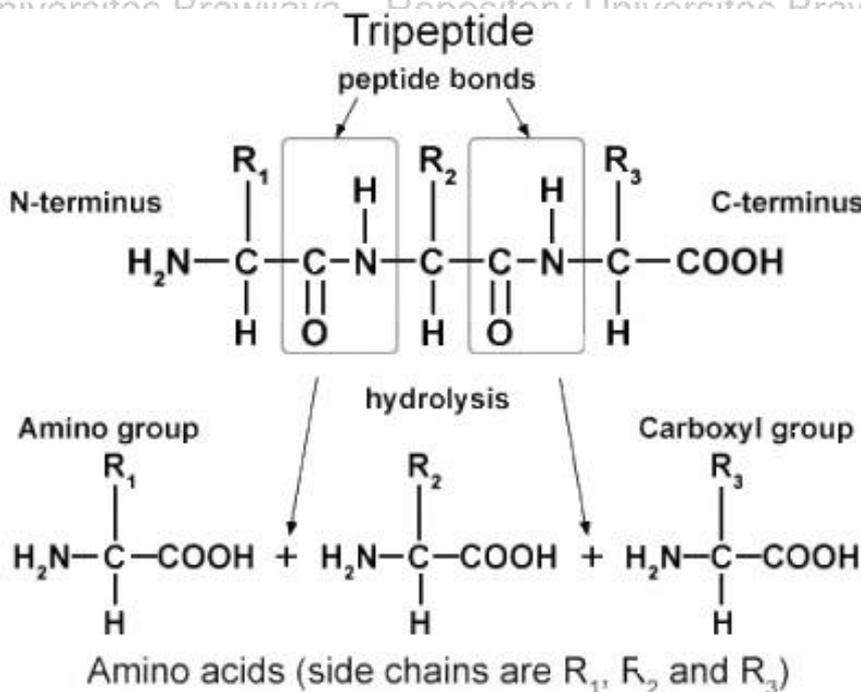


ikatan sistin pecah yang menyebabkan meningkatnya nilai nutrisi tepung bulu.

Tetapi bila ikatan sistin yang pecah terlalu banyak, kelebihan sulfur asam amino dihancurkan sehingga dihasilkan senyawa yang abnormal. Senyawa tersebut mudah dicerna dalam pepsin pada kondisi laboratorium, tetapi tidak memberikan manfaat pada ternak jika ditambahkan dalam pakan.

### 2.14.6 Aplikasi Enzim Komersial Untuk Meningkatkan Nilai Nutrisi Tepung Bulu

Enzim adalah satu atau beberapa gugus polipeptida (protein) yang berfungsi sebagai katalis (senyawa yang mempercepat proses reaksi tanpa habis bereaksi) dalam suatu reaksi kimia. Menurut Wijaya (2001) enzim adalah biokatalis yang diproduksi oleh sel hidup. Enzim merupakan katalisator protein yang mengatur kecepatan berlangsungnya berbagai proses fisiologis. Sebagai katalisator, enzim ikut serta dalam reaksi dan kembali ke keadaan semula bila reeaksi telah selesai.



Gambar 12. Hidrolisis ikatan peptida. Sumber :

<http://artikeltop.xyz/wp-content/uploads/2015/03/hidrolisis-ikatan-peptida-400x296.jpg>



Klasifikasi enzim berdasarkan jenis reaksi yang dikatalisis terdiri atas enam kelompok, yaitu, transferase, lipase, hydrolase, isomerase, ligase dan oksidoreduktase (Suhartono, 1989). Protease merupakan kelompok besar enzim yang mengkatalisis pembelahan ikatan peptida pada protein lain maupun dalam protein (Singh *et al*, 2016), katalisis ini langsung menuju degradasi protein substrat dan mengubahnya menjadi komponennya monomer antara lain asam amino (Singh *et al*, 2017). Protease merupakan salah satu enzim industri yang paling banyak digunakan. (Singh *et al*, 2016).

Aplikasi enzimatik dalam produksi bahan pakan dari produk hewan adalah cara baru yang digunakan industri pakan untuk mengatasi peningkatan biaya bahan baku. Keratinase sekelompok protein dengan kemampuan menghidrolisis bahan kaya keratin telah diterapkan dalam produksi produk bulu hemat biaya untuk digunakan sebagai pakan dan pupuk. Penelitian keratinase menggunakan 4 protease pakan komersial dari *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* PWD-1, *Aspergillus niger*, dan *Serratia proteamaculans* HY-3 digunakan untuk menghidrolisis bulu ayam dalam kondisi yang berbeda dilaporkan oleh Pedersen, *et al.*, (2012). Selanjutnya dinyatakan bahwa secara umum, protease dari *B. subtilis* lebih efisien dalam menurunkan jumlah keratin pada bulu dibandingkan dengan protease 3 pakan lainnya pada pH 5.5 dan 7.0 dan untuk produksi komersial, penerapan protease dari *B. subtilis* lebih menguntungkan karena menghabiskan biaya yang lebih rendah.

Perkembangan komersial mikroba penghasil protease, juga diikuti oleh perkembangan berbagai jenis enzim protease spesifik dalam bidang peternakan. Berbagai merek enzim komersial yang tersedia di pasaran dari berbagai perusahaan diantaranya adalah Kemzyme<sup>R</sup>, Versazyme<sup>R</sup>, Valkerase, Allzyme<sup>R</sup> FD, dll.



Produk Kemzyme<sup>R</sup> merupakan enzim pertumbuhan yang mengandung antara lain : amilase, protease, glukonase, pektinase dan selulase. Keunggulan dari Kemzyme<sup>R</sup> diantaranya adalah meningkatkan performan, mengurangi konsumsi pakan dan *return of investment* (ROI) yang tinggi (Kemin, 1982). Hasil penelitian Triyastuti (2005) menunjukkan bahwa penambahan enzim Kemzyme<sup>R</sup> sampai tingkat 0,15% dalam pakan tidak berpengaruh terhadap performan itik lokal jantan dan menurunkan pendapatan atas biaya pakan.

PWD-1 keratinase adalah enzim protease-spektrum luas. Enzim ini telah diuji oleh Odetallah, *et al.*, (2003) pada pakan starter anak ayam pedaging. PWD-1 keratinase disuplementasi kedalam pakan jagung-kedelai dengan level penggunaan enzim 0,05, 0,1, atau 0,15%. Suplementasi ini menyebabkan pengurangan viskositas jejunum pada ayam pedaging umur 22 dan 27 hari dan menyebabkan peningkatan pertumbuhan pada ayam pedaging. PWD-1 keratinase adalah enzim yang pada awalnya dimurnikan dari media pertumbuhan *Bacillus licheniformis* PWD-1 (Williams *et al.*, 1990;. Lin *et al.*, 1992).

Versazyme<sup>R</sup> adalah sebuah keratinase termostabil yang tersedia secara komersial dengan aktivitas protease yang tinggi. Versazyme<sup>R</sup> (VZ), dihasilkan oleh *Bacillus licheniformis* alami thermophillic PWD-1 yang tumbuh pada suhu 50°C, memiliki aktivitas keratinolitik tinggi dan dapat menghidrolisis berbagai substrat protein. Penambahan Versazyme dalam pakan ayam pedaging periode starter mengandung jagung, bungkil kedelai, dan tepung biji kapas dilaporkan oleh Wang *et al.*, (2006) secara signifikan meningkatkan bobot badan, konversi pakan, dan pencernaan protein. Lebih lanjut Wang, *et al.*, (2006) menyatakan bahwa jika Versazyme diberikan pada ayam pedaging hingga umur 50 hari akan meningkatkan bioavailabilitas asam amino dan jika ditambahkan pada pakan komersial yang bervariasi dalam protein dan asam amino akan meningkatkan bobot akhir dan FCR, dan pada tingkat protein tinggi secara signifikan



meningkatkan hasil daging. Keratinase dari *Bacillus licheniformis* PWD-1 secara komersial diproduksi di bawah nama dagang Versazyme (Brandelli, 2007).

Versazyme<sup>R</sup> (VZ) adalah nama dagang enzim dari provider BioResource International, Inc. Dengan substrat sayuran sederhana / kompleks dan protein hewan (bulu). Enzim berasal dari *Bacillus licheniformis* dengan nomor EC 3.4.21.62. (Wang *et al*, 2006; Lange *et al*, 2016). Selain Versazyme<sup>R</sup> juga terdapat Valkerase<sup>R</sup> yang merupakan keratinase dari *Bacillus subtilis*. Keduanya efektif dalam mendegradasi bulu. (Wang *et al*, 2006). Kedua bakteri ini adalah keratinase komersial yang telah digunakan untuk perbaikan nutrisi pakan bulu. (Odetallah *et al.*, 2005).

*Allzyme* adalah enzim komersial yang digunakan untuk perbaikan nutrisi bahan pakan. Beberapa produk enzim *allzyme* diproduksi dengan fungsi spesifik untuk mendegradasi bahan sesuai dengan fungsi enzim yang digunakan.

*Allzyme Vegpro* (enzyme protease) adalah salah satu varian enzim *Allzyme* yang bila diaplikasikan akan mampu menurunkan penggunaan bungkil kedelai (soy bean meal) sehingga menurunkan biaya pakan. (Ao, 2011).

*Allzyme SSF* adalah enzim kompleks yang terdiri dari 7 jenis enzim yang bekerja secara sinergistik untuk meningkatkan nilai nutrisi pakan. Multi enzim ini terdiri dari 7 (tujuh) jenis enzim yaitu (1). Protease (protein), (2). Amylase (pati), (3). Pectinase (pectin), (4). Beta glukukanase (beta glucan), (5). Xylase (xylan), (6). Phitase (phitit) dan (7). Celulase (celulosa). Hatta *et al.*, (2010) melaporkan bahwa penggunaan *Allzyme SSF* dan bungkil inti sawit dalam pakan memberikan keseragaman tumbuh ayam pedaging yang beragam, tidak berpengaruh terhadap *livebillitas*, dan meningkatkan *income over feed cost* dan *chick cost* ayam pedaging. Menurut Sundu *et al.*, (2006) penggunaan *Allzyme* (selulase, pentosanase, protease, phytase, glucanase, amilase dan pectinase) pada



fermentasi bahan pakan berserat dapat meningkatkan efisiensi pakan dan pencernaan bahan kering zat makanan.

Khusus untuk bahan pakan dengan kandungan protein keratin tinggi aplikasi enzim yang digunakan adalah *Allzyme FD*, FD adalah singkatan dari Feather Digest. *Allzyme FD<sup>TM</sup>* adalah enzim komersial yang dikembangkan oleh Alltech Inc. untuk membantu memutuskan stuktur bulu pada pengolahan limbah bulu unggas pada pabrik render komersial. Enzim ini meningkatkan efisiensi, dan secara ekonomis meningkatkan nilai nutrisi produk dan memungkinkan lebih banyak untuk digunakan dalam pakan ternak. (Darling, 2011).

Allzyme FD terdiri atas enzim lipase kompleks dan protease. Allzyme FD adalah fungal protease yang berasal dari jamur *aspergillus niger* dalam bentuk bubuk dengan aplikasi predigestion dengan pencampuran enzim kedalam limbah bulu sebelum sterilisasi. Preparasi enzim ini terdiri dari sejumlah aktivitas enzim tetapi aktivitas utama adalah protease asal jamur, (E.C. 3.4.23.18 : Aspergillopepsin) dengan aktivitas 12.700 HUT / g. Kegiatan utama dari enzim ini adalah hidrolisis protein dengan spesifisitas yang luas (Webb, 1992 dalam Considine (2000).

### **2.15 Hasil Hasil Penelitian yang Berhubungan dengan Pertumbuhan Bulu**

Menurut Jull (1951) arginin, glisin, sistin dan methionin adalah asam amino yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bulu, dan menurut Winter dan Funk (1956) Pertumbuhan bulu dipengaruhi oleh kandungan protein dan vitamin pakan. Sedangkan Supplee (1966) menyebutkan bahwa vitamin B kompleks adalah vitamin yang berperan dalam pertumbuhan bulu. Jika terjadi defisiensi vitamin B<sub>12</sub> Bulu akan terlihat jarang dan bila defisiensi asam pantothenat calamus pada bulu sayap menjadi buram dan rapuh dan sobek. Bulu tidak akan berkembang dan rontok jika terjadi defisiensi vitamin E dan mineral Se. Selain



mineral Se. Widodo (2002) menyebutkan bahwa mineral Zn juga diperlukan dalam pertumbuhan bulu selain untuk pembentukan tulang normal. Zn juga memainkan peranan penting dalam metabolisme.

Leslie (1961) dan Card (1972) melaporkan proses pertumbuhan bulu dipengaruhi oleh kelenjar thyroid yang aktif bekerja mengeluarkan hormon tiroksin. Hormon ini juga mempengaruhi dan mengatur pertumbuhan, bobot badan, produksi telur dan bobot telur unggas. Selain zat makanan, pertumbuhan bulu juga dipengaruhi oleh suhu yang sedang serta kelembaban yang cukup (Tanudimadja, 1974). Selain faktor-faktor yang telah disebutkan sebelumnya pertumbuhan bulu pada ayam pedaging dipengaruhi usia, jenis kelamin dan genetika (Moran, 1981; Engler *et al.*, 1985; Kalinowski *et al.*, 2003a).

Afifah (1992) menemukan bahwa perlakuan iso-kalori dan iso-protein namun berbeda dalam kandungan asam amino (total protein dari berbagai asam amino : 6,25% dan energi metabolis: 2802,47 kkal) memberikan konversi pakan terbaik terhadap pertambahan panjang bulu sayap primer dan sekunder serta pertumbuhan tercepat bulu sayap primer itik manila jantan. Namun kebutuhan protein 6,25% dalam pakan memberikan penurunan bobot badan pada itik manila, ini mengindikasikan bahwa kebutuhan protein yang dibutuhkan lebih besar dari 6,25%.

Stilborn (1994) menyatakan pengembangan bulu memberikan efek pada pasokan nutrisi dengan cara peningkatan kebutuhan protein yang tinggi untuk kebutuhan yang terkait dengan pembentukan bulu. Tingkat pertumbuhan bulu tertinggi pada ayam pedaging adalah pada umur enam minggu pertama dan sesudahnya. Pada enam minggu pertama ayam pedaging diperkirakan mengalihkan sekitar 10% dari asupan protein pakan untuk pembentukan bulu (Stilborn *et al.*, 1994; Hancock *et al.*, 1995).



Kebutuhan lisin optimal untuk pertumbuhan lebar dan tinggi bulu sayap galur Indian River, galur Lohmann, galur Ross berturut turut adalah 1,04%, 1,34% dan 1,14%. Asam amino lisin mewakili sekitar 2,4% dari protein bulu dan merupakan pembatas kedua pada pakan ayam pedaging komersial (Lesson dan Summer, 1997).

Menurut Moran, (1981) dan Pesti *et al.*, (1996) tingkat sistin dalam pakan yang dibutuhkan untuk pengembangan bulu dimaksimalkan lebih tinggi dari persyaratan untuk pertumbuhan dan dilaporkan sebagai asam amino bersulfur. Namun Kirchgessner *et al.*, (1988) melaporkan konsentrasi asam amino sistin adalah yang paling rendah dari keseluruhan protein tubuh dibanding asam amino lain yang ditemukan pada unggas. Hal ini menyebabkan unggas sangat responsif terhadap perbedaan nutrisi dalam pengembangan bulu.

Persyaratan diferensial asam amino menurut Stilborn *et al.*, (1997) menunjukkan konsentrasi terbesar protein bulu selama awal pertumbuhan. Metionin adalah asam amino pembatas pada pakan unggas, dengan gugusan sulfur yang diperlukan tubuh dalam pembentukan asam nukleat dan jaringan serta sintesa protein sedangkan sistin adalah bagian penting dari total sulfur asam amino yang dibutuhkan unggas dan dapat menggantikan beberapa metionin. Sulfur mengandung asam amino penting untuk pengembangan otot dan pembentukan bulu. Asam amino bersulfur penyusun bulu lainnya adalah L-Sistein yang merupakan asam amino non-esensial, artinya dapat disintesis oleh tubuh.

Atmomarsono, *et al.*, (1999) menguji pengaruh level protein 14%, 18%, 22%, dan 26% terhadap penambahan bulu sayap itik manila dari umur 7 sampai 11 minggu. Panjang dan laju pertumbuhan sayap dari itik pada semua periode umur nyata lebih tinggi pada protein yang tinggi dibandingkan pada protein yang rendah. Persyaratan asam amino untuk pertumbuhan atau pemeliharaan tidak



dipengaruhi oleh pertumbuhan bulu kebutuhan untuk pertumbuhan optimal dan parameter kualitas karkas mempengaruhi pasokan untuk pembentukan bulu oleh sistin. (Wylie *et al.*, 2001). Tetapi peningkatan pasokan sistin dalam pakan di atas tingkat yang dibutuhkan untuk mengoptimalkan kinerja dan deposisi daging dada menurut Kalinowski dan Moran (2002); Kalinowski (2002); Dozier *et al.*, (2000b) tidak efektif dalam mempengaruhi kejadian cacat pada karkas namun berkaitan erat dengan bulu penutup pada tubuh unggas (Kalinowski dan Moran, 2002; Kalinowski *et al.*, 2003b).

Wylie *et al.*, (2001) melaporkan bahwa pasokan untuk pembentukan bulu berpengaruh terhadap persyaratan sistin dan sebagian besar juga berpengaruh untuk pertumbuhan optimal serta parameter kualitas karkas. Hal ini ditunjukkan oleh sintesis protein bulu yang dipertahankan dalam preferensi dari akresi otot. Sedangkan untuk memaksimalkan hasil daging dada dengan cepat menurut Kalinowski *et al.*, (2002), Kalinowski (2002) ayam jantan umur tiga sampai enam minggu membutuhkan sistin masing masing : 0,42% dan 0,37% . Kebutuhan sistin relatif meningkat dengan usia, sebagai pengalihan nutrisi untuk meningkatkan fungsi perawatan. Kebutuhan sistin optimal untuk pertumbuhan dan parameter karkas periode enam sampai delapan minggu pada ayam broiler jantan adalah 0,34%

Nitsan *et al.*, (1981); Hurwitz *et al.*, (1983); Degussa, (1996) melaporkan bahwa sintesis keratin memerlukan sistin dalam jumlah banyak dan methionin minimal, sedangkan untuk tingkat yang lebih rendah dikonversi pada saat protein tubuh berkurang. Peningkatan laju pertumbuhan memberikan pengaruh terhadap kebutuhan absolut methionin, sedangkan hubungannya dengan sistin sebagian besar dipengaruhi sintesis protein bulu (Kalinowski, *et al.*, 2002).

Kalinowski *et al* (2003a) menyebutkan bahwa konversi pakan ayam jantan dengan pola pertumbuhan bulu lambat dan pola pertumbuhan bulu cepat



peningkatannya serupa pada pakan yang mengandung 0,50% methionin.

Pengukuran retensi nitrogen umur 20-21 hari optimal pada pakan yang mengandung 0,46% metionin, tanpa memperhatikan laju pertumbuhan bulu.

Sedangkan Xie, *et al.*, (2004) menyatakan bahwa persyaratan optimal metionin pada itik Pekin umur 1 hari sampai 21 hari adalah 0,481%.

Szász, (2003) meneliti tentang pengaruh protein dan asam amino terhadap perkembangan bulu dan kualitas karkas pada itik Muskovi, itik Pekin dan hasil persilangannya. Perkembangan bulu perut dan 4 sayap primer diamati hingga umur 12 minggu. Pengamatan parameter karkas dan lemak subkutan dilakukan mulai minggu ke-6 hingga minggu ke-12 untuk menentukan umur pemotongan yang optimal. Penentuan banyaknya bulu (*down feather*) daerah perut, serta analisis korelasi antara panjang dan berat 4 sayap primer dilakukan untuk mengamati perkembangan dan kematangan bulu agar umur pemotongan dapat ditentukan. Hasil penelitian menunjukkan Muskovi umur 6-12 minggu, Pekin umur 12 minggu dan Pekin umur 24 minggu, Pekin dan Muskovi jantan umur 24 minggu memiliki bulu *down feathers* tertinggi, pertumbuhan bulu diarea ini dimulai pada umur 7 minggu pada betina dan umur 8 dan 9 minggu pada jantan.

Pertumbuhan bulu perut pada itik jantan Pekin, Itik Muskovi dan persilangannya dapat dibedakan sedang pada itik betina Pekin pertumbuhan bulunya lebih cepat dibanding dua genotip yang lain. Lebih lanjut dinyatakan bahwa pengembangan proses bulu di bagian belakang memiliki pengaruh besar pada kualitas karkas unggas. Proses ini dimulai di itik Pekin pada minggu ke 4, dan pertumbuhannya konstan sampai minggu ke 11. Dalam dua genotipe lain bulu mulai tumbuh kembali hanya beberapa minggu kemudian dan mencapai panjang maksimal pada umur 12 minggu. Tingkat pertumbuhan sayap primer tiktok adalah diantara nilai genotip kedua orangtuanya yaitu pada umur 9-10 minggu, setelah 10 minggu panjangnya melebihi panjang bulu dari kedua tetuanya. Itik

68



Pekin memiliki bulu yang lebih panjang dan itik Muskovi memiliki bulu yang lebih pendek. Korelasi dari perhitungan regresi antara panjang 4 sayap primer dan berat 4 sayap primer hanya terlihat signifikan pada itik jantan Pekin umur 6 minggu, lebih lanjut disimpulkan bahwa bahwa bulu *down feather* dari ke -3 genotip terus tumbuh seiring dengan umur. Perkembangan bulu bagian belakang pada pekin dimulai pada umur 4 minggu dan pertumbuhannya konstan sampai umur 11 minggu sedangkan dua genotip lain tumbuh lebih lambat dari itik pekin dan panjang maksimal diperoleh pada umur 12 minggu. Bobot badan, berat daging dada dan paha di ke-3 genotip dan jenis kelamin terus meningkat sampai umur 12 minggu. Itik Pekin yang dipotong pada umur 46-52 hari menunjukkan peningkatan daging dada dan berat paha yang cukup baik.

## 2.16 Penggunaan Tepung Bulu Pada Unggas

Potensi tepung bulu untuk menggantikan sebagian dari sumber protein lain dalam diet protein tinggi, terutama disebabkan oleh kandungan spesifik N-nya dilaporkan oleh Sibbald *et al.*, (1962). Abdella *et al.*, (1996) menyimpulkan bahwa tepung bulu dapat menggantikan hingga 75% dari SBM (Soybean Meal) pada pakan broiler. Penggantian sebagian sumber dalam pakan unggas dengan tepung bulu dilaporkan oleh banyak peneliti antara lain : Wisman *et al.*, (1958); Balloun dan Khajareran, (1974); sibald *et al.*, (1962); Bielorai *et al.*, (1983); Kamal, (1985); Cabel *et al.*, (1987; 1988); Amik, (1989); Cupo dan Cartwright, (1991); Eissler dan Firman, (1996); Natsir, (1997); Tarmizi, (2001); Sonjaya, (2001); Fenita, (2002); Martaguri, *et al.*, (2005); Erpomen dan Mirnawati, (2005); Isika *et al.*, (2006); Ketaren, (2008); Guichard dan Bouatene, (2008).

Moran *et al.*, (1966) menyatakan bahwa tepung bulu dibatasi oleh empat asam amino yaitu metionin, lisin, histidin dan triptofan yang sangat diperlukan untuk anak ayam, yang mengkonsumsi pakan jagung-tepung bulu dengan



kandungan protein kasar 20%. Kamal (1985) melaporkan bahwa tepung bulu dapat digunakan sampai 7,5% sebagai pengganti tepung ikan dalam pakan ayam pedaging, asal ditambahkan metionin sebanyak 0.1% dan lisin 0.2% sedangkan Natsir (1997) menyebutkan penggunaan tepung bulu hidrolisat sebesar 7,5% dalam pakan memberikan respon yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan tepung bulu komersial terhadap penampilan ayam pedaging periode awal serta persentase bobot karkas ayam pedaging umur 3 minggu. Sedangkan Eissler dan Firman (1996) melaporkan bahwa tepung bulu dapat digunakan hingga 6% dalam pakan tanpa mempengaruhi performa produksi kalkun.

Menurut Tarmizi (2001) penggunaan tepung bulu pada tingkat 5% dan 10% dalam pakan nyata menurunkan bobot badan, konsumsi pakan dan efisiensi pakan sedangkan fermentasi tepung bulu yang menggunakan bakteri *bacillus licheniformis* tidak berpengaruh nyata terhadap penambahan bobot badan, konsumsi pakan dan konversi pakan. Fenita (2002) menggunakan level tepung bulu hidrolisat pada ayam pedaging (%) dari minggu 1 sampai minggu 8 berturut turut adalah sebagai berikut : 17.85, 16.71, 15.3, 14.85, 13.94, 12.97, 11.96, 11.00 ke dalam pakan memberikan pertumbuhan ayam percobaan paling tinggi (2,52kg). Tepung bulu yang digunakan oleh Fenita (2002) dihidrolisa pada 9% HCL dan diautoklav selama 45 menit dengan nilai cerna 85.5% dan disuplementasi lisin (2x kebutuhan lisin (0.85%) menurut NRC 1994 dan disuplementasi methionin 1.5 x kebutuhan methionin (0.32%) Kadar lisin optimal pakan berbasis hidrolisat bulu ayam pada umur 0-3, 3-6, dan 6-8 minggu masing masing adalah 2.2., 2.00 dan 1.70% dan kadar metionin optimal masing-masing adalah 0.75, 0.57, dan 0.48%.

Penampilan produksi telur terbaik pada ayam petelur terlihat pada penggunaan hingga 4% tepung bulu hidrolisat (TBH). Penggunaan tepung bulu



hidrolisat lebih dari 4% cenderung menurunkan penampilan produksi telur, seperti berat telur, HDA dan konversi pakan (Hartati dan Sumantri, 2005).

Kusnadi (2006) menggunakan 5 level pemberian tepung bulu ayam hidrolisat yaitu dari 0% hingga 16% dalam pakan untuk menggantikan tepung ikan dan hidrolisat bulu ayam sebanyak 4 % dapat menggantikan tepung ikan kontrol 16 %. Sedangkan menurut Erpomen, *et al.*, (2005) bulu ayam yang diolah dengan NaOH dapat dipakai sampai level 15% (75% pengganti tepung ikan) dalam pakan ayam pedaging. Menurut Isika *et al.*, (2006) tepung bulu hidrolisat menunjukkan efek komplementer positif dengan jeroan ayam ras pedaging dalam pakan, oleh karena itu tepung bulu dan jeroan ayam pedaging dapat menggantikan bahan pakan utama dalam pakan ayam pedaging.

Guichard (2008) meneliti efek penggunaan tepung bulu terhadap bobot badan dan perkembangan bulu pada ayam pedaging. Bulu direndam dalam larutan natrium hipoklorit 2% selama 10 menit untuk menghilangkan sisa lemak, darah dan kotoran lainnya. Bulu dicuci dengan air keran untuk menghilangkan sisa bahan kimia, direbus dengan natrium sulfida dan alcool 4% dengan suhu 70°C. Bulu terlarut kemudian disaring. Kelebihan zat kimia dihilangkan dengan mencuci bulu pada air keran. Bulu dikering vakum pada 85°C selama 48 jam dan digiling menjadi tepung halus. Tepung ini diberikan sebagai suplemen di salah satu formulasi pakan eksperimental. 100 ekor ayam pedaging masing masing mendapatkan 2 jenis formulasi pakan: formulasi pakan dasar dan formulasi pakan eksperimental (pakan dasar dilengkapi dengan tepung bulu 1%). Selama 20 hari pertama, anak ayam diberi pakan formulasi dasar (pakan starter). Dari hari 20 hingga ke hari 40, anak ayam mendapat formulasi II (pakan pertumbuhan). Setiap 5 hari, 10 ayam dalam masing-masing perlakuan dipilih secara acak hingga 8 minggu. Anak ayam kemudian ditimbang, dipotong dan berbagai jenis bulu (bulu sayap, bulu ekor utama, bulu tubuh dan fluffs)



dikumpulkan dan bobotnya ditimbang. Guichard (2008) melaporkan bahwa tepung bulu ayam memiliki aspek positif pada berat bulu sayap, bulu tubuh dan fluffs (flight feather, body feathers dan fluffs), tetapi tidak signifikan mempengaruhi berat bulu ekor utama.

Menurut Guichard *et al.*, (2008) tepung bulu memiliki efek positif dan aspek yang menguntungkan pada bulu karena adanya protein dengan nilai biologis tinggi. Selain itu, beberapa asam amino penting dalam struktur bulu secara langsung terkandung dalam tepung bulu.

Ketaren (2008) melaporkan bahwa penggunaan tepung bulu fermentasi dengan isolat jamur *Penicillium, sp* sampai 5% menunjukkan pertumbuhan ayam yang masih baik. Tepung bulu dapat menggantikan tepung ikan dalam pakan hingga 100% tanpa pengaruh negatif terhadap kinerja broiler. (Hasni *et al.*, (2014). Sedangkan Larasati *et al* (2017) melaporkan bahwa protein hidrolisat tepung bulu dapat menggantikan sekitar 5% protein tepung kedelai dan menunjukkan kinerja ayam broiler lebih baik daripada sumber protein kedelai konvensional. Namun, tepung bulu belum bisa menggantikan tepung ikan meskipun rasio konversi pakan sebanding dengan tepung ikan. Pakan percobaan tepung bulu dalam penelitian Larasati *et al* (2017) dihidrolisis menggunakan keratinase *Bacillus sp.* SLII-1 yang diisolasi dari kawah Dieng dan peternakan ayam Mojokerto.



### BAB III

## KERANGKA KONSEP PENELITIAN

### 3.1. Kerangka Pikir

Pertumbuhan merupakan kriteria penting dalam menentukan penampilan produksi seekor ternak. Penampilan karkas merupakan proyeksi dari penampilan produksi yang sangat erat kaitannya dengan pertumbuhan. Oleh karena itu pertumbuhan dan perkembangan bulu di bagian belakang memiliki pengaruh besar pada kualitas karkas. (Szász, 2003). Kriteria pertumbuhan bulu dan perdagangan menentukan umur pemotongan pada itik (Sunari *et al.*, 2001) dan pertumbuhan bulu adalah sifat ekonomi sangat penting untuk produksi daging bebek Lopez-Coello (2003, dalam Zeng *et al.*, 2015). Selain pertumbuhan bulu, kematangan bulu penutup tubuh menurut (Leeson dan Walsh, 2004) menjadi salah satu karakteristik usia penjualan pada unggas komersial. Karakteristik usia penjualan ini menurut Hardjosworo, *et al.*, (2001) dapat ditentukan dengan pertumbuhan bulu yang sempurna.

Warna bulu itik yang gelap tidak disukai oleh konsumen, sebab pangkal bulu yang berwarna gelap akan menyebabkan warna kulit karkas kehitaman dan kurang menarik karena masih banyak sisa-sisa bulu yang masih tertinggal pada karkas setelah dibului. Sisa bulu yang tertinggal pada karkas adalah *protruding pin feather* dan *non protruding pinfeather* atau bulu muda yang baru tumbuh dan menonjol dikulit. Penampilan karkas yang baik salah satunya ditandai dengan kehadiran pinfeather yang tertinggal di karkas. Oleh karena itu upaya mempercepat pertumbuhan bulu dengan menyediakan nutrisi yang menunjang pertumbuhan bulu diharapkan dapat memacu pertumbuhan bulu sempurna.

Bulu yang tumbuh sempurna akan memperbaiki penampilan karkas. Pada Itik Mandalung penampilan karkas yang lebih bersih diperoleh pada umur potong 12



minggu keatas, meskipun kurang efisien dari segi biaya. (Sunari *et al*, 2001).

Menurut Szász (2003) persentase valuabel berat daging siap olah pada pekin jantan dapat ditingkatkan 4-5% sesudah derajat bulu penutup dicapai pada umur 12 minggu.

Umur saat pemotongan berpengaruh sangat nyata terhadap persentase nonpangan (bulu) dan persentasenya pada umur 6 minggu lebih besar dibanding persentase nonpangan (bulu) umur 8,10 dan 12 minggu. Perbedaan ini menurut Sunari *et al.*, (2001) disebabkan organ tubuh yang mempengaruhi persentase

komponen non pangan adalah organ tubuh yang masak dini dan pertumbuhannya cepat ketika masih muda, namun melambat dengan bertambahnya umur. Pemotongan umur 8 minggu pada persilangan itik Ciheuteup dengan itik Alabio yang dilakukan oleh Matitaputty *et al* (2011)

menunjukkan Bobot potong, bobot karkas, efisiensi penggunaan pakan dan kualitas daging yang lebih baik, namun kualitasnya menurut Putra *et al.*, (2015)

masih kurang baik dari segi penampilan karkas karena masih banyak bulu-bulu jarum yang tertinggal pada karkas. Pendapat yang sama tersirat dari simpulan dan saran penelitian Astuti (2014) dan Rahman (2014) bahwa pada umur potong

8 minggu masing masing pada itik mandalung entok jantan dengan Cihateup betina dan itik mandalung keturunan Entog Alabio memenuhi bobot potong yang diinginkan konsumen, namun menyarankan metode pencabutan bulu dengan wax picking untuk memperbaiki penampilan karkas. Hal ini mengindikasikan bahwa itik hasil persilangan masih menyisakan banyak bulu jarum pada karkas.

Jumlah bulu jarum ini pada karkas itik mandalung keturunan Entog Alabio umur 8 , 10 dan 12 minggu menurut Rahman (2014) tidak jauh berbeda, hal ini sesuai pernyataan Marlinah (2013) bahwa pada umur 8 minggu jumlah bulu jarum sedikit karena pertumbuhan bulu tetap sudah optimal dan kondisi ini mulai terlihat

di semua bagian tubuh itik alabio itik umur 6 minggu yang mulai mengalami



pergantian dari bulu jarum menjadi bulu tetap. Namun bobot bulu dan persentase bulu umur 8 minggu sangat nyata lebih rendah dari bobot bulu itik 10 dan 12 minggu (Astuti, 2014), hal ini menurut Sunari(2001) disebabkan oleh belum sempurnanya bulu yang tumbuh pada umur 8 minggu sehingga persentasenya juga masih rendah. Berkaitan dengan pertumbuhan bulu sempurna Atmomarsono, *et al.*, (1999) melaporkan level protein 26% memberikan penambahan bulu sayap itik manila terbaik pada umur 7 sampai 11 minggu. Pertumbuhan memberikan pengaruh terhadap kebutuhan absolut metionin, sedangkan hubungannya dengan sistin sebagian besar dipengaruhi sintesis protein bulu (Nitsan *et al.*, 1981; Hurwitz *et al.*,1983; Degussa, 1990) dan persyaratan optimal metionin untuk Bebek Pekin umur 1 - 21 hari adalah 0,481% dan 0,5 (Xie, *et al.*,2004). Pertumbuhan bulu dan komposisi bulu dapat dipengaruhi oleh spesifikasi pakan yang dikonsumsi (Fisher *et al.*, ,1981) oleh sebab itu kehilangan bulu yang berlebihan berdampak buruk terhadap konversi pakan, sebab sebagian energi pakan tersedia digunakan mengimbangi kehilangan panas (Hardiman dan Katanbaf, 2012). Oleh karena itu untuk meningkatkan berat bulu, jumlah bulu, berat bulu down, dan panjang bulu down itik pekin umur 0-21 hari dibutuhkan metionin optimal 0,48% (Guo, 2011 dalam Zheng *et al.*, (2015). Jumlah metionin 0,30% berpengaruh negatif terhadap kinerja, daging dan persentase karkas serta pertumbuhan bulu bebek umur 15 – 35 hari (Zheng *et al.*,2015).

Perbaikan pakan yang menunjang pertumbuhan bulu dapat dilakukan dengan penggunaan bahan pakan yang komposisi nutrisinya sesuai dengan nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bulu. Harapannya adalah pinfeather (bulu jarum) : *protruding pinfeather* dan *non protruding pinfeather* yang tertinggal pada karkas berkurang karena telah menjadi bulu sempurna yang memudahkan dalam proses pencabutan bulu.



Sebagai bahan pakan bulu memiliki kandungan protein yakni: 82%(Ewing, 1997), 80,97% (Erlita & Agus, 2012), 80,59% (Mulia *et al.*, 2016) , 84.26%–88.06% (Adejumo *et al.*, 2016), 81,5% (Carvalho *et al.*, 2016), merupakan protein keratin dengan kandungan nitrogen: 15 - 18%, sulfur: 2-5%, mineral: 3,20% , lemak :1,27% dan protein: 90% ( Gessesse *et al.*, 2003 dalam Sharma and Gupta, 2016). Untuk membuat tepung bulu mudah dicerna terlebih dahulu harus dikonversi melalui proses hidrolisis. Setelah melalui proses sterilisasi dan hidrolisis limbah bulu dapat digunakan secara efektif sebagai pakan ternak.

Limbah bulu dapat dihidrolisis menggunakan enzim keratinase dari mikroba bacillus licheniformis. Hidrolisis limbah bulu menggunakan enzim keratinase diperoleh kandungan protein 74% dan 20% karbohidrat. (Poovendran *et al.*, 2017).

Pemilihan tepung bulu dalam penelitian ini dilandasi oleh kandungan nutrisi tepung bulu yang telah dilaporkan peneliti sebelumnya bahwa pencernaan protein kasar hidrolisat tepung bulu ayam oleh pepsin sebesar 70-81% (Han and Parsons, 1991) ; pencernaan pepsin 0,66%, 0,81%, 0,79% masing masing dengan tekanan 207 kPa, 414 kPa, 283 kPa dilaporkan oleh Latshaw *et al.*, (2003).

Selain itu penggunaan tepung bulu dalam pakan telah banyak dilaporkan. Level penggunaan tepung bulu sebanyak 11 -17.8% dalam pakan telah dianjurkan Fenita (2002) karena memiliki daya cerna protein 85.5% setelah dihidrolisa pada 9% HCL dan di pressure cooker selama 45 menit. Prayitno *et al.*, (2003) melaporkan level 15% tepung bulu fermentasi diimbangi dengan bungkil kedele sebanyak 5% memberikan respon yang baik pada semua peubah percobaan in vitro . Level yang sama : 15% (75% pengganti tepung ikan) dalam pakan broiler dilaporkan Erpomen dan Mirawati (2005) pada bulu yang diolah dengan NaOH, sedangkan Bidura *et al.*, (2010) melaporkan level 5% tepung bulu ayam terfermentasi dalam pakan ayam broiler umur 6 minggu dapat menurunkan



jumlah lemak abdomen dan kadar kolesterol daging. Menurut Wina *et al.*, (2011) kualitas tepung bulu unggas tergantung dari derajat hidrolisis. Tepung bulu yang baik sebaiknya mengandung lemak kurang dari 5%, kandungan air tidak lebih dari 10%, dan kecernaannya sekitar 80%.

Peningkatan kualitas nutrisi tepung bulu dapat ditingkatkan dengan penggunaan enzim *Allzyme FD*. *Allzyme FD*<sup>TM</sup> adalah enzim komersial yang dikembangkan untuk membantu memutuskan stuktur bulu pada pengolahan limbah bulu unggas dalam pabrik render komersial. FD adalah singkatan dari Feather Digest dan TM adalah True Metabolize. Pemilihan enzim komersial ini dilandasi atas fungsinya sebagai pemutus ikatan keratin dengan harga yang terjangkau. Untuk mengolah 1 ton limbah bulu ayam hanya dibutuhkan 1 kg enzim *Allzyme FD*<sup>TM</sup>. Penggunaannya dalam proses pengolahan limbah bulu menjadi tepung bulu dapat meningkatkan efisiensi dan secara ekonomis meningkatkan nilai gizi produk.

Penelitian yang menggunakan level protein yang tinggi (26%) dalam pakan terhadap pertambahan bulu sayap itik manila telah dilakukan oleh Atmomarsono, *et al.*, (1999). Pengaruh umur pemotongan terkait dengan pertumbuhan bulu itik pun telah dilaporkan Sunari *et al.*, (2001) dan pengaruh pertumbuhan dan perkembangan bulu bagian belakang terhadap kualitas karkas dilaporkan Szász (2003). Pendugaan umur dengan pergantian bulu tetas ke bulu tetap yang telah diteliti oleh Lakollo (2008) dan Marlinah (2013), dapat dijadikan sebagai rujukan pertumbuhan bulu sempurna untuk memutuskan umur pemotongan terbaik pada itik. Hasil penelitian persilangan entok dengan berbagai itik lokal yang dianggap unggul sebagian besar telah dapat memperbaiki kualitas maupun kuantitas daging sesuai permintaan konsumen namun masih menyisakan pekerjaan rumah terhadap penampilan fisik karkas karena masih menyisakan banyaknya jumlah pinfeather (bulu jarum) pada



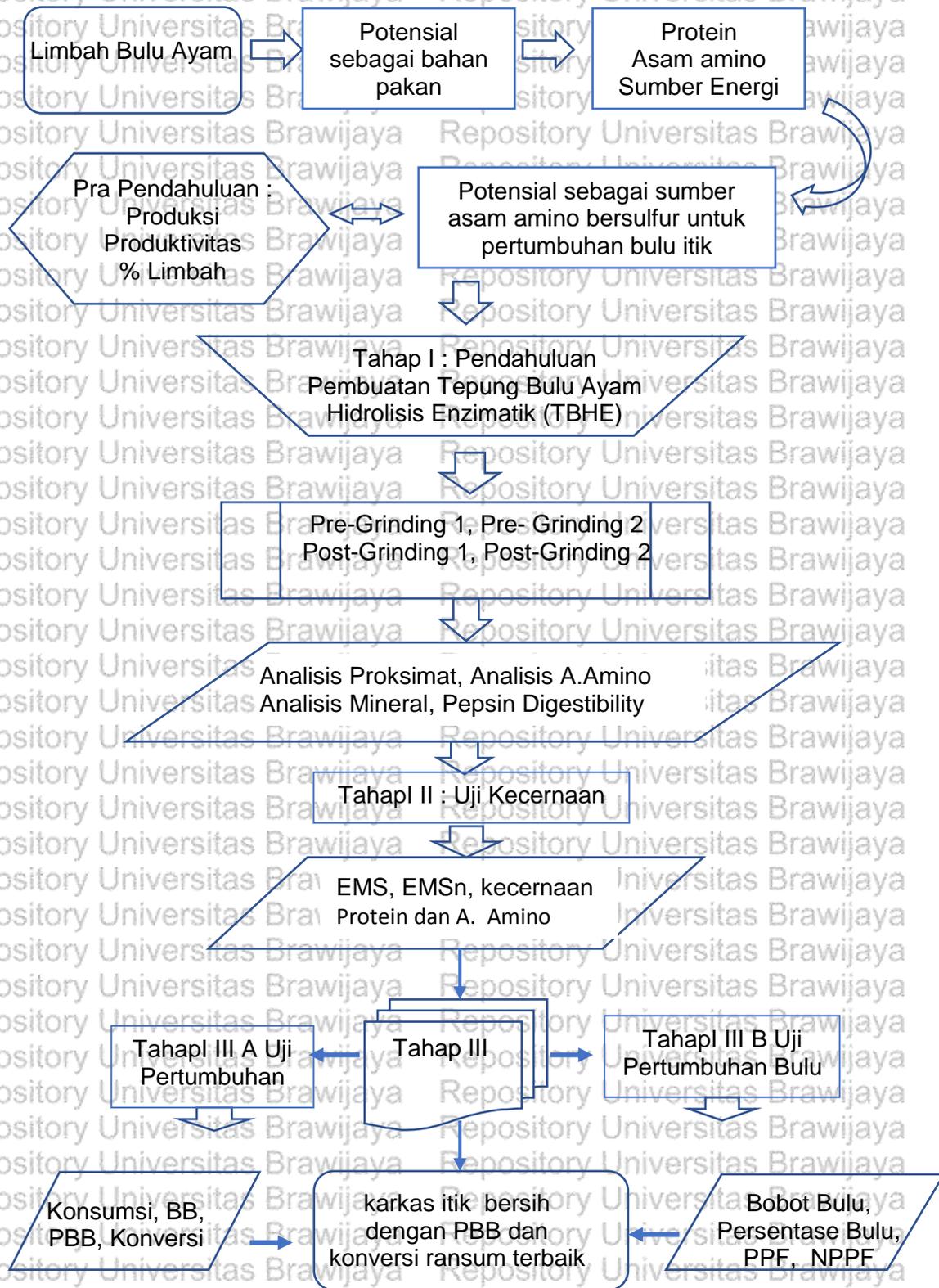
karkas. Berdasarkan fenomena yang telah dipaparkan diatas penampilan karkas itik lokal maupun hasil persilangannya masih menjadi permasalahan dalam produksi khususnya terhadap penampilan fisik akibat masih banyaknya jumlah pinfeather (bulu jarum) yang tertinggal pada karkas. Berbagai penelitian yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas dan kuantitas produksi itik akhirnya akan berujung pada mutu kelas karkas yang dihasilkan. Meskipun Indonesia belum memiliki Standar Nasional Indonesia khusus untuk itik pedaging namun dapat mengacu pada Mutu Karkas dan Daging Ayam SNI 3924:2009.

Penelitian ini dilakukan untuk memperbaiki penampilan fisik karkas itik dengan tepung bulu ayam hidrolisik enzimatik (TBHE). Tepung bulu ayam hidrolisik enzimatik dapat memacu pertumbuhan bulu sempurna sehingga penampilan karkas yang bersih dapat diduga dari kecepatan hilangnya jumlah protruding pinfeather (PPF) dan nonprotruding pinfeather (NPPF) yang tertinggal pada karkas itik.

### 3.2. Hipotesis Penelitian

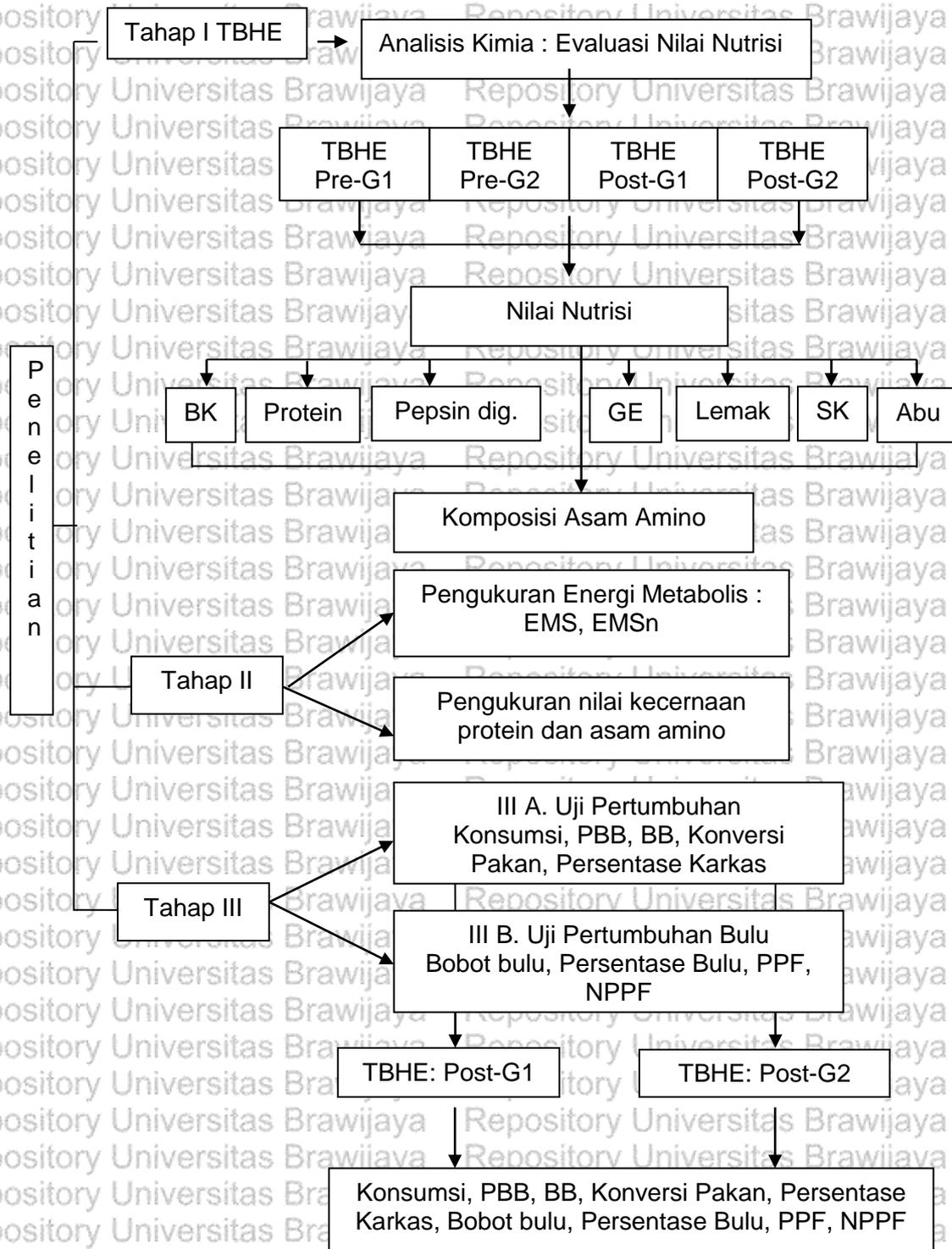
1. Hidrolisis limbah bulu ayam dengan enzim *allyzyme fd* dan bentuk fisik Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 dan Post-G2 dapat memperbaiki nilai nutrisi, pencernaan protein dan asam amino dan nilai EMSn tepung bulu ayam.
2. Penggunaan Tepung Bulu Hidrolisat Enzimatik (TBHE) *allyzyme fd* berpengaruh terhadap penampilan produksi : a) PBB ; b) Konsumsi pakan ; c) Konversi pakan; d) Persentase karkas.
3. Penggunaan Tepung Bulu Hidrolisat Enzimatik (TBHE) *allyzyme fd* berpotensi memacu pertumbuhan bulu sempurna berdasarkan berat bulu, persentase bulu dan jumlah protruding pinfeather dan non protruding pinfeather yang tertinggal pada karkas, itik umur 7,8,9, dan 10 minggu.

### 3.3. Alur Penelitian



Gambar 13. Bagan kerangka konseptual penelitian

### 3.4. Kerangka Operasional Penelitian



Gambar 14. Kerangka Operasional Penelitian



## BAB IV

### MATERI DAN METODE PENELITIAN

Rangkaian penelitian ini dilakukan dalam 3 tahap, yaitu :

Tahap I Pendahuluan : pembuatan tepung bulu secara hidrolisis enzimatik menggunakan Allzyme FD dilakukan di lokasi kandang Peternakan Alifa, Laboratorium Agritek Fakultas Pertanian serta Laboratorium INMT Fapetkan Universitas Tadulako. Tahap II Uji pencernaan tepung bulu dilakukan di kandang penelitian jurusan peternakan di Universitas Tribhuwana Tungga Dewi. Tahap ke III dilakukan di kandang penelitian jurusan peternakan di Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Tadulako Palu.

#### 4.1. Tahap I Pendahuluan : Pembuatan Tepung Bulu Hidrolisis Enzimatik

##### 4.1.1. Judul Penelitian : Pengolahan Limbah Bulu Ayam menjadi Tepung Bulu Hidrolisis Enzimatik Menggunakan enzim Allzyme FD

##### 4.1.2. Cakupan Penelitian

Penelitian tahap ini adalah untuk mencapai tujuan pertama dan menjawab hipotesis pertama pada aspek nilai nutrisi dengan memanfaatkan enzim Allzyme FD untuk memutus ikatan keratin dalam proses hidrolisis dikombinasikan dengan perlakuan autoklaf.

##### 4.1.3. Tempat Penelitian

Penelitian tahap pendahuluan bertempat di Peternakan Alifa dan INMT Fapetkan Universitas Tadulako dan Laboratorium Hama Dan Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu.

##### 4.1.4. Materi dan Alat Penelitian

Materi dan alat penelitian yang digunakan adalah :



1. Limbah bulu hasil pemotongan ayam pedaging.
2. Enzim Allzyme FD , air dan *Sodium metabisulfit* yang bertujuan untuk menghilangkan efek browning pada tepung bulu.
3. Autoklaf, Timbangan analitik dan timbangan Ohaus kapasitas 5 kg.
4. gelas ukur, ember, baskom dan saringan kawat.
5. Mesin penggiling, Wadah penjemur, penyemprot(sprayer).
6. Oven pengering, aluminium foil.

#### 4.1.5. Cara Kerja Pembuatan tepung bulu hidrolisis enzimatik (TBHE) Allzyme FD

##### Proses Pembuatan tepung Bulu

Pembuatan tepung bulu menggunakan limbah bulu ayam pedaging yang telah dibersihkan dari darah dan kotoran lainnya lalu dikeringkan dengan bantuan sinar matahari selama 3 hari dan diteruskan dengan pengeringan oven dengan suhu 60°C selama 3 hari. Pengeringan dengan bantuan sinar matahari bertujuan untuk mengurangi lamanya pengeringan dengan oven dan memudahkan proses penggilingan. Limbah bulu ayam ini kemudian dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama, bulu Pre-grinding (bulu digiling dengan mesin penggiling Hammer Mill sebelum diautoklaf) dan Post-grinding (bulu digiling dengan mesin penggiling Hammer Mill setelah diautoklaf). Prosedur pembuatan tepung bulu menggunakan Allzyme FD terdapat pada Lampiran 1.

#### 4.1.6. Metode Penelitian

Metode penelitian ini adalah deskriptif data hasil analisis kimia dari dua bentuk fisik limbah bulu : Pre-grinding (Pre-G : digiling sebelum dihidrolisis) dan Post-grinding (Post-G digiling setelah dihidrolisis), masing masing ditambah



0,01% dan 0,02% enzim, sehingga diperoleh empat jenis tepung bulu ayam hidrolisat enzimatik (Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 dan Post-G2).

Analisis proksimat dilakukan untuk mengetahui kandungan nutrisi 4 jenis tepung bulu hidrolisis enzimatik (TBHE), analisis kandungan asam amino (HPLC) dan pencernaan pepsin. Pengukuran asam amino menggunakan High Performance Liquid Chromatography (HPLC) dilakukan di Laboratorium Saraswanti Indogenetech Bogor. Hasil asam amino yang didapat, kemudian dihitung skor kimia dan IAAE berdasarkan McDonald *et al.* (2002).

$$\text{Skor kimia} = \frac{\text{asam amino tepung bulu} - \text{asam amino uji}}{\text{asam amino tepung bulu}} \times 100$$

$$\text{IAAE} = \frac{\left( \frac{A}{Ae} X \frac{B}{Be} X \frac{C}{Ce} X \dots X \frac{J}{Je} \right)^{\frac{1}{n}}}{1}$$

Keterangan :

A, B, C, J : Konsentrasi (g kg<sup>-1</sup>) asam amino esensial tepung bulu

Ae, Be, Ce, Je : Konsentrasi (g kg<sup>-1</sup>) asam amino esensial yang sama terdapat dalam telur.

n : jumlah asam amino esensial yang dihitung.

Pengukuran pepsin digestibility dianalisis secara *in vitro* berdasarkan metode AOAC (2005) yaitu sampel dicampur dengan pepsin 0.2% dan HCL 0.075 N, kemudian dimasukkan ke dalam shaker bath bersuhu 45°C selama 16 jam.

Selanjutnya sampel disaring dengan kertas whatman 41 dan dianalisis proteinnya dengan metode Kjedahl (protein tidak tercerna).

$$\% \text{ Pepsin Digestibility} = \frac{\% \text{ protein kasar} - \% \text{ N protein tidak tercerna}}{\% \text{ N protein kasar}}$$

$$\% \text{ Pepsin digestibility} = \frac{\% \text{ PDP}}{\% \text{ Protein kasar}} \times 100$$



## 4.2. Tahap 2 : Uji Kecernaan Pakan Tepung Bulu

### 4.2.1. Judul Penelitian: Evaluasi penggunaan tepung bulu ayam terhadap kecernaan protein dan energi metabolis terkoreksi Nitrogen

### 4.2.2. Cakupan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk melaksanakan tujuan kedua dan menjawab hipotesis pertama, yaitu mempelajari dan menguji kecernaan protein, kecernaan asam amino dan nilai Energi Metabolis Terkoreksi Nitrogen (EMSn) tepung bulu pada itik. Evaluasi Kecernaan dan penentuan nilai energi metabolis (EMS) menggunakan Metode Terpstra dan Jansen (1976).

### 4.2.3. Tempat Penelitian

Uji kecernaan pakan menggunakan kandang metabolis dilaksanakan di Laboratorium Lapang Universitas Tribhuwana Tunggaladewi Malang tanggal 6 bulan Juni tahun 2012 hingga tanggal 24 Juni tahun 2012.

### 4.2.4. Materi Penelitian

1. 20 ekor itik kelamin jantan umur 5 bulan dengan rata-rata bobot badan 1995,95 g dan koefisien keragaman 11,83%.
2. Kandang yang digunakan adalah kandang metabolik dari bahan jeruji besi dengan diameter 0,3 cm yang dibuat berdasarkan rancangan deHart (1977) dalam Achmanu, 1992). Kandang dilengkapi sekat yang dapat digeser kesamping dan kedepan untuk menyesuaikan dengan besarnya tubuh itik percobaan. Dibagian bawah kandang terdapat bak dari seng tempat lembaran plastik menampung ekskreta. Di bagian depan kandang terdapat tempat makan dan tempat minum.
3. Pakan basal yang digunakan dalam penelitian ini merupakan bahan campuran yang terdiri dari jagung kuning, bekatul, bungkil kedele, bungkil

kelapa, tepung ikan, minyak sawit (Bimoli), lisin,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , garam, kapur, premix. Kandungan nutrisi bahan pakan tertera pada Tabel 12.

Tabel 12 Kandungan zat nutrisi bahan pakan

Bahan Pakan	EM** Kkal/kg	PK** %	LK** %	SK** %	Met * %	Lisin* %	Sis* %	Thr* %	Ca** %	P** %	Na** %
Jagung	3370	8,54	2,61	4,76	0,08	0,15	0,18	0,4	0	0,1	0,02
Bekatul	2560	8	7	3	0,06	0,34	0,37	0,57	0	0,16	0,07
B.Kedele	2240	46,5	0,9	6	0,24	1,56	0,67	1,8	0,3	0,65	0,03
B.Kelapa	2200	16,5	2,5	15	0,28	0,37	0,3	0,65	0,2	0,57	0,04
T.Ikan	2650	48	9	1	1,16	1,84	0,94	2,6	5,5	2,8	0,3
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	0	0	0	0	0	0	0	0	38	20	0
Lisin	0	0	0	0	0	95	0	0	0	0	0
Garam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
Kapur	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0
Premix	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0
Minyak tbb	8950	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0

Keterangan : \* Hasil analisis Lab Saraswanti Indo Genetech, Bogor

\*\*Hasil analisis Lab Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan IPB, 2012

#### 4.2.5. Metode penelitian

Pelaksanaan penelitian ini terdiri atas tahap adaptasi dan tahap perlakuan (koleksi data). Tahap adaptasi dilakukan untuk mengadaptasikan ternak terhadap kondisi percobaan dan lingkungan baru, menghilangkan pengaruh pakan sebelumnya, serta untuk membiasakan ternak dengan pakan yang dicobakan. Selama 14 hari masa adaptasi, dilakukan pemberian pakan secara terbatas dengan tujuan agar pakan yang diberikan pada hari itu habis dikonsumsi. Sebanyak 90% dari jumlah konsumsi pakan ad libitum per hari diberikan pada itik yang dipelihara dalam kandang individu. Konsumsi pakan per hari diamati untuk mengetahui jumlah pakan yang mampu dihabiskan. Lalu pada tahap perlakuan dilakukan pemberian pakan dengan jumlah tetap setiap hari dan pengumpulan ekskreta dilakukan selama 5 hari. Dari nilai energi metabolis pakan basal dan campuran pakan basal dengan pakan yang mengandung tepung bulu yang diteliti, dapat dihitung nilai EMS tepung bulu yang diteliti, Nilai EMS tergantung retensi nitrogen dalam tubuh, sehingga dalam perhitungannya



didasarkan atas keseimbangan nitrogen, akan diperoleh nilai EMSn. (Terpstra dan Janssen (1976)

Selama pengukuran setiap hari dilakukan pencatatan konsumsi pakan. Penimbangan ternak dilakukan sesudah dan sebelum koleksi ekskreta. Ekskreta yang diperoleh dibersihkan dari bulu yang rontok dan pakan yang jatuh kedalamnya. Ekskreta yang telah dikumpulkan disemprot dengan asam sulfat 0,3N dengan tujuan untuk mencegah nitrogen yang hilang karena dekomposisi, kemudian dijemur dibawah sinar matahari sampai kering udara dan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam. Setelah itu digiling halus dan selanjutnya dianalisis kandungan protein, kandungan asam amino, dan energi brutonya.

#### 4.2.6. Desain Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan pada uji pencernaan pakan adalah Rancangan Acak Lengkap Lengkap 5 x 4 x 1. Lima jenis pakan, empat ulangan, setiap ulangan terdiri dari 1 ekor, sehingga jumlah ternak yang digunakan dalam percobaan adalah 20 ekor. Perlakuan yang dicobakan adalah sebagai berikut :

P0 = Pakan Basal

Pre-G1 = 95% P0 + 5% TBHE Pre-G1

Pre-G2 = 95% P0 + 5% TBHE Pre-G2

Post-G1 = 95% P0 + 5% TBHE Post-G1

Post-G2 = 95% P0 + 5% TBHE Post-G2

Pre-grinding1 : bulu digiling sebelum diautoklaf (0,01% Allzyme FD)

Pre-grinding2 : bulu digiling sebelum diautoklaf (0,02% Allzyme FD)

Post-grinding1 : bulu digiling setelah diautoklaf (0,01% Allzyme FD)

Post-grinding2 : bulu digiling setelah diautoklaf (0,02% Allzyme FD)



#### 4.2.7. Variabel Penelitian

Variabel yang diukur adalah meliputi pencernaan protein, pencernaan asam amino dan nilai EMSn (Energi Metabolis Semu terkoreksi N). Daya cerna protein dan asam amino dari pakan dihitung menurut Terpstra dan Jansen, (1976) sebagai berikut :

$$\text{Kecernaan Protein} = \frac{\text{Konsumsi Protein} - \text{Protein Ekskreta}}{\text{Konsumsi Protein}} \times 100$$

$$\text{Kecernaan A. Amino} = \frac{\text{Konsumsi A. Amino} - \text{A. Amino Ekskreta}}{\text{Konsumsi Asam Amino}} \times 100$$

dimana:

Konsumsi protein = (konsumsi pakan %BK) x %PK dalam pakan

Protein ekskreta = (berat ekskreta %BK) x %PK dalam ekskreta

PK = protein kasar

BK = bahan kering

Nilai EMSn diukur berdasarkan total koleksi ekskreta (Terpstra dan Jansen, 1976) dengan menggunakan persamaan :

$$\text{EMSn} = \text{C}(\text{Energi Bruto dari 1 kg pakan}) - \text{Dw}(\text{Bobot ekskreta per 1 kg bahan pakan}) - 8,73 (\text{N-Dt}) \text{ kkal/kg}$$

AMEn = Apparent Metabolizable Energi (Energi Metabolis Semu) dengan koreksi nitrogen

C = Energi bruto dari 1 kg pakan yang diteliti

d = Bobot ekskreta yang didapat per 1 kilogram bahan pakan

w = Energi Bruto dari 1 kilogram ekskreta yang diperoleh

N = Jumlah Nitrogen (gram) dari 1 kilogram ekskreta yang diperoleh

#### 4.2.8. Analisis statistik

Data yang diperoleh ditabulasi menggunakan program excel, sedangkan data diolah berdasarkan analisis varian (ANOVA) menggunakan program

DSAASTAT dari Rancangan Acak Lengkap. Uji Jarak Berganda Duncan's (Steel and Torrie, 1992) dilakukan jika terdapat perbedaan antar perlakuan. Model matematik Rancangan Acak Lengkap yang digunakan dalam penelitian :



$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

$i$  = Basal, Pre-G1, Pre-G2, Post-G1, post-G2

$j$  = 1, 2, 3, 4

$Y_{ij}$  = nilai pengamatan pada perlakuan ke  $i$ , ulangan ke  $j$

$\mu$  = nilai tengah umum perlakuan

$T_i$  = pengaruh perlakuan ke  $i$

$\epsilon_{ij}$  = pengaruh acak pada perlakuan ke  $i$  dan ulangan ke  $j$

$t$  = jumlah perlakuan yang diujikan

$n$  = jumlah ulangan dalam perlakuan

#### 4.3. Percobaan Tahap Tiga :

**Uji pertumbuhan (Growth Trial) dan Pengukuran Jumlah Protruding Pin Feather Dan Non Protruding Pin Feather Pada Karkas Itik**

##### 4.3.1. Judul Penelitian: Evaluasi Penggunaan Tepung Bulu Hidrolisat Enzimatis terhadap Penampilan Produksi Itik.

###### 4.3.1.1. Cakupan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk melaksanakan tujuan ketiga dan menjawab hipotesis kedua : Tepung bulu hidrolisis enzimatis Allzyme FD berpengaruh terhadap penampilan produksi : PBB, Konsumsi Pakan, Konversi Pakan, dan Persentase Karkas.

###### 4.3.1.2. Tempat Penelitian

Penelitian Evaluasi Penggunaan Tepung Bulu Hidrolisat Enzimatis terhadap Penampilan Produksi Itik dilakukan di Kandang Percobaan Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Tadulako Palu Sulawesi Tengah mulai tanggal 19 Oktober 2014 – 29 Desember 2014.



#### 4.3.1.3. Materi Penelitian

1. 108 DOD ekor itik Bali jantan diperoleh dari peternak di Desa Tolai dengan bobot badan 54,46 – 54,69g.
2. Kandang yang digunakan adalah kandang model panggung dengan petakan berukuran 120 x 80 x 45 cm dengan tinggi kolong dari lantai 80 cm. Tempat pakan dan tempat air minum diletakkan disetiap petak kandang percobaan.
3. Pakan yang diberikan terdiri dari : Pakan basal, P0 :100% pakan basal, Pakan Post-G1 : 95% pakan basal + 5% TBHE Post-G1, Pakan Post-G2 : 95% pakan basal + 5% TBHE Post-G2.

Tabel 13. Komposisi bahan pakan dan zat nutrisi penyusun pakan periode starter

Bahan pakan	Starter/Basal Jumlah (%)	Pre-G1 95% Basal	Pre-G2 95% Basal	Post-G1 95% Basal	Post-G2 95% Basal
Jagung Kuning	57,70	54,82	54,82	54,82	54,82
Bekatul	2,00	1,90	1,90	1,90	1,90
B. Kedele	28,00	26,60	26,60	26,60	26,60
Bungkil Kelapa	2,00	1,90	1,90	1,90	1,90
Tepung Ikan	9,00	8,55	8,55	8,55	8,55
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Lisin	0,50	0,48	0,48	0,48	0,48
Garam	0,20	0,19	0,19	0,19	0,19
Kapur	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Premix	0,40	0,38	0,38	0,38	0,38
Minyak Tumbuhan	0	0	0	0	0
TBHE	0	5	5	5	5
<b>T o t a l</b>					
<b>Kandungan Zat Makanan*</b>					
EM (Kkal/Kg)	2905,39	2944,4	2944,4	2944,4	2945,2
PK(%)	22,76	26,1	26,0	26,2	26,1
Serat Kasar (%)	4,88	4,69	4,65	4,78	4,71
Lemak Kasar (%)	2,76	2,77	2,76	2,78	2,84
Ca (%)	0,76	0,72	0,72	0,72	0,72
P tersedia (%)	0,53	0,50	0,50	0,50	0,50
Na (%)	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14
Lisin(%)	1,18	1,16	1,16	1,16	1,16
Metionin (%)	0,22	0,23	0,24	0,23	0,24
Sistin (%)	0,39	0,39	0,46	0,37	0,48
Treonin (%)	0,99	1,13	1,13	1,12	1,14

Keterangan: Dihitung berdasarkan komposisi bahan pakan dan kandungan nutrisi hasil analisa laboratorium.

Tabel 14. Komposisi bahan pakan dan zat nutrisi penyusun pakan periode grower

Bahan pakan	Jumlah (%)	Pre-G1	Pre-G2	Post-G1	Post-G2
		95% Basal	95% Basal	95% Basal	95% Basal
jagung Kuning	53,2	50,54	50,54	50,54	50,54
Bekatul	15,2	14,44	14,44	14,44	14,44
B.Kelele	15	14,25	14,25	14,25	14,25
Bungkil Kelapa	5,2	4,94	4,94	4,94	4,94
Tepung Ikan	7,2	6,84	6,84	6,84	6,84
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	0,63	0,59	0,59	0,59	0,59
Lisin	0,30	0,29	0,29	0,29	0,29
Garam	0,28	0,26	0,26	0,26	0,26
Kapur	0,53	0,50	0,50	0,50	0,50
Premix	0,48	0,45	0,45	0,45	0,45
Minyak Tumbuhan	2,00	1,90	1,90	1,90	1,90
TBHE	0,00	5,00	5,00	5,00	5,00
<b>Total</b>					
<b>Kandungan Zat Makanan*</b>					
EM (Kkal/Kg)	3002,16	3036,34	3036,32	3036,32	3037,12
PK(%)	17,05	20,69	20,60	20,75	20,70
Serat Kasar (%)	4,74	4,56	4,52	4,64	4,58
Lemak Kasar (%)	5,37	5,25	5,24	5,26	5,32
Ca (%)	1,02	0,97	0,97	0,97	0,97
P tersedia (%)	0,53	0,50	0,50	0,50	0,50
Na (%)	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17
Lisin(%)	1,18	1,16	1,16	1,16	1,16
Metionin (%)	0,19	0,21	0,21	0,21	0,21
Sistin (%)	0,29	0,30	0,36	0,28	0,39
Treonin (%)	0,79	0,94	0,94	0,93	0,95

Keterangan: Dihitung berdasarkan komposisi bahan pakan dan kandungan nutrisi hasil analisa laboratorium.

#### 4.3.1.4. Metode penelitian

Pengukuran variabel pertumbuhan dilakukan selama 10 minggu. Data yang dikoleksi meliputi konsumsi pakan, PBB, konversi pakan, dan persentase karkas.



#### 4.3.1.5. Desain penelitian

Penelitian didisain menggunakan Rancangan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 6 ulangan. Setiap ulangan masing masing berisi 6 ekor itik.

#### 4.3.1.6. Variabel penelitian

Variabel yang diukur adalah konsumsi pakan, bobot badan pertambahan bobot badan (PBB), konversi pakan, dan persentase karkas. Teknik pengukuran parameter penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Pertambahan bobot badan (g), adalah selisih bobot badan akhir dikurangi dengan bobot badan awal penelitian. Penimbangan dilakukan setiap minggu untuk melihat pertambahan bobot badan setiap minggu.

b. Konsumsi pakan (g/ekor/hari) adalah jumlah pakan rata rata yang dikonsumsi selama 10 minggu penelitian. Jumlah konsumsi diperoleh dengan menghitung jumlah pakan yang diberikan dikurangi jumlah pakan sisa dan dibagi hari pengamatan.

c. Konversi pakan dihitung berdasarkan perbandingan antara konsumsi pakan dengan rataan pertambahan bobot badan selama pemeliharaan.

d. Persentase karkas (%) : perbandingan antara bobot karkas dengan bobot potong yang digunakan sebagai pendugaan jumlah daging pada unggas (Abubakar dan Nataamijaya, 1999).

#### 4.3.1.7. Analisis statistik

Data yang diperoleh ditabulasi menggunakan program excel dan diolah berdasarkan analisis varian menggunakan program DSAASTAT dari Rancangan Acak Lengkap. Uji Jarak Berganda Duncan's (Steel and Torrie, 1992) dilakukan



jika terdapat perbedaan antar perlakuan. Rancangan Acak Lengkap pada Penelitian Evaluasi Penggunaan Tepung Bulu Hidrolisat Enzimatis terhadap Penampilan Produksi Itik menggunakan model matematik sama seperti pada penelitian uji pencernaan pada tahap II

#### 4.3.2. Pengukuran Jumlah *Protruding Pin Feather* Dan *Non Protruding Pin Feather* Pada Karkas Itik

##### 4.3.2.1. Cakupan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk melaksanakan tujuan ketiga dan menjawab hipotesis ketiga : Tepung bulu hidrolisis enzimatis Allzyme FD berpotensi memacu pertumbuhan bulu sempurna itik berdasarkan bobot bulu, persentase bulu dan jumlah *protruding pinfeather* dan *non protruding pinfeather* yang tertinggal pada karkas itik umur 7,8,9, dan 10 minggu

##### 4.3.2.2. Tempat Penelitian

Penelitian Pengukuran Jumlah *Protruding Pin Feather* Dan *Non Protruding Pin Feather* Pada Karkas Itik dilaksanakan pada tanggal, 19 Oktober 2014 hingga 29 Desember 2014 di kandang percobaan Peternakan Universitas Tadulako Palu Sulawesi Tengah. Pengukuran berat Bulu, persentase bulu dan jumlah *protruding pin feather* dan *non protruding pin feather* diukur mulai Minggu 7 hingga minggu 10.

##### 4.3.2.3. Materi Penelitian

1. 108 DOD ekor itik Bali Jantan diperoleh dari peternak itik di Desa Tolai dengan bobot badan 54,46 – 54,69g digunakan dalam penelitian.
2. Kandang yang digunakan adalah kandang model panggung dengan petakan berukuran 120 x 80 x 45 cm dengan tinggi kolong dari lantai 80



cm. Setiap petak kandang percobaan dilengkapi tempat pakan dan tempat air minum.

3. Bahan pakan yang digunakan terdiri atas jagung, bekatul, bungkil kelapa, bungkil kedele, tepung ikan,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , lisin, garam, kapur, premix, minyak tumbuhan. Komposisi dan kandungan nutrisi pakan untuk masing-masing perlakuan sama seperti pada penelitian tahap 3.

#### 4.3.2.4. Metode penelitian

Pengukuran variabel dimulai minggu 7, 8, 9 dan 10. Data yang dikoleksi meliputi bobot badan, bobot bulu, persentase bulu, jumlah *protruding pin feather* dan *non protruding pin feather* yang tertinggal di karkas itik.

#### 4.3.2.5. Desain penelitian

Penelitian Pengukuran Jumlah Protruding Pin Feather Dan Non Protruding Pin Feather Pada Karkas Itik didisain menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 perlakuan dan 6 ulangan. Setiap ulangan masing masing berisi 6 ekor itik.

#### 4.3.2.6. Variabel penelitian

Variabel yang diukur adalah meliputi bobot bulu, persentase bulu dan jumlah *protruding pin feather* dan *non protruding pin feather* pada karkas pada umur 7, 8, 9 dan 10 minggu. Teknik pengukuran parameter penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Bobot bulu (g), bobot bulu diperoleh setelah itik dipotong dan bulunya dicabut secara manual kemudian ditimbang. bulu yang telah dicabut dioven untuk diukur berat keringnya. Satuan yang digunakan dalam bobot bulu adalah g/kg bobot badan.
- b. Persentase Bulu itik diperoleh dari bobot bulu lalu dipersentasekan terhadap



bobot hidup :

$$\text{Persentase berat bulu ayam} = \left( \frac{\text{berat potong} - \text{berat potong tanpa bulu (g)}}{\text{Bobot badan hidup ayam (g)}} \right)$$

- c. Jumlah *protruding pin feather* dan *non protruding pin feather* yang terdapat pada karkas dihitung berdasarkan irisan komersial dada, paha, punggung dan sayap. Hal ini dilakukan untuk memudahkan dalam perhitungan jumlah *Protruding Pin Feather* dan *Non Protruding Pin Feather* pada karkas. Jumlah *protruding pin feather* yang terdapat pada seluruh permukaan irisan komersial dicabut dan dihitung menggunakan pinset. *Protruding pin feather* adalah Pinfeather yang menembus kulit luar (sudah/belum) terjadi bentuk kuas. Setelah jumlah *protruding pinfeather* seluruhnya dicabut dan dihitung maka yang tertinggal adalah *non protruding pinfeather* yang masih tertanam didalam kulit namun tampak jelas terlihat oleh mata namun belum menembus kulit luar. (USDA, 1998). Jumlah *Protruding pin Feather* dan *Non Protruding Pin Feather* pada irisan komersial pada dada, paha, punggung dan sayap kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan total *Protruding Pin Feather* dan *Non protruding pin Feather* pada karkas.

#### 4.3.2.7. Analisis statistik

Data yang diperoleh ditabulasi menggunakan program excel, sedangkan data diolah berdasarkan analisis varian (ANOVA) menggunakan program DSAASTAT dari Rancangan Acak Lengkap. Perbedaan antar perlakuan diuji menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan's (Steel and Torrie, 1992). Model matematik yang sama untuk Rancangan Acak Lengkap pada penelitian uji kecernaan dan uji pertumbuhan juga digunakan dalam penelitian Pengukuran Jumlah *Protruding Pin Feather* Dan *Non Protruding Pin Feather* Pada Karkas Itik.

## BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1. Penelitian Tahap I Percobaan Pembuatan Tepung Bulu Hidrolisis Enzimatik

#### 5.1.1. Kandungan zat makanan tepung bulu ayam

Hasil analisis kandungan zat makanan tepung bulu tertera pada Tabel 15.

Tabel 15. Kandungan zat makanan tepung bulu ayam hidrolisis enzimatik dibandingkan dengan bungkil kedelai dan tepung ikan

Komposisi	Pre- grinding		Post- grinding		Kedelai*	Tepung Ikan*
	Pre-G1	Pre-G2	Post-G1	Post-G2		
Bahan Kering (%)*	97,6	97,7	95,0	94,4	90,0	89,2
Protein Kasar (%)*	89,9	88,0	91,0	90,1	39,0	75,7
Pepsin Dig. (%)**	78,6	84,4	76,3	80,8	39,0	75,7
GE (Kkal/kg)*	5115,8	4726,5	4870,4	4527,8	4573,3	4305,6
Lemak Kasar(%)*	3,0	2,8	3,1	4,3	21,9	4,9
Serat Kasar(%)*	1,1	0,3	2,8	1,5	6,1	0,4
Abu. (%)*	1,2	1,5	1,7	1,8	5,3	17,2

Keterangan : \*Hasil Analisis Lab. NMT UB

\*\* Hasil analisis Lab. Nutrisi Ternak perah, Fapet IPB

Pre-G1 : Bulu digiling sebelum diautoklaf , enzim 0,01%

Pre-G2 : Bulu digiling sebelum diautoklaf, enzim 0,02%

Post-G1 : Bulu digiling setelah diautoklaf, enzim 0,01%

Post-G2 : Bulu digiling setelah diautoklaf, enzim 0,02%

#### 5.1.1.1. Bahan Kering

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan bahan kering dari tepung bulu ayam adalah 97,6 – 97,7% untuk perlakuan Pre-grinding dan 94,4 – 95,0 untuk perlakuan Post-grinding. Penelitian sebelumnya mencatat BK tepung bulu ayam adalah 90% (Ewing,1997), 85.7%(Adejumo *et al*, 2016), 93.5% (DeCarvalho *et al*, 2016), NRA: 91% dan NRC: 93%. sedangkan BK tepung bulu ayam yg dihidrolisis menggunakan enzim Allzyme FD; 96.6% (Pacheco *et al* (2016).



### 5.1.1.2. Protein Kasar

Level enzim Allzyme FD (0,01%) pada tepung bulu Post-G1 (91,03%) menunjukkan kandungan protein lebih tinggi 1,14% dibanding tepung bulu Pre-G1(89,89%). Level enzim Allzyme FD (0,02%) pada tepung bulu Post-G2(90,11%) 2,1% lebih tinggi dibanding tepung bulu Pre-G2 (88,0%), dengan level enzim 0,01%. Ini menunjukkan bahwa penggilingan sebelum hidrolisis Pre-G1 dan Pre-G2 tidak diperlukan dalam pengolahan limbah bulu menjadi tepung bulu ayam karena tidak efisien dalam waktu dan biaya. Selain itu energi yang dibutuhkan dalam proses pengolahan Pre-G1 dan Pre-G2 lebih besar dari tepung bulu Post-G3 dan Post-G4. Perbedaan bentuk fisik pada jenis limbah bulu ayam Pre-G1, Pre-G2 (digiling sebelum diautoklaf) kemudian dihidrolisis enzimatik menggunakan 0,01% dan 0,02% enzim allzyme FD menghasilkan kandungan protein lebih rendah (89,89% dan 87,98%) dibandingkan dengan bentuk fisik limbah bulu Post-grinding Post-G1 (91,03%) dan Post-G2 (90,11%).

Waktu penggilingan yang lama akibat sifat fisik bulu yang stabil dan kaku menyebabkan panas yang berlebihan pada mesin penggiling. Walaupun terjadi perubahan bentuk fisik pada saat proses penggilingan tidak membuat kandungan protein tepung bulu Pre-G1 dan Pre-G2 lebih tinggi dari tepung bulu Post-G1 dan Post-G2 tetapi perubahan bentuk fisik limbah bulu dengan penggilingan sebelum proses hidrolisis autoklaf (pre-grinding) dapat meningkatkan daya cerna pepsin.

Allzyme FD merupakan enzim lipase yang kompleks dan protease yang diformulasikan untuk mendegradasi protein pada bulu ayam. Tiga peneliti sebelumnya menggunakan enzim Allyzme FD untuk menghidrolisis limbah bulu ayam melaporkan bahwa kandungan protein tepung bulu ayam hidrolisis enzimatik sebesar 84,4% (Considane, 2000), 85% (Woodgate, 2004), 80,2% (Pachecho *et al*, 2016). Beberapa hasil penelitian tentang kandungan protein



tepung bulu dilaporkan oleh NRA : 83%, NRC : 84,9%, Han dan Parsons (1991) : 80-91%, Dale (1992) : 91,8%, Ewing (1997) : 82% , Sonjaya (2001) : 80,06%; Moritz *et al.*, (2001): 90,9%, Adiati *et al.*, (2003) : 76%, Erpormen, *et al* (2005): 53,79%, Tiwary dan Gupta (2012) : 73%. Mulia, *et al* (2016) : 80,59%, Adejumo *et al* (2016): 84.26%–88.06%), Carvalho *et al* (2016): 81,5%.

Perbedaan kandungan protein tepung bulu Pre-grinding dan Post-grinding dalam penelitian ini disebabkan oleh metode pengolahan dan bahan baku tepung bulu. Selain bahan baku bulu (Han dan Parsons,1991) perbedaan kadar protein pada hidrolisat tepung bulu disebabkan perbedaan struktur penyusun bagian bulu. Barbules pada bulu memiliki kepadatan yang rendah sedangkan rachis memiliki sifat lebih tebal dan kaku. Selain itu rachis memiliki lebih banyak protein kristalin dibanding barbules. Hal ini menyebabkan bagian rachis pada bulu ayam lebih sulit terhidrolisis (Reddy, 2007). Bahan baku bulu dipengaruhi oleh spesies, tipe ayam dan umur ayam. (Han dan Parsons, 1991).

Pada penelitian ini bahan baku bulu berasal dari semua bagian bulu ayam pedaging umur 24 – 30 hari.

### 5.1.1.3. Daya Cerna Pepsin

Kandungan daya cerna pepsin hasil penelitian tepung bulu ayam Pre-grinding (Pre-G1; Pre-G2) adalah 78,61% dan 84,4% dan tepung bulu ayam Post-grinding (Post-G1;Post-G2) adalah 76,33% dan 80,76%. Peneliti sebelumnya melaporkan daya cerna pepsin tepung bulu ayam adalah : 75-87% (Arunlertaree *et al.*, (2008); 70-81% (Han dan Parsons ,1991); 75% (Meeker dan Hamilton, 2006); 59,8% (Pacheco *et al.* 2016). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai daya cerna pepsin tepung bulu pre-grinding Pre-G1 dan Pre-G2 tidak jauh berbeda dengan hasil yang dilaporkan peneliti sebelumnya. Tetapi terdapat perbedaan daya cerna dibandingkan dengan hasil



yang diperoleh Pacheco *et al* (2016). Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan komposisi limbah bulu yang digunakan dalam pembuatan tepung bulu.

Daya cerna pepsin pada tepung bulu Pre-G1 dan Pre-G2 lebih tinggi dibandingkan dengan tepung bulu Post-G1 dan Post-G2. Hal ini menunjukkan bahwa penggilingan limbah bulu sebelum proses hidrolisis autoklaf (*pre-grinding*) dapat meningkatkan daya cerna pepsin tetapi menunjukkan nilai protein yang lebih rendah dibandingkan dengan limbah bulu *post-grinding*. Sebaliknya tepung bulu Post-G1 dan Post-G2 menunjukkan nilai protein yang lebih tinggi namun menghasilkan angka kecernaan pepsin lebih rendah dari tepung bulu Pre-G1 dan Pre-G2.

Woodgate (1993) melaporkan bahwa penambahan enzim memungkinkan suhu pengolahan dikurangi dari 105°C menjadi 50°C di fase pertama dan dari 155°C menjadi 125°C di fase kedua dengan hasil yang lebih baik. Kecernaan pepsin perlakuan kontrol Woodgate adalah 70,7% ketika bulu dimasak pada suhu 105°C selama 20 menit di tahap pertama dan pada 155°C selama 20 menit. Pada tahap kedua kecernaan pepsin tepung bulu adalah 74,3% saat dimasak pada 50°C selama 30 menit dan 125°C selama 20 menit.

Dalam penelitian ini proses hidrolisis diawali dengan kontrol suhu autoklaf (60°C) tanpa tekanan untuk membiarkan enzim bekerja selama 20 menit, kemudian suhu dinaikkan pada 2.5 bar atau 120-125°C. Waktu 20 menit dimaksudkan untuk proses sterilisasi bulu terhidrolisis. Konfigurasi dari bahan baku bulu dan kandungan protein, ukuran partikel bulu dan luas permukaan, kadar air, kelembaban, suhu dan percampuran menurut Woodgate (2007) adalah fitur penting dan parameter kunci optimalisasi hidrolisis enzimatik. Hidrolisis yang rendah (seperti kecernaan pepsin dibawah 65%) akan menyebabkan tepung kurang terhidrolisis yang dapat mengakibatkan rendahnya kecernaan asam amino. Hasil analisis proksimat tepung bulu ayam yang diolah



secara enzimatik menggunakan enzim Allzyme FD dalam penelitian ini didukung dengan nilai biologis tepung bulu ayam yang diperoleh pada percobaan *in vivo* pada ternak.

#### 5.1.1.4. Energi Brutto

Hasil penelitian menunjukkan nilai energi brutto tepung bulu Pre-G1 dan Pre-G2 berturut-turut adalah : 5115,8 kkal/kg ; 4726,5 kkal/kg dan nilai gross energi tepung bulu Post-G1 dan Post-G2 berturut-turut adalah 4870,4 kkal/kg dan Post-G2 : 4527,8 kkal/kg. Peneliti sebelumnya melaporkan nilai gross energi tepung bulu ayam 4865 kkal/kg (Sonjaya, 2001); 5975 kkal/kg (Dale,1992) dan 5260.1 Kkal/kg (Adewolu *et al.*, 2010). Perbedaan nilai gross energi dalam penelitian ini dengan peneliti sebelumnya disebabkan oleh perbedaan metode pengolahan tepung bulu ayam.

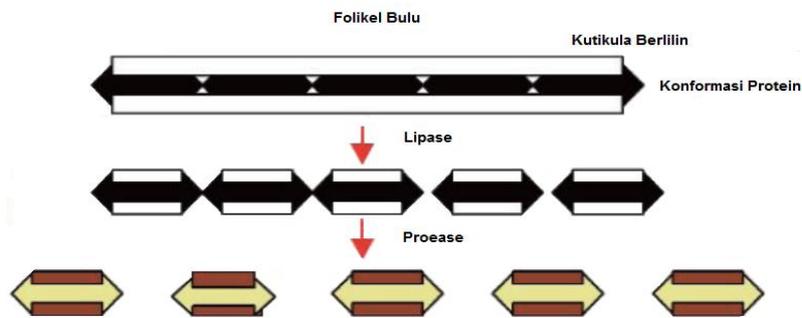
#### 5.1.1.5. Lemak Kasar

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan lemak kasar dari tepung bulu ayam adalah 2,8 -3,0% untuk perlakuan Pre-G1 dan Pre-G2; 3,1 – 4,3 untuk perlakuan Post-G1 dan Post-G2. Kadar lemak kasar tepung bulu ayam menurut NRA adalah : 2,9%, Ewing (1997) : 6%, Dale(1992) : 6% ; Moritz *et al.*, (2001) : 1,4%, Carvalho *et al.*, (2016): 3.4% dan Pacheco *et al* (2016): 12.6%. Perbedaan kadar lemak tepung bulu hidrolisat enzimatik penelitian ini dengan kadar lemak yang dilaporkan peneliti sebelumnya disebabkan oleh metode pengolahan sedangkan perbedaan lemak kasar tepung bulu hidrolisat enzimatik penelitian ini dengan kadar lemak yang dilaporkan oleh Pacheco *et al* (2016) disebabkan oleh komposisi bahan baku limbah. Pacheco *et al* (2016) menggunakan limbah bulu ayam yang bercampur dengan darah sedangkan tepung bulu pada penelitian ini menggunakan bulu yang telah bersih dari limbah darah dan kotoran lainnya.



Selain itu menurut Nuutinen (2017) bahwa barbs memiliki kandungan lemak lebih tinggi dibanding rachis.

Dalam penelitian ini tepung bulu yang digunakan diperoleh dari semua ukuran dan jenis bulu yang terdapat pada ayam pedaging, termasuk bagian rachis dan barb. Kandungan lemak yang tinggi dan kutikula berlilin (*Waxy feather sheat*) pada barb dapat dihidrolisis oleh protease yang terdapat pada enzim Allzyme FD. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lange *et al* (2016) dan Jin *et al*, (2017) bahwa protease dengan fungsi keratinolitik, bertindak sinergis dengan enzim keratinolitik lainnya untuk menurunkan supramolekul kompleks keratin pada bulu. Fungsi keratinolitik ini ditunjukkan oleh peran Allzyme FD dalam mendegradasi lapisan kutikula pada bulu yang resisten terhadap pemanasan. (Considine, 2000). Gambaran proses pemutusan ikatan keratin bulu ayam menggunakan enzim Allzyme FD dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Fitur aktifitas enzim *Allzyme FD* dalam memutuskan ikatan keratin bulu. Enzim lipase pada permukaan luar bulu, kutikula lilin dan bulu menguraikan lemak dan protease dalam folikel bulu dan memutuskan rantai panjang peptida menjadi komponen asam amino. Diadaptasi dari : <http://global.alltech.com>

#### 5.1.1.6. Serat Kasar

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan serat kasar dari tepung bulu ayam adalah 0,3 -1,1% untuk perlakuan Pre-grinding dan 1,5 –2,8 untuk



perlakuan Post-grinding. SK tepung bulu post grinding dalam penelitian ini lebih tinggi dari yang dilaporkan Hans and Parsons (1990) yaitu 1,00%. Sedangkan Carvalho *et al* (2016) melaporkan serat kasar tepung bulu hidrolisat adalah 0,5%.

#### 5.1.1.7. Kadar Abu

Kadar abu tepung bulu dalam penelitian ini 1,2 – 1,5% untuk perlakuan Pre-G1 dan Pre-G2 ; 1,7 - 1,8% untuk perlakuan Post-G1 dan Post-G2. Kadar abu tepung bulu yang dilaporkan oleh NRA dan NRC masing-masing 4% dan 3,5%, Adejumo *et al* (2016): 6.2%, DeCarvalho *et al*,(2016): 3%.

Perbedaan kandungan abu tepung bulu dalam penelitian ini dengan hasil penelitian sebelumnya disebabkan perbedaan metode pengolahan dan jenis peralatan yang digunakan dalam prosesing tepung bulu. Hal ini sesuai dengan pendapat Wina (2011) bahwa analisis proksimat seperti CP, ME, dan abu serta komposisi akhir tepung bulu dapat dipengaruhi oleh derajat hidrolisis dan bahan baku bulu. Sedangkan bahan baku bulu dipengaruhi oleh spesies, tipe ayam dan umur ayam (Han and Parsons,1991). Fitur penting dan parameter kunci optimalisasi hidrolisis enzimatik menurut Woodgate (2007) terletak pada konfigurasi dari bahan baku bulu, kandungan protein, ukuran partikel bulu dan luas permukaan, kadar air, kelembaban, suhu dan percampuran.

#### 5.1.1.8. Kandungan Asam Amino Tepung Bulu Ayam

Dalam penelitian ini kandungan metionin tepung bulu hidrolisat enzimatik (TBHE) Pre-G1(0,51); Pre-G2(0,53), Post-G1(0,49); Post-G2(0,59) sedangkan kandungan sistin Pre-G1 (0,42) dan Pre-G2(1,70) : Post-G1 tidak terdeteksi dan Post-G2 (2,23%). TBHE Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 dan Post-G2 memberikan hasil yang berbeda pada AA metionin dan sistin. Sedangkan kandungan sistein dan triptophan tidak dapat dianalisa.

Hasil analisis kandungan asam amino 4 jenis tepung bulu hidrolisis enzimatis dalam penelitian ini dibandingkan dengan hasil yang diperoleh peneliti lain tertera pada Tabel 16.

Tabel 16. Perbandingan kandungan asam amino tepung bulu ayam dari beberapa hasil penelitian

Nutrisi	4 Jenis Tepung Bulu *				Nilai literatur sebelumnya					
	Pre-G1	Pre-G2	Post-G1	Post-G2	1	2	3	4	5	6
BK	97,64	97,72	94,97	94,4	93,5	91	92,9	92,5	96,6	-
PK	89,89	87,98	91,03	90,11	82	81,2	87,1	85,9	80,2	-
Alanin	2,633	2,786	2,341	2,461	3,99	3,86	4,19	3,98	3,74	-
Arginine	6,055	5,989	5,467	6,002	6,07	5,28	5,79	5,86	5,21	5,57
Aspartad Acid	3,918	3,99	3,569	3,557	5,82	5,46	6,07	6,01	5,41	-
Cystine	0,422	1,695	-	2,23	-	-	-	-	-	-
Glutamic Acid	6,514	6,5	5,911	6,017	9,24	8,5	9,53	9,55	8,67	-
Glycine	5,287	5,14	4,707	5,254	6,76	6	-	6,42	5,56	-
Histidine	0,655	0,53	0,54	0,633	0,68	1,04	1,03	0,95	1,16	0,95
Isoleucine	3,387	3,311	3,111	3,474	4,19	3,67	4,71	4,59	3,61	3,91
Leucine	5,304	5,149	4,777	5,307	7,17	6,55	7,26	7,03	6,3	6,94
Lysine	0,708	0,701	0,766	0,763	1,95	2,14	2,33	2,21	2,54	2,28
Methionine	0,506	0,528	0,491	0,587	0,62	0,55	0,7	0,5	0,75	0,57
Phenylalanine	4,778	4,628	4,256	4,225	4,27	3,87	4,23	4,23	3,79	3,94
Proline	6,537	6,373	5,985	6,475	8,24	7,27	-	-	6,43	-
Serine	8,105	7,997	7,425	8,255	9,05	8,18	10,06	7,44	7,38	-
Threonine	3,889	3,765	3,547	3,962	4,01	3,64	4,39	4,14	3,69	3,81
Tryptophan	-	-	-	-	0,46	0,61	-	-	-	0,55
Tyrosine	4,035	3,416	3,847	3,126	2,53	2,53	2,73	2,73	2,30	-
Valine	4,74	4,69	4,328	4,806	6,67	5,67	6,87	7,22	5,34	5,93
Cysteine	-	-	-	-	4,85	3,53	-	45,8	-	-

Referensi : 1. Cotanch *et al*, 2006; 2. Degussa, 1996; 3. Ravindran *at al*, 1999; 4. Ravindran *et al* (2005), 5. Pachecho (2016), 6. NRC (1994)

\* Hasil analisis lab. Saraswanti Indo Genetech, Bogor (2012)

Ket. : Pre-G1 : Bulu digiling sebelum diautoklaf (0,01% Allzyme FD)  
 Pre-G2 : Bulu digiling sebelum diautoklaf (0,02% Allzyme FD)  
 Post-G1 : Bulu digiling setelah diautoklaf (0,01% Allzyme FD)  
 Post-G2 : Bulu digiling setelah diautoklaf (0,02% Allzyme FD)

Perbedaan kandungan asam amino tepung bulu dalam penelitian ini dengan hasil penelitian sebelumnya disebabkan oleh metode pengolahan



(Papadopoulos *et al.*, 1985; Moritz dan Latshaw, 2001; Latshaw *et al.*, 1994) dan bahan baku bulu (Wina, 2011; Han dan Parsons, 1991). Hidrolisis yang tinggi (seperti pada pencernaan pepsin 90%) menghasilkan tepung yang terlalu masak yang dapat mengakibatkan turunnya asam amino.

Kandungan asam amino bersulfur : metionin, sistin dan sistein merupakan salah satu penyusun nutrisi yang penting pada bulu. Keberadaan nutrisi ini memberi kekuatan pada sehelai bulu. Menurut Klemesurd *et al.* (2000) tepung bulu ayam adalah sumber asam amino bersulfur yang baik (SAA) dan sebagian besar asam amino bersulfur tepung bulu ayam adalah sistin dan sedikit Metionin.

Dalam penelitian penggilingan bulu sebelum hidrolisis (pre-grinding) pada limbah bulu Pre-G1 dan Pre-G2 sangat sulit digiling. Hal ini disebabkan oleh kekuatan keratin yang terkandung pada bulu ayam. Jembatan sistin dengan ikatan disulfida, ikatan hidrogen, dan interaksi hidrofobik pada keratin menyebabkan bulu sangat resisten terhadap degradasi (Mazotto *et al.*, 2011).

Hal ini menyebabkan kesulitan dalam proses penggilingan karena menurut Sinoy *et al.* (2011) keratin merupakan penguatan jaringan epidermal seperti pada kuku dan rambut yang tersusun atas protein serat (fibrous) yang kaya akan sistein dan sistin. Sifat anti degradasi yang membuat bulu menjadi sangat stabil, kaku, dan tidak dapat dicerna oleh enzim proteolitik seperti tripsin, pepsin, dan papain yang terdapat dalam organ pencernaan juga disebabkan oleh 14% ikatan disulfida yang terdapat pada bulu (Brandelli, 2008; Mazotto *et al.*, 2011). Sedangkan menurut Gupta dan Ramnani (2006) dan Mazotto *et al.*, (2011) stabilitas mekanik dari keratin bulu dan ketahanan terhadap degradasi mikroba disebabkan oleh struktur dari rantai protein berbentuk  $\alpha$ -helix ( $\alpha$ -keratin) atau  $\beta$ -sheet ( $\beta$ -keratin).

Metode ATR-FTIR (*attenuated total reflectance, Fourier transform infrared spectroscopy*) dan *Raman spectroscopy* yang digunakan Nuutinen (2017) untuk karakterisasi bagian struktural yang berbeda pada bulu ayam menunjukkan



bahwa  $\alpha$ -helix dan koil acak lebih banyak ditemukan pada barbs tetapi rachis mengandung lebih banyak antiparalel  $\beta$ -sheet yang lebih keras daripada  $\alpha$ -keratin. Dari spektrum FTIR, juga diketahui juga bahwa barbs memiliki kandungan lemak lebih tinggi dibanding rachis. Hasil dari XRD (*X-ray diffraction crystallography*) menunjukkan bahwa kristalinitas pada rachis lebih tinggi daripada barbs. Hasil hasil penelitian yang telah disebutkan diatas menunjukkan bahwa protein serat (fibrous) dengan 14% ikatan disulfida menyebabkan bulu sangat stabil, kaku akibat struktur dari rantai protein berbentuk  $\alpha$ -helix ( $\alpha$ -keratin) atau  $\beta$ -sheet ( $\beta$ -keratin) yang lebih keras dari  $\alpha$ -keratin.

Dalam penelitian ini bahan baku bulu diperoleh dari limbah bulu ayam pedaging bulu putih umur 21 – 35 hari yang dikumpulkan dari pemotong ayam pedaging di Pasar Masomba Kota Palu. Ukuran bulu yang digunakan bervariasi sesuai jenis ukuran bulu yg terdapat pada ayam pedaging karena bulu yang digunakan adalah seluruh bulu yang terdapat pada ayam pedaging. Bulu yang digunakan untuk hidrolisis autoklaf enzimatik telah bersih dari darah, kulit kaki dan kotoran lainnya. Hidrolisis autoklaf enzimatik yang dilakukan sesuai dengan petunjuk penggunaan dari produsen enzim yang digunakan.

Enzim komersial Allzyme FD yang dikembangkan untuk memutuskan ikatan keratin bulu ayam ini sebelumnya telah digunakan oleh Considine (2000) untuk membandingkan proses pengolahan tepung bulu konvensional dengan proses hidrolisis enzimatik. Enzim Allzyme FD juga digunakan untuk menguji respon tepung bulu sebagai pakan ikan Rainbow Trout (Woodgate, 2007). Kemampuan enzim Allzyme FD (Alltech) dalam meningkatkan nilai nutrisi tepung bulu juga telah dibandingkan oleh Pedersen *et al* (2012) dengan 3 protease enzim komersial lainnya: *Bacillus subtilis* (Protex 30L, syn. P-3000, DuPont), *Bacillus licheniformis* PWD-1 (Cibenza DP100, Novus Intl.), dan *Serratia proteamaculans* HY-3 (Arazyme One-Q, Insect Biotech Co.). Secara umum



menurut Pedersen *et al* (2012), protease dari *B. subtilis* (Protex 30L, syn. P-3000) lebih berdayaguna dalam mendegradasi keratin bulu dibandingkan dengan 3 protease pakan lainnya. Peneliti lain Pachecho (2016) menggunakan enzim Allzyme FD pada pengolahan tepung bulu untuk mengukur daya cerna tepung bulu pada anjing. Daya cerna semu protein tepung bulu ayam yang diolah dengan cara hidrolisis enzimatik menggunakan autoklaf dan enzim Allzyme FD pada itik dalam penelitian ini dapat dilihat di Tabel 19 pada penelitian uji kecernaan pakan tepung bulu hidrolisat enzimatik : 83.66 (basal), 82.83(Pre-G1), 83.13 (Pre-G2), 83.09(Post-G1) dan 83.33(Post-G2).

Hidrolisis yang rendah menyebabkan tepung kurang terhidrolisis dan mengakibatkan rendahnya kecernaan asam amino. Bulu mentah memiliki sistin yang tinggi. Saat prosesi ikatan sistin pecah yang menyebabkan meningkatnya nilai nutrisi tepung bulu. Tetapi bila ikatan sistin yang pecah terlalu banyak, kelebihan sulfur asam amino dihidrolisis sehingga dihasilkan senyawa yang abnormal. Senyawa tersebut mudah dicerna dalam pepsin pada kondisi laboratorium, tetapi tidak memberikan manfaat jika dikonsumsi oleh ternak. (Wina *et al.*, 2011).

## 5.2. Penelitian tahap II : Uji Kecernaan Pakan Tepung Bulu Hidrolisat Enzimatik

### 5.2.1. Konsumsi dan kecernaan pakan, protein dan asam amino

Hasil analisis konsumsi pakan dan protein, kecernaan protein dan asam amino yang mengandung 5% tepung bulu ayam tertera pada Tabel 18. Pada Tabel 18 terlihat konsumsi pakan dan protein secara statistik sangat nyata dipengaruhi oleh jenis pakan ( $P < 0.01$ ). Uji lanjut menggunakan DMRT (Duncan) terlihat bahwa konsumsi pakan basal sama dengan konsumsi pakan yang mengandung 5% tepung bulu Pre-G1 dan Pre-G2 namun konsumsi pakan pada

perlakuan tepung bulu Post-G1 dan Post-G2 lebih kecil dari ke tiga pakan lainnya.

Tabel 17. Pengaruh perlakuan terhadap konsumsi pakan, pencernaan protein dan asam amino metionin, treonin dan lisin

Variabel	Tepung Bulu Hidrolisi Enzimatik (TBHE)				
	Basal	Pre-G1	Pre-G2	Post-G1	Post-G2
Konsumsi Pakan**	383.21 ± 6.09 <sup>a</sup>	384.27 ± 8.31 <sup>a</sup>	391.05 ± 3.55 <sup>a</sup>	368.16 ± 1.66 <sup>b</sup>	367.18 ± 3.24 <sup>b</sup>
Konsumsi Protein**	66.33 ± 1.05 <sup>c</sup>	77.55 ± 1.68 <sup>a</sup>	78.95 ± 0.72 <sup>a</sup>	74.52 ± 0.34 <sup>b</sup>	75.09 ± 0.66 <sup>b</sup>
Kecernaan Protein**	83.66 ± 09.27 <sup>ε</sup>	82.83 ± 0.28 <sup>c</sup>	83.13 ± 0.26 <sup>bc</sup>	83.09 ± 0.28 <sup>bc</sup>	83.33 ± 0.26 <sup>ab</sup>
Konsumsi AA Meth**	0.71 ± 0.011 <sup>ε</sup>	0.77 ± 0.17 <sup>b</sup>	0.79 ± 0.007 <sup>c</sup>	0.74 ± 0.003 <sup>c</sup>	0.75 ± 0.07 <sup>e</sup>
Kecernaan AA Meth**	83.82 ± 3.5 <sup>bc</sup>	90.20 ± 1.14 <sup>a</sup>	89.74 ± 3.5 <sup>a</sup>	87 ± 2.85 <sup>ab</sup>	81.19 ± 2.04 <sup>c</sup>
Konsumsi Threonin**	2.81 ± 0.04 <sup>d</sup>	3.43 ± 0.07 <sup>a</sup>	3.46 ± 0.03 <sup>a</sup>	3.22 ± 0.01 <sup>c</sup>	3.28 ± 0.03 <sup>b</sup>
Kecernaan Threonin**	81.04 ± 0.50 <sup>bc</sup>	84.81 ± 1.14 <sup>a</sup>	84.57 ± 0.82 <sup>a</sup>	82.22 ± 0.56 <sup>b</sup>	79.98 ± 0.94 <sup>c</sup>
Konsumsi Lisin**	3.20 ± 0.05 <sup>a</sup>	3.19 ± 0.07 <sup>a</sup>	3.24 ± 0.03 <sup>a</sup>	3.06 ± 0.01 <sup>b</sup>	3.05 ± 0.03 <sup>b</sup>
Kecernaan Lisin <sup>tn</sup>	89.20 ± 1.04 <sup>a</sup>	89.67 ± 1.28 <sup>a</sup>	88.27 ± 3.31 <sup>a</sup>	87.27 ± 0.47 <sup>a</sup>	87.51 ± 0.98 <sup>a</sup>

Ket : <sup>a, b, c</sup> Superscripts berbeda sangat nyata (P<0,01)

<sup>tn</sup> : tidak nyata

Pakan basal : 100%

Pre-G1 : Bulu digiling sebelum diautoklaf (0,01% Allzyme FD)

Pre-G2 : Bulu digiling sebelum diautoklaf (0,02% Allzyme FD)

Post-G1 : Bulu digiling setelah diautoklaf (0,01% Allzyme FD)

Post-G2 : Bulu digiling setelah diautoklaf (0,02% Allzyme FD)

### 5.2.1.1. Konsumsi Pakan

Secara statistik jumlah konsumsi pakan basal, pakan Pre-G1 dan Pre-G2 sama, dan konsumsi pakan Post-G1 sama dengan pakan Post-G2. Ini menunjukkan tingkat palabilitas yang tidak jauh berbeda. Menurut Anggorodi (1994) bahwa tingkat energi di dalam pakan menentukan jumlah pakan yang dikonsumsi dan jumlah pakan yang dikonsumsi oleh seekor ternak diantaranya dipengaruhi oleh palatabilitas, pencernaan dan komposisi zat makanan dalam pakan. Sedangkan menurut Widodo (2010) genetik, umur, jenis kelamin, status reproduksi, temperatur lingkungan, sistim kandang, status kesehatan dan tujuan produksi berpengaruh terhadap kebutuhan zat makanan.

Pakan Pre-G1 dan Pre-G2 adalah pakan yang mengandung 5% TBHE.

Dalam proses pembuatannya limbah bulu Pre-G1 dan Pre-G2 terlebih dahulu



digiling. Sebelum dimasak dengan autoklaf terlebih dahulu ditambahkan enzim allzyme Fd sebanyak 0,01%/Kg bulu (Pre-G1) dan 0,02%/kg bulu (Pre-G2). Palatabilitas pakan yang sama disebabkan oleh protein keratin pada bulu dapat terhidrolisis akibat pemasakan dengan tekanan menggunakan autoklaf. Penggunaan enzim allzyme Fd yang diaplikasikan pada hidrolisis membantu memutuskan ikatan keratin. Tepung bulu ayam yang diolah dengan cara hidrolisis enzimatik ini meningkatkan daya cerna. Hal ini sesuai dengan pernyataan Webb (1992) dalam Considine (2000) bahwa kegiatan utama dari enzim allzyme Fd ini adalah hidrolisis protein dengan spesifisitas yang luas. Fungal protease asal jamur *Aspergillus niger* yang terdapat pada Allzyme FD™ diaplikasikan secara predigestion sebelum sterilisasi. Aktivitas utama enzim Allzyme FD™ adalah protease asal jamur *Aspergillus niger*, (E.C. 3.4.23.18) dengan aktivitas 12.700 HUT/g.

Peneliti lain yang menggunakan tepung bulu dalam penelitiannya antara lain Rostini (2011) melaporkan bahwa tidak ada perbedaan konsumsi pakan ayam jantan dengan penambahan 5% tepung bulu ayam yang diautoklaf pada tekanan 20 Psi selama 60 dan 90 menit. Sedangkan Nasir *et al* (1998) melaporkan bahwa ayam pedaging yang mengkonsumsi pakan yang mengandung tepung bulu hidrolisat dengan penambahan enzim papain sebanyak 3% dan lama inkubasi 4 jam pada pH 7 dan suhu 40°C lebih tinggi dibandingkan dengan tepung bulu komersial. Perbedaan konsumsi pakan pada penelitian ini dengan peneliti sebelumnya disebabkan oleh bentuk fisik limbah bulu ayam dalam proses pengolahan Pre-grinding dan Post-grinding, jenis enzim serta tekanan dan waktu yang digunakan dalam memasak bulu menggunakan autoklaf.



### 5.2.1.2. Konsumsi Protein

Jumlah konsumsi pakan akan menentukan banyaknya jumlah protein yang dikonsumsi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi protein berbeda sangat nyata pada pakan Pre-G1, Pre-G2 dan Post-G1, Post-G2. Konsumsi protein pakan yang tertinggi tampak pada pakan Pre-G1, Pre-G2 masing masing  $77,55 \pm 1,68^a$  dan  $78,95 \pm 0,72^a$  dibandingkan pakan Post-G1 dan Post-G2 masing masing  $74,52 \pm 0,34^b$  dan  $75,09 \pm 0,66^b$ . Konsumsi pakan basal tampak lebih rendah dari perlakuan lainnya. Perbedaan angka konsumsi protein disebabkan kandungan protein kasar pada pakan basal adalah 17%. Penambahan 5% tepung bulu pada 95% pakan basal meningkatkan kandungan protein pada perlakuan Pre-G1, Pre-G2, Post-G1, Post-G2 masing masing 20,7%; 20,6%; 20,7% dan 20,7%. Meskipun secara statistik konsumsi pakan basal Pre-G1, Pre-G2, sama tetapi karena kandungan protein pada pakan basal lebih rendah dari perlakuan lainnya menyebabkan konsumsi proteinnya juga rendah.

Perbedaan angka konsumsi protein juga disebabkan oleh jenis tepung bulu Pre-G1, Pre-G2 dan Post-G1, Post-G2. Perbedaan angka konsumsi pada kedua jenis tepung bulu ini disebabkan perbedaan bentuk fisik bulu yang digunakan dalam pembuatan tepung bulu ayam. Limbah bulu yang terlebih dahulu digiling sebelum diautoklaf (pre-grinding) menunjukkan konsumsi pakan dan konsumsi protein yang lebih tinggi. Penggilingan limbah bulu ayam sebelum hidrolisis memudahkan kerja enzim untuk menjangkau luasan permukaan bulu dan memudahkan proses hidrolisis dan pemutusan ikatan keratin. Hal ini menyebabkan konsumsi protein dan daya cerna protein limbah bulu Pre-Grinding lebih tinggi dibandingkan Post-Grinding. Meskipun konsumsi pakan dan konsumsi protein pada pakan Post-Grinding lebih rendah dari perlakuan Pre-Grinding namun daya cerna protein Post-G1 sama dengan Pre-G1 dan Pre G2



dan daya cerna protein Post-G2 sama dengan pakan basal dan Post-G1 dan Pre-G2.

### 5.2.1.3. Kecernaan Protein

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecernaan protein tepung bulu pada pakan basal ( $83.66 \pm 0.27^a$ ) secara statistik sama dengan Post-G2 ( $83.33 \pm 0.26^{ab}$ ). Kecernaan protein Pre-G1 ( $82.83 \pm 0.28^c$ ) sama dengan Pre-G2 ( $83.13 \pm 0.26^{bc}$ ) dan Post-G1 ( $83.09 \pm 0.28^{bc}$ ). Kecernaan protein Pre-G2 sama dengan Post-G1 dan Post-G2. Besarnya nilai daya cerna protein pakan ditentukan oleh besarnya nilai protein yang dikonsumsi dan banyaknya protein yang dibuang bersama feses. Pada pembahasan kandungan zat makanan tepung bulu ayam sebelumnya terdapat perbedaan kandungan protein antara pakan basal, TBHE Pre-G1 dan Pre-G2 dengan tepung bulu Post-G1 dan Post-G2. Kesamaan daya cerna Pakan Post-G2 dengan pakan basal diakibatkan oleh perubahan bentuk fisik TBHE Post-G2 yang digiling sesudah diautoklaf dengan level enzim 0,02% lebih mudah dicerna. Daya cerna pakan yang mengandung tepung bulu ayam lebih baik pada bentuk fisik Post-Grinding dengan level enzim 0,02%/Kg limbah bulu. Kandungan protein pakan basal meningkat setelah ditambahkan 5% TBHE, baik pada pakan Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 dan Post-G2. Penambahan 5% TBHE Post-G2 pada pakan basal (17,05%) mengakibatkan kenaikan jumlah protein sebesar 3,65% sehingga kandungan protein pada Post-G2 menjadi sebesar 20,7%.

Konsumsi protein pada pakan basal ( $66.33 \pm 1.05^c$ ) lebih rendah dari perlakuan Post-G2 ( $75.09 \pm 0.66^b$ ). Meskipun perlakuan Post-G2 mengandung 5% tepung bulu ayam tetapi daya cerna proteinnya sama dengan pakan basal.

Pemasakan bulu dengan suhu dan tekanan serta bantuan enzim pada hidrolisis menggunakan autoklaf menyebabkan ikatan keratin yang terdapat pada tepung



bulu dapat dihancurkan. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan 5% TBHE dalam pakan tidak menurunkan daya cerna protein. Daya cerna protein tepung bulu ayam dalam penelitian ini lebih tinggi dari hasil penelitian yang dilaporkan Considine (2000): 67.8% dan daya cerna tepung bulu pada anjing : 68,6% (Pacheco *et al*, 2016) tetapi lebih rendah dari daya cerna tepung bulu pada ikan Rainbow Trout: 88,9% yang dilaporkan oleh Woodgate (2007). Ketiga peneliti Considine (2000), Woodgate (2007) dan Pacheco *et al*, (2016) menggunakan enzim yang sama dengan enzim yang digunakan dalam penelitian ini. Perbedaan nilai daya cerna dalam penelitian ini dengan peneliti sebelumnya disebabkan oleh perbedaan komposisi pakan, bahan baku limbah bulu serta perbedaan jenis ternak yang digunakan dalam pengukuran daya cerna. Pengukuran daya cerna dalam penelitian ini menggunakan pakan campuran 95% pakan basal yang ditambahkan 5% tepung bulu ayam dan diujikan pada itik. Jika hasil perhitungan 5% daya cerna protein dikonversikan ke 100% maka akan diperoleh daya cerna TBHE yang mendekati nilai yang dilaporkan oleh Considine (2000) dan Pacheco *et al*, 2016) yaitu pada perlakuan Pre-G1 : 67,20%, tetapi lebih rendah dari hasil yang diperoleh Woodgate (2007) yaitu Pre-G2 : 73,05%, Post-G1 : 72,40% dan Post-G2 : 77,02%. Dari sisi ekonomis hasil uji daya cerna pakan TBHE Post-G2 (83.33<sup>ab</sup>) lebih baik dari pakan Pre-G2 (83.09<sup>bc</sup>). Meskipun daya cernanya sama dengan pakan basal (83.66<sup>a</sup>). Proses pembuatan tepung bulu Post-G2 lebih ekonomis dari segi waktu, tenaga dan biaya dibanding dengan perlakuan lainnya.

#### 5.2.1.4. Konsumsi dan Kecernaan Asam Amino Metionin

Kandungan asam amino bersulfur : metionin pada 4 jenis tepung bulu ayam Pre-G1, Pre-G2 dan Post-G1 dan Post-G2 masing masing (%): 0,51; 0,53; 0,40; 0,59. Kandungan asam amino bersulfur sistin tepung bulu ayam Pre-



grinding Pre-G1: 0,51%; Pre-G2: 0,53%, asam amino bersulfur sistin tepung bulu ayam Post-grinding Post-G1 tidak terdeteksi dan tepung bulu ayam Post-G2 adalah 2,23%.

Menurut Wina *et al* (2011) tepung bulu terhidrolisis yang dibentuk melalui pemasakan dengan tekanan memiliki level pencernaan pepsin minimum antara 70-75% dan mengandung 17 asam amino, dan 12% asam amino penyusun protein bulu ini adalah metionin dan sistin yang sangat penting dalam sintesis keratin bulu (Wheeler dan Latshaw, 1981). Lebih lanjut dinyatakan bahwa suplementasi asam amino sulfur (Sulfur Amino Acid) dalam pakan dapat meningkatkan jumlah bulu dan kandungan sulfur di bulu unggas air.

Daya cerna asam amino bersulfur metionin pakan basal:  $83,82\% \pm 3,5^{bc}$ ; Pre-G1:  $90,20\% \pm 1,14^a$ ; Pre-G2:  $89,74\% \pm 3,5^a$ , Post-G1:  $87\% \pm 2,85^{ab}$ ; Post-G2:  $81,19\% \pm 2,04^c$ . Asam amino bersulfur sistin untuk pengujian daya cerna tidak dapat dianalisa karena kandungan sistin pada ekskreta dan pada pakan penelitian yang digunakan pada percobaan uji daya cerna tidak dapat dideteksi. Daya cerna metionin tepung bulu ayam yang diujikan pada *L. vannamei* juveniles dengan tingkat inklusi tepung bulu 10% (92,3%), 20% (92,3%) dan 30% 90,4%; dilaporkan oleh Carvalho (2016). Nilai daya cerna ini mendekati nilai daya cerna tepung bulu pada tingkat inklusi 5% dalam penelitian ini pada pakan Pre-G1 (90,20%). Perbedaan nilai daya cerna asam amino metionin dalam penelitian ini dengan Carvalho (2016) disebabkan oleh tingkat inklusi tepung bulu dalam pakan, ternak yang digunakan dalam uji daya cerna serta jenis tepung bulu yang digunakan dalam penelitian. Carvalho (2016) menggunakan tepung bulu dan darah dengan proporsi 6:1.



### 5.2.1.5. Konsumsi dan Kecernaan Asam Amino treonin

Hasil analisis menggunakan uji DMRT menunjukkan konsumsi treonin tertinggi terdapat pada pakan yang mengandung tepung bulu Pre-G2( $3,46 \pm 0,03^a$ ) dan Pre-G1( $3,43 \pm 0,07^a$ ) dibandingkan tepung bulu ayam Post-G2( $3,28 \pm 0,03^b$ ) dan Post-G1( $3,22 \pm 0,01^c$ ). Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilaporkan Dozier *et al* (2000) yang menyatakan konsumsi pakan dan laju pertumbuhan yang tinggi pada ayam jantan berbulu cepat dan berbulu lambat umur 42-45 hari terlihat ketika jumlah treonin ditingkatkan dari 0,56-0,74%.

Kandungan treonin pada pakan penelitian ini lebih tinggi dari jumlah treonin yang digunakan oleh Dozier *et al* (2000). Kandungan treonin dalam tepung bulu ayam Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 dan Post-G2 yang diolah dengan menggunakan enzim Allzyme FD berturut turut (%) : 3.90; 3.77; 3.55 dan 3.96. (hasil analisis Lab. Saraswanti Indo Genetech, 2012) dan kandungan treonin pakan basal, Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 dan Post-G2 (%) masing – masing: 0.79; 1.16; 1.16; 1.15; dan 1.17 . Kandungan asam amino treonin dalam penelitian ini diperoleh dari bahan pakan penyusun pakan serta tepung bulu ayam yang ditambahkan sebanyak 5% kedalam pakan basal. Sedangkan treonin pada penelitian Dozier *et al* (2000) diperoleh dari pakan jagung-kedelai dan penambahan asam amino sintetik L-Treonin.

Menurut Kidd (2000) Treonin adalah asam amino hidroksi yang merupakan komponen penting dalam pengembangan bulu, berpartisipasi 4% - 5% dalam kadar protein kasar. Dimasukkan ke dalam protein dan enzim dalam rasio molar dari 6% dibandingkan dengan asam amino lainnya (Henry & Seve, 1993). Kekurangan treonin dalam pakan untuk ayam pedaging dapat menurunkan efisiensi penggunaan metionin + sistin dan lisin (Atencio *et al.*, 2004). Dalam penelitian ini konsumsi asam amino treonin secara statistik sangat nyata dipengaruhi oleh perlakuan pakan yang mengandung tepung bulu ayam.



Tingginya konsumsi asam amino treonin juga berdampak terhadap terhadap nilai pencernaan treonin tepung bulu ayam yang diujikan pada itik. Nilai pencernaan asam amino treonin sangat nyata dipengaruhi oleh perlakuan tepung bulu ayam. Daya cerna asam amino treonin tertinggi terdapat pada perlakuan Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 dan Post-G2 masing masing  $84,81 \pm 1,14^a$ ;  $84,57 \pm 0,82^a$ ;  $82,22 \pm 0,56^a$  dan  $79,98 \pm 0,94^c$ . Level enzim 0,01% pada tepung bulu ayam Pre-G1 dan level enzim 0,02% pada tepung bulu ayam Pre-G2 secara statistik nilainya sama dengan tepung bulu ayam Post-G1 dengan level enzim 0,01%.

Menurut Moritz *et al.*, (2001) nilai ekonomi untuk tepung bulu didasarkan pada protein dan kandungan asam amino. Meskipun jumlah protein kasarnya tinggi harus diimbangi pula dengan nilai biologis atau pencernaan yang tinggi dalam tubuh ternak. Dari segi ekonomis dalam proses pembuatan tepung bulu nilai pencernaan asam amino treonin terbaik dalam pakan perlakuan adalah pakan Post-G1 (82,22%) dengan kandungan treonin 3,55%. Sedangkan Carvalho (2016) melaporkan daya cerna treonin tepung bulu ayam yang diujikan pada *L. vannamei* juveniles dengan tingkat inklusi tepung bulu 10% (81,9%), 20% (83,8%) dan 30% 82,8%. Nilai ini mendekati nilai daya cerna treonin tepung bulu pakan Post-G1 (82,22%). Perbedaan nilai daya cerna treonin dalam penelitian ini dengan Carvalho (2016) disebabkan oleh jenis ternak yang digunakan dalam uji daya cerna tingkat inklusi tepung bulu dalam pakan, serta jenis tepung bulu yang digunakan dalam penelitian. Carvalho (2016) menggunakan tepung bulu yang diolah dari limbah bulu ayam dan darah dengan proporsi 6:1.

#### 5.2.1.6. Konsumsi dan Pencernaan Asam Amino Lisin

Hasil analisis menggunakan uji DMRT menunjukkan konsumsi lisin pada pakan basal ( $3,20 \pm 0,05^a$ ) sama dengan perlakuan Pre-G1 ( $3,19 \pm 0,07^a$ ) dan Pre-G2 ( $3,24 \pm 0,03^a$ ). Konsumsi lisin yang sama pada perlakuan basal, Pre-G1 dan



Pre-G2 disebabkan tepung bulu Pre-G1 dan Pre-G2 digiling sebelum dihidrolisis enzimatis menggunakan autoklaf meskipun kandungan lisin dalam semua pakan perlakuan nilainya sama. Bentuk fisik Pre-grinding memperbaiki daya cerna TBHE. Konsumsi lisin pada perlakuan Post-G1 dan Post-G2 lebih rendah dari perlakuan basal, Pre-G1 dan Pre-G2. Tepung bulu pada perlakuan Post-G1 dan Post-G2 mengalami perubahan bentuk fisik setelah dihidrolisis enzimatis menggunakan autoklaf (Post-grinding). Meskipun konsumsinya lebih rendah namun daya cernanya sama dengan perlakuan basal, Pre-G1 dan Pre-G2.

Dalam proses pembuatan tepung bulu energi yang dibutuhkan untuk pengolahan TBHE Pre-grinding Pre-G1 dan Pre-G2 lebih besar dibandingkan dengan bentuk post-grinding pada perlakuan Post-G1 dan Post-G2 sehingga dari segi ekonomis lebih efisien melakukan penggilingan setelah bulu diautoklaf. Hal ini akan memudahkan dalam proses penggilingan. Secara statistik nilai daya cerna pakan yang mengandung tepung bulu ayam Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 dan Post-G2 sama dengan pakan basal. Meskipun jumlah konsumsi lisin lebih kecil pada Post-G1 dan Post-G2 dibandingkan dengan Perlakuan basal, Pre-G1 dan Pre-G2 tetapi mampu menghasilkan nilai daya cerna yg sama dengan Basal, Pre-G1 dan Pre-G2. Hal ini disebabkan pakan Post-G1 dan Post-G2 lebih mudah dicerna dibandingkan dengan pakan Pre-G1 dan Pre-G2.

Perbedaan nilai daya cerna lisin dalam penelitian ini dengan daya cerna lisin yang dilaporkan Carvalho (2016) dengan tingkat inklusi 19% (88,0%), 20%(88,7%) dan 30%(88,7%) disebabkan oleh jenis ternak yang digunakan dalam uji daya cerna, tingkat inklusi tepung bulu dalam pakan, serta jenis tepung bulu yang digunakan dalam penelitian. Carvalho (2016) menggunakan tepung bulu yang diolah dari limbah bulu ayam dan darah dengan proporsi 6:1



### 5.2.2. Energi metabolis semu dan energi metabolis semu terkoreksi Nitrogen

Hasil analisis energi metabolis semu (EMS) dan energi metabolis semu terkoreksi N (EMSn) pakan yang mengandung 5% jenis tepung bulu ayam dapat dilihat pada Tabel 18. Secara statistik nilai energi metabolis semu terkoreksi N (EMSn) tepung bulu tidak nyata dipengaruhi oleh perlakuan jenis pakan. Nilai EMSn pakan yang mengandung 5% tepung bulu ayam Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 dan Post-G2 berturut turut 3248,6 kkal/kg; 3270,4 kkal/kg; 3271,1 kkal/kg dan 3271,2 kkal/kg. Sedangkan nilai energi metabolis semu(EMS) pakan dalam penelitian ini secara statistik nyata dipengaruhi oleh perlakuan jenis pakan tepung bulu ayam Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 dan Post-G2. Nilai energi metabolis semu untuk ke 5 jenis pakan yaitu pakan basal, Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 dan Post-G2 masing masing 3257,5<sup>b</sup> kkal/kg; 3280,9<sup>a</sup> kkal/kg; 3281,1<sup>a</sup> kkal/kg; dan 3281,4<sup>a</sup> kkal/kg, 3281.1<sup>a</sup>kkal/kg.

Tabel 18. Pengaruh tepung bulu hidrolisat enzimatik terhadap EMS dan EMSn

Variabel	TBHE (Tepung Bulu Hidolisat Enzimatik)				
	Basal	Pre-G1	Pre-G2	Post-G1	Post-G2
EMSn, kkal/kg	3249 ± 12.4	3270 ± 11.6	3270 ± 11.6	3271 ± 11.8	3271 ± 11.8
EMS, kkal/kg	3258 ± 12.5 <sup>b</sup>	3281 ± 11.8 <sup>a</sup>	3281 ± 11.8 <sup>a</sup>	3281 ± 11.9 <sup>a</sup>	3281 ± 11.8 <sup>a</sup>

Ket : <sup>a,b</sup>, Superscripts berbeda sangat nyata (P<0,01)

Pakan basal : 100%

Pre-G1 : Bulu digiling sebelum diautoklaf (0,01% Allzyme FD)

Pre-G2 : Bulu digiling sebelum diautoklaf (0,02% Allzyme FD)

Post-G1 : Bulu digiling setelah diautoklaf (0,01% Allzyme FD)

Post-G2 : Bulu digiling setelah diautoklaf (0,02% Allzyme FD)

Dalam penelitian ini nilai energi metabolis yang dihitung adalah nilai energi metabolis dari campuran antara 95% pakan basal ditambah dengan 5% tepung bulu ayam. Namun nilai EMSn maupun nilai EMS tepung bulu sendiri dapat dikalkulasi dari hasil perhitungan nilai energi metabolis pada uji pencernaan yang menggunakan 5% tepung bulu ayam. Nilai energi metabolis 5% tepung



bulu ayam jika dikonversikan menjadi 100% akan diperoleh nilai EMS dan EMSn tepung bulu ayam. Dari hasil perhitungan konversi 5% tepung bulu ayam menjadi 100% diperoleh nilai EMSn tepung bulu Pre-G1: 3685,69 kkal/kg(15,48 MJ/kg) dan tepung bulu Pre-G2 adalah 3685,32kkal/kg (15,48 MJ/kg), sedangkan EMS tepung bulu Post-G1: 3698,72 kkal/kg ( 15,48 MJ/kg) dan Post-G2 adalah dan 3701,36 kkal/kg (15.49 MJ/kg). Nilai ini mendekati nilai EMS yang dilaporkan Considine (2000) yaitu 15,64 MJ/kg atau 3723,36 kkal/kg. Considine (2000) menggunakan enzim yang sama dalam penelitian ini dan menggunakannya untuk menguji enzim berbasis protease untuk memecah bulu. Penggunaan preparasi enzim ini telah terbukti mengurangi kesulitan pada kondisi pemrosesan hingga bulu dapat dihidrolisis, karena menurut Webb (1992) aktifitas utama dari enzim ini adalah hidrolisis protein dengan spesifisitas yang luas. Aktivitas utama enzim ini adalah protease asal jamur, (E.C. 3.4.23.18) dengan aktivitas 12.700 HUT / g.

Selain Considine (2000) Pacheco *et al.*, (2016) melaporkan bahwa Allzyme FD dapat meningkatkan daya cerna energi sebesar 600 kkal/kg bahan kering, meningkatkan kandungan energi energi metabolis pakan tepung bulu hidrolisat (3560 Kkal/kg) dibandingkan tepung bulu yang diolah tanpa enzim (3.506 Kkal/kg). Nilai energi metabolis tepung bulu pada penelitian Pacheco *et al.*, (2016) lebih rendah (3560 Kcal/kg) daripada nilai energi metabolis tepung bulu hidrolisat enzimatik Allzyme FD dalam penelitian ini : Pre-G1: 3685,69 kkal/kg(15,48 MJ/kg) dan Pre-G2: 3685,32kkal/kg (15,48 MJ/kg), sedangkan energi metabolis semu tepung bulu ayam Post-G1: 3698,72 kkal/kg ( 15,48 MJ/kg) dan tepung bulu Post-G2: 3701,36 kkal/kg (15.49 MJ/kg).

Perbedaan energi metabolis dan energi metabolis semu peneliti lain dengan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini disebabkan oleh cara pengolahan, asal dan bentuk fisik limbah, jenis enzim dan ternak yang digunakan



dalam pengukuran. Tepung bulu ayam dalam penelitian ini berasal dari limbah bulu pemotongan ayam pedaging yang berumur 20-45 hari, limbah bulu yang digunakan bebas dari darah, kulit kaki, lemak dan kotoran lainnya. Sedangkan Pacheco *et al.*, (2016) menggunakan limbah bulu yang dicampurkan bersama darah.

Kalkulasi dan koleksi data pada uji pencernaan 5% tepung bulu ayam jika dikonversikan menjadi 100% diperoleh nilai EMS tepung bulu ayam Pre-G1: 3685,69 kkal/kg(15,48 MJ/kg) dan tepung bulu Pre-G2: 3685,32 kkal/kg (15,48 MJ/kg) lebih rendah dari nilai tepung bulu Post-G1: 3698,72 kkal/kg(15,53 MJ/kg) dan tepung bulu Post-G2: 3701,36 kkal/kg(15,55 MJ/kg). Tidak ada perbedaan nilai energi metabolis antara ke-4 jenis tepung bulu Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 dan Post-G2, namun berbeda jika dibandingkan dengan itik yang mengkonsumsi pakan basal. Artinya tidak ada perbedaan nilai energi metabolis semu akibat bentuk fisik bulu maupun level enzim yang digunakan dalam pembuatan tepung bulu ayam. Kondisi ini dapat dijelaskan sesuai simpulan hasil penelitian Woodgate (2004) yang menguji hidrolisis berbagai bentuk dan ukuran bulu, mulai dari jenis bulu down dari ayam pedaging hingga bulu primer besar dan panjang sayap kalkun hingga 18 inci. Hasil penelitian Woodgate (2004) menyimpulkan bahwa tidak ada pengurangan pra-ukuran yang diperlukan untuk hidrolisis, asalkan semua parameter lainnya terpenuhi memuaskan. Yaitu: suhu, proses dan waktu. Ke-3 nya adalah parameter penting dalam proses hidrolisis limbah bulu. Suhu rendah harus dikendalikan maksimum 55°C. Target dari 50°C dianjurkan, untuk waktu 30 menit. Jika suhu 50°C tidak mungkin, maka 40°C selama 60 menit atau 30°C selama 120 menit. Selain itu dijelaskan bahwa metode pencampuran harus mampu mendistribusikan enzim Allzyme™ CoPack keseluruhan bulu. Tingkat kelembaban yang memadai diperlukan untuk menyediakan aktivitas air yang sesuai, kadar air alami adalah sekitar 70% dan

sterilisasi penting untuk standar kebersihan, kombinasi tekanan / suhu 2 bar / 122°C selama 20 menit sudah cukup untuk membunuh mikroorganisme patogen.

### 5.3. Penelitian tahap III : Uji pertumbuhan (Growth Trial) dan Pengukuran Jumlah Protruding Pin Feather Dan Non Protruding Pin Feather Pada Karkas Itik

#### 5.3.1. Uji pertumbuhan (Growth Trial)

##### 5.3.1.1. Bobot Badan Akhir

Bobot badan akhir merupakan hasil identifikasi terhadap produksi yang paling sederhana untuk mengukur pertumbuhan. Pengaruh penggunaan tepung bulu hidrolisis enzimatis (TBHE) Post-grinding dalam pakan terhadap bobot badan akhir itik dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Pengaruh perlakuan terhadap bobot badan akhir, konsumsi pakan, PBB, Konversi, bobot karkas dan persentase karkas itik selama penelitian

Variabel	Tepung Bulu Hidrolisat Enzimatis (TBHE)		
	Basal	Post-G1	Post-G2
Bobot badan akhir (Kg)	1249.8 ± 17 <sup>c</sup>	1454.0 ± 23 <sup>b</sup>	1483.2 ± 27 <sup>a</sup>
Konsumsi Pakan (Kg)	6422.0 ± 29 <sup>c</sup>	6662.0 ± 50 <sup>a</sup>	6542.4 ± 72 <sup>b</sup>
PBB (gram/ekor)	1195.3 ± 15 <sup>c</sup>	1398.6 ± 21 <sup>b</sup>	1428.5 ± 27 <sup>a</sup>
Konversi Pakan	5,4 ± 0,08 <sup>a</sup>	4,8 ± 0,08 <sup>b</sup>	4,6 ± 0,06 <sup>c</sup>
Bobot karkas (Kg/ekor)	711 ± 8,37 <sup>b</sup>	841 ± 16,50 <sup>a</sup>	861 ± 22,78 <sup>a</sup>
Persentase Karkas (%)	56.9 ± 0,12 <sup>b</sup>	57.9 ± 0,44 <sup>a</sup>	58.0 ± 0,82 <sup>a</sup>

Keterangan : <sup>a, b, c</sup> Superscripts yang berbeda pada kolom yang sama berbeda sangat nyata (P<0,01)

Basal : 100% pakan basal

Post-G1 : Bulu digiling setelah diautoklaf (0,01% Allzyme FD)

Post-G2 : Bulu digiling setelah diautoklaf (0,02% Allzyme FD)

Hasil analisis varians perlakuan penggunaan tepung bulu ayam dalam pakan menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata (P < 0.01) terhadap bobot badan akhir. Uji beda jarak berganda Duncan pakan Post-G1 dan Post-G2 memberikan perbedaan yang sangat nyata terhadap bobot badan akhir dibandingkan perlakuan basal. Bobot badan tertinggi terlihat pada itik yang mengkonsumsi pakan Post-G2 diikuti dengan pakan Post-G1.



Bobot badan akhir itik Bali yang mengkonsumsi pakan basal adalah :  $1249,8 \pm 16,90^c$ , Post-G1:  $1454 \pm 22,58^b$  dan Post-G2:  $1483,2 \pm 26,59^a$ . Bobot badan akhir itik Bali yang diperoleh dari hasil penelitian ini merupakan hasil akumulasi pertumbuhan selama pemeliharaan 10 minggu. Hasil penelitian ini lebih rendah dari bobot badan itik Bali yg mengkonsumsi pakan komersial ( 1479-1559g) dan bobot badan itik Cili yang mengkonsumsi pakan komersial: umur 1-9 minggu: 2031.6g dan itik Cili yang mengkonsumsi pakan buatan 1769.5g (Ambara *et al*, 2013). Perbedaan bobot badan akhir itik bali jantan dalam penelitian ini dengan peneliti sebelumnya disebabkan oleh perbedaan pakan penelitian dan lingkungan.

### 5.3.1.2. Konsumsi Pakan

Kecepatan pertumbuhan salah satunya ditentukan oleh kualitas pakan yang digunakan. Nilai konsumsi pakan salah satunya ditentukan oleh tingkat kesukaan ternak dalam mengkonsumsi pakan. Pakan dengan kepadatan nutrisi tinggi biasanya lebih palatable karena serat kasar yang lebih rendah dan kadar energi metabolis yang tinggi. Pakan dengan palatabilitas yang baik akan berdampak terhadap serapan nutrisi yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan jaringan otot, tulang serta organ lain yang dicerminkan oleh penambahan berat badan sebagai totalitas pertumbuhan dalam kurun waktu tertentu.

Pengaruh penggunaan tepung bulu hidrolisis enzimatis dalam pakan itik terhadap konsumsi pakan disajikan pada Tabel 19. Hasil analisis varian perlakuan penggunaan tepung bulu ayam dalam pakan menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap konsumsi pakan. Uji beda jarak berganda Duncan pakan basal berbeda sangat nyata dengan perlakuan Post-G1 dan perlakuan Post-G2. Konsumsi pakan itik pada percobaan uji pertumbuhan sangat nyata dipengaruhi oleh jenis yang dikonsumsi. Konsumsi



pakan tertinggi terdapat pada pakan Post-G1 diikuti dengan pakan Post-G2 dan pakan basal. Walaupun konsumsi pakan pada perlakuan Post-G2 lebih rendah (6542.42g/ekor) dibanding perlakuan Post-G1 (6661.96g/ekor) namun menunjukkan bobot badan akhir Post-G2 ( $1483.2 \pm 27^a$ ) lebih baik dibandingkan dengan bobot badan akhir itik yang mengkonsumsi pakan basal:  $1454 \pm 23^b$ . Perbedaan konsumsi pakan pada perlakuan Post-G1 dan Post-G2 dengan pakan basal disebabkan oleh perbedaan bobot badan itik.

Menurut Considine (2000); Tiwary dan Gupta (2012) suhu rendah dan tekanan yang digunakan pada pengolahan limbah bulu ayam dengan penambahan enzim sebagai digester akan meningkatkan kualitas nutrisi bulu ayam dan menyediakan kandungan asam amino penting yang lebih besar. Asam amino esensial berupa sistin yang kaya sulphur merupakan bagian protein yang terkandung pada bulu (Wyeld, 1980). Kandungan sistin yang tinggi ini berasal dari keratin yang merupakan protein fibrous yang kaya akan sulfur dan banyak terdapat pada rambut, kuku dan bulu (Haourowitz, 1984; Morgan *et al.*, 1998). Namun demikian, tingginya kandungan protein pada bulu tidak diikuti dengan daya cerna yang tinggi karena protein pada bulu merupakan protein serat yaitu keratin yang sangat tidak larut, resisten terhadap enzim pencernaan (Tillman *et al.* 1982).

Tingkat pencernaan tepung bulu yang rendah tersebut dapat diatasi dengan cara hidrolisis enzimatik menggunakan Allzyme FD. Hal ini sesuai dengan pernyataan Barbour *et al* (2002) bahwa ketersediaan protein dan asam amino pada tepung bulu dapat ditingkatkan dengan menggunakan perlakuan enzimatik. Pemrosesan limbah bulu menjadi tepung bulu secara enzimatik dapat meminimalkan kerusakan asam amino karena menggunakan waktu, suhu, dan tekanan optimal.



Dari segi konsumsi itik yang mengkonsumsi pakan Post-G1 lebih tinggi : 6661.96<sup>a</sup> g/ekor dibandingkan Post-G2 : 6542.42<sup>b</sup> g/ekor dan basal 6422,0<sup>c</sup> sedangkan jumlah asam amino sistin (%) dalam pakan penelitian: basal, Post-G1 dan Post-G2 (0.34; 0.32; 0.43) melebihi standar kebutuhan sistin 0.19% (periode starter) dan 0.07% (periode grower) yang dibutuhkan oleh ternak unggas. Jumlah asam amino sistin (%) pada tepung bulu Pre-G1, Pre-G2, Post-G1 dan Post-G2 pada penelitian uji pencernaan masing masing 0.422; 1.695, Post-G1 tidak terdeteksi dan Post-G2: 2.23. Meskipun kandungan sistin dalam pakan percobaan maupun pada tepung bulu tinggi namun tidak menunjukkan pertumbuhan negatif pada variabel yang diamati. Pacheco *et al.*, (2016) melaporkan bahwa asupan nutrisi pakan tepung bulu hidrolisat enzimatik menggunakan *allzyme Fd* pada anjing lebih tinggi dibandingkan dengan pakan tepung bulu hidrolisat dan pakan basal.

### 5.3.1.3. Pertambahan Bobot Badan

Asupan nutrisi (pakan), umur, galur, jenis kelamin dan penyakit sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan (Ensminger, 1992). Pertumbuhan badan cenderung bertambah dari waktu menetas hingga umur 4-6 minggu dan kemudian menurun sampai umur 10 minggu dan lambat setelah mencapai dewasa (Jull, 1951).

Pengaruh penggunaan Tepung Bulu Hidrolisat Enzimatik (TBHE) dalam pakan terhadap pertambahan bobot badan dapat dilihat pada Tabel 19. Hasil analisis varian perlakuan penggunaan TBHE dalam pakan menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap pertambahan bobot badan. Hasil uji lanjut menggunakan DMRT menunjukkan bahwa pakan yang mengandung 5% TBHE menunjukkan pertambahan bobot badan itik yang mengkonsumsi pakan Post-G2 lebih tinggi (1428.5<sup>a</sup>) dibanding itik yang



mengonsumsi pakan Post-G1 (1398.61<sup>b</sup>) dan itik yang mengonsumsi pakan basal (1195.33<sup>c</sup>). Perbedaan nilai pertambahan bobot badan disebabkan oleh penggunaan TBHE dalam pakan. Level enzim 0.02% /kg limbah bulu pada pakan Post-G2 memberikan hasil yang lebih tinggi (1428.5<sup>a</sup>) terhadap pertambahan bobot badan itik dibandingkan level enzim 0.01%/kg limbah bulu (1398.61<sup>b</sup>) pada Post-G1. Hasil ini berbeda dengan hasil penelitian yang dilaporkan Rutkowski *et al* (2003) bahwa pertambahan bobot badan ayam pedaging lebih rendah pada ayam yang mengonsumsi tepung bulu hidrolisat enzimatis menggunakan enzim komersial kompleks Insta Pro®. Perbedaan hasil penelitian ini dengan hasil yang dilaporkan oleh Rutkowski *et al* (2003) disebabkan oleh perbedaan jenis enzim yang digunakan dalam pembuatan tepung bulu.

#### 5.3.1.4. Konversi Pakan

Pengaruh penggunaan Tepung Bulu Hidrolisat Enzimatis (TBHE) dalam pakan itik terhadap konversi pakan selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 19. Hasil analisis varian perlakuan penggunaan TBHE dalam pakan menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0.01$ ) terhadap konversi pakan. Uji beda jarak berganda Duncan menunjukkan konversi pakan terbaik terdapat pada perlakuan pakan Post-G2, diikuti oleh perlakuan pakan Post-G1.

Penggunaan TBHE sebanyak 5% kedalam pakan basal sangat nyata menurunkan konversi pakan. Penggunaan enzim Allzyme FD sebanyak 0,02% pada limbah bulu (Post-G2) dan 0.01% pada pakan Post-G1 menyebabkan konsumsi dan pencernaan protein lebih baik sehingga menyebabkan efisiensi penggunaan pakan semakin baik dan meningkatkan bobot badan itik.

Kandungan nutrisi dari pakan dapat memenuhi kebutuhan energi untuk hidup pokok dan untuk produksi. Kandungan EM pakan basal, Post-G1 dan Post-G2 berturut turut : 3002 kkal/kg; 3037 kkal/kg; 3037 kkal/kg dan kandungan



protein berturut turut : 17.5%; 20.8% dan 20.7%. Kandungan protein pada penelitian ini masih sesuai dengan kebutuhan protein untuk itik petelur masa starter, namun energinya lebih rendah 63-98 kkal/kg. Menurut Ketaren (2002) itik petelur masa starter (0-8 minggu) membutuhkan EM 3100 kkal/kg dan 17-20% protein, grower (9-20 minggu): EM 2700 Kkal/kg dan protein 15-18% umur >20 minggu em 2700 Kkal/kg dan protein 17-19%.

Pengolahan limbah bulu secara enzimatik menggunakan Allzyme FD dapat mempertahankan kualitas nutrisi asam amino. Salah satunya adalah asam amino treonin. Treonin adalah salah satu asam amino esensial pembatas dalam pakan unggas. Asam amino treonin merupakan komponen penting dalam pengembangan bulu, berpartisipasi 4% - 5% kadar protein kasar (Kidd, 2000). Kandungan treonin 0.7% pada pakan basal menunjukkan angka konversi  $5.37 \pm 0.09^a$ , kandungan treonin 1.15% pada pakan perlakuan Post-G1 menghasilkan angka konversi  $4.76 \pm 0.07^b$ , kandungan treonin 1.17% pada pakan perlakuan Post-G2 menunjukkan angka konversi  $4.58 \pm 0.05^c$ . Perbedaan level enzim pada perlakuan Post-G1 dan Post-G2 menunjukkan perbedaan kandungan treonin dan angka konversi yang berbeda. Konversi pakan semakin baik dengan meningkatnya level enzim. Konversi pakan terbaik terdapat pada perlakuan Post-G2 dengan level enzim 0.02%/kg limbah bulu.

Efisiensi penggunaan pakan yang ditunjukkan oleh rendahnya angka konversi pakan menurut Toghyani *et al* (2014) secara signifikan diakibatkan oleh peningkatan treonin dan arginin pada tingkat protein kasar dalam pakan. Lebih lanjut dijelaskan bahwa kinerja dan morfologi usus ayam pedaging meningkat akibat peningkatan treonin dan arginin. Hasil penelitian Toghyani *et al* (2014) didukung penelitian sebelumnya yang dilaporkan Mao *et al* (2011) yang menyatakan bahwa Treonin sangat penting untuk produksi mucin, yang



memainkan peran penting dalam kesehatan usus dan penyerapan nutrisi dan juga untuk pengembangan bulu (Fisher *et al*, 1981), meningkatkan produksi telur, berat telur, massa telur, dan rasio konversi pakan pada itik Longyan dengan kebutuhan optimal 0.57%. (Fouad *et al*, 2017).

Penelitian tentang konversi pakan itik Bali sebelumnya telah dilaporkan oleh beberapa peneliti. Diantaranya Trisnadewi *et al*, (2012) melaporkan konversi pakan itik Bali yang mengkonsumsi campuran limbah roti dan tepung jerami bawang putih yang menggantikan jagung kuning masing-masing 30, 60 dan 90% adalah : 6.95; 6.83 ; 6.79. Sedangkan Ambara *et al*, (2013) melaporkan konversi pakan itik Cili (persilangan itik Pekin dan Itik Bali): 3.258 sedangkan konversi pakan itik Bali : 4.5. Keduanya mengkonsumsi pakan komersial CP 511. Angka konversi pakan itik Bali pada penelitian Ambara *et al* (2013): 4.5 mendekati angka konversi pakan itik bali dalam penelitian ini yang mengkonsumsi pakan yang mengandung 5% tepung bulu hidrolisat enzimatik *Allzyme FD* : Post-G1(4.76) dan Post-G2(4.58). Sebelumnya Triyastuti (2005) melaporkan konversi pakan itik lokal jantan yang mendapatkan 0,05, 0,10 dan 0,15% enzim *Kemzyme®* dalam pakan masing masing 4,91%, 4,98% dan 5,12%. Konversi pakan itik Bali dalam penelitian ini serta konversi pakan itik Bali yang dilaporkan oleh peneliti sebelumnya jauh berbeda dengan konversi pakan ayam pedaging yang dilaporkan Hasni, *et al* (2014). Menurut Hasni *et al* (2014) konversi pakan ayam pedaging yang mengkonsumsi 33, 67 dan 100% tepung bulu menggantikan tepung ikan adalah 1,7.

#### 5.3.1.5. Bobot Karkas

Pengaruh penggunaan tepung bulu hidrolisat enzimatik dalam pakan selama penelitian terhadap bobot karkas dapat dilihat pada Tabel 19. Hasil analisis variansi perlakuan penggunaan tepung bulu hidrolisat enzimatik dalam



pakan menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0.01$ ) terhadap bobot karkas. Uji beda jarak berganda Duncan menunjukkan bobot karkas itik yang mengkonsumsi pakan basal lebih kecil dibandingkan dengan itik yang mengkonsumsi pakan yang mengandung tepung bulu hidrolisat enzimatik Post-G1 dan Post-G2. Tidak ada perbedaan bobot karkas antara itik yang mendapatkan 5% TBHE pada perlakuan pakan Post-G1 dan Post-G2.

Perbedaan bobot karkas dalam penelitian ini disebabkan oleh perbedaan kandungan nutrisi pakan basal dan pakan yang mengandung 5% TBHE. Penambahan 5% TBHE pada pakan Post-G1 dan 5% pada pakan Post-G2 meningkatkan kandungan protein dan energi metabolis pakan Post-G1 dan Post-G2 masing masing menjadi 20.8% EM 3037 kkal/kg dan 20,7% dan EM 3037 kkal/kg. Sedangkan kandungan protein pakan basal sebelum penambahan tepung bulu ayam adalah 17.5% dan EM 3002 kkal/kg.

Penggunaan 5% TBHE pada pakan Post-G1 dan 5% pada pakan Post-G2 sangat nyata ( $P < 0,01$ ) meningkatkan bobot karkas. Rata rata bobot karkas itik yang mengkonsumsi pakan basal, Post-G1 dan Post-G2 masing masing 710.7<sup>b</sup>, 841.4<sup>a</sup> dan 869,5<sup>a</sup>. Perbedaan bobot karkas antara itik yang mengkonsumsi pakan basal dengan itik yang mengkonsumsi pakan Post-G1 dan pakan Post-G2 disebabkan oleh adanya perbedaan bobot badan akhir (bobot hidup) itik. Bobot badan akhir itik sangat nyata lebih rendah pada itik yang mengkonsumsi pakan basal dibandingkan itik yang mengkonsumsi pakan Post-G1 dan Post-G2. Hal ini sesuai dengan pendapat Soeparno (1994) yang menyatakan bahwa selain genetik dan mutu pakan bobot karkas juga dipengaruhi oleh bobot hidup.

Bobot karkas itik bali umur 9 minggu yang mengkonsumsi pakan komersial CP 511: 865,500 g dilaporkan oleh Ambara *et al* (2013), angka ini mendekati bobot karkas itik Bali umur 10 minggu dalam penelitian ini yang mengkonsumsi pakan Post-G2: 860.5g dalam penelitian ini. Meskipun



menunjukkan berat karkas yang sama namun terdapat perbedaan selisih seminggu dalam umur. Dari sisi efisiensi penggunaan pakan perlakuan pakan Post-G2 menghasilkan bobot badan akhir itik bali umur 10 minggu: 1483,2g dengan bobot karkas: 860.49g dengan konversi pakan 4.58 sedangkan Ambara *et al* (2013) menghasilkan bobot badan itik Bali umur 9 minggu 1312,76g dan bobot karkas 865.600g dengan konversi pakan 4.475.

### 5.3.1.6. Persentase Karkas

Pengaruh penggunaan tepung bulu hidrolisat enzimatis dalam pakan selama penelitian terhadap persentase karkas disajikan pada Tabel 19. Rataan persentase karkas hasil penelitian perlakuan Post-G1 dan Post-G2 berbeda sangat nyata dengan perlakuan pakan basal. Uji beda jarak berganda Duncan menunjukkan persentase karkas itik Post-G1 sama dengan itik yang mengkonsumsi pakan Post-G2. Hal ini disebabkan oleh bobot badan akhir pada perlakuan pakan Post-G1 dan Post-G2 yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan basal. Pertambahan bobot badan yang tinggi menunjukkan produktivitas ternak dan bobot badan akhir yang tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Siregar *et al.* (1982) bahwa makin berat bobot hidup makin tinggi pula bobot karkasnya.

Bobot badan perlakuan Post-G1 dan Post-G2 yang tinggi menghasilkan persentase karkas yang tinggi. Penambahan 5% tepung bulu hidrolisat enzimatis pada perlakuan Post-G1 dan Post-G2 kedalam pakan basal sangat nyata meningkatkan persentase karkas itik Bali. Hal ini bertolak belakang dengan hasil penelitian Cabel (1988) yang menggunakan 8% tepung bulu ayam. Hasil yang sama dengan Cabel (1988) juga dilaporkan oleh Natsir (1997) bahwa persentase karkas ayam pedaging yang mengkonsumsi 10% tepung bulu hidrolisat : 61.81% dan tidak ada perbedaan yang nyata terhadap persentase karkas ayam pedaging yang mengkonsumsi tepung bulu komersial dan tepung bulu hidrolisat hingga



level 10%. Menurut Hasni *et al* (2014) persentase karkas ayam pedaging yang mengkonsumsi 33, 67 dan 100% tepung bulu dapat menggantikan persentase tepung ikan dalam pakan berturut – turut : 59,95%; 59,83% dan 59,43%.

Persentase karkas itik bali yang mengkonsumsi pakan basal, Post-G1 dan Post-G2 berturut turut : 56.9% ; 57,9% dan 58.0%. Hasil ini berbeda dengan Ambara (2013) yang melaporkan persentase karkas itik Bali umur 9 minggu yang mengkonsumsi pakan komersial CP 511 : 66,9%. Perbedaan nilai persentase karkas hasil penelitian Cabel (1988), Natsir (1997) dan Hasni (2014) disebabkan oleh umur potong yang berbeda. Nilai yang diperoleh Natsir (1997) berdasarkan umur potong ayam pedaging 3 minggu sedangkan Cabel dan Hasni berdasarkan umur potong ayam pedaging 7 minggu. Perbedaan nilai persentase karkas dalam penelitian ini dengan Cabel (1988), Natsir (1997) dan Hasni (2014) disebabkan oleh perbedaan spesies dan umur potong yang berbeda, meskipun sama sama mengkonsumsi pakan yang mengandung tepung bulu ayam, sedangkan perbedaan persentase karkas itik Bali dalam penelitian ini dibandingkan persentase karkas itik Bali yang dilaporkan oleh Ambara (2013) disebabkan jenis pakan yang digunakan dalam penelitian.

### **5.3.2. Pengukuran Jumlah Protruding Pinfeather dan Non Protruding Pinfeather yang Tertinggal Pada Karkas Itik**

#### **5.3.2.1. Bobot bulu dan persentase bulu, pada karkas itik umur 7, 8, 9 dan 10 minggu**

Pengaruh penggunaan tepung bulu hidrolisat enzimatis dalam pakan terhadap bobot bulu dan persentase bulu itik umur 7, 8, 9 dan 10 minggu dapat dilihat pada Tabel 20.



Tabel 20. Pengaruh jenis pakan TBHE terhadap bobot bulu dan persentase bulu itik umur 7-10 minggu

Perlakuan	Umur (Minggu)			
	7	8	9	10
<b>Bobot Bulu (g)</b>				
Basal	27±1.7 <sup>b</sup>	30±2.0 <sup>c</sup>	36±0.6 <sup>c</sup>	43±3.0 <sup>b</sup>
Post-G1	34±1.5 <sup>a</sup>	35±1.3 <sup>b</sup>	38±1.1 <sup>a</sup>	49±3.8 <sup>a</sup>
Post-G2	35±1.0 <sup>a</sup>	37±2.0 <sup>a</sup>	37±0.3 <sup>b</sup>	47±2.6 <sup>ab</sup>
<b>Persentase bulu (%)</b>				
Basal	4,9±0,3 <sup>b</sup>	4,8±0,2	5,1±0,1	5,8±0,3 <sup>a</sup>
Post-G1	5,5±0,3 <sup>a</sup>	5,0±0,2	5,2±0,2	6,0±0,4 <sup>a</sup>
Post-G2	5,7±0,4 <sup>a</sup>	5,1±0,3	5,0±0,1	5,2±0,3 <sup>b</sup>

Keterangan : <sup>abc</sup> Superscrip yang berbeda pada suatu baris rata rata menunjukkan perbedaan (P<0,01).

Basal : 100% pakan basal

Post-G1 : Bulu digiling setelah diautoklaf (0,01% Allzyme FD)

Post-G2 : Bulu digiling setelah diautoklaf (0,02% Allzyme FD)

Uji beda jarak berganda Duncan menunjukkan itik yang mengkonsumsi pakan Post-G2 (37±2.0<sup>a</sup>) pada minggu ke-8 sangat nyata (P<0.01) menghasilkan bobot bulu lebih tinggi dari itik yang mengkonsumsi pakan Post-G1(35±1.3<sup>b</sup>) dan basal (30±2.0<sup>c</sup>). Perlakuan basal (4,8±0.2), Post-G1 (5,0±0.2) dan Poast-G2 (5.1±0.3) tidak memberikan pengaruh terhadap persentase bulu itik umur 8 minggu.

Rataan bobot bulu dan persentase bulu itik umur 7 minggu yang mengkonsumsi tepung bulu hidrolisat enzimatik post-grinding pada perlakuan Post-G1 (34±1.5<sup>a</sup> ; 5,5±0.3<sup>a</sup>) dan perlakuan Post-G2(35±1.0<sup>a</sup>; 5,7±0.4<sup>a</sup>) sangat nyata (P<0.01) lebih tinggi dibandingkan dengan itik yang mengkonsumsi pakan basal (27.3±1.7<sup>b</sup>; 4.9±0.3<sup>b</sup>). Bobot bulu dan persentase bulu itik Bali minggu ke-7 pada itik yang mengkosumsi pakan Post-G1 dan Post-G2 lebih tinggi dibandingkan dengan itik yang mengkonsumsi pakan Basal. Namun tidak ada perbedaan antara pakan Post-G1 dan Post-G2. TBHE dalam pakan yang mengandung 0.01% dan 0.02% enzim *Allzyme FD* sangat nyata meningkatkan bobot bulu dan persentase bulu itik umur 7 minggu.

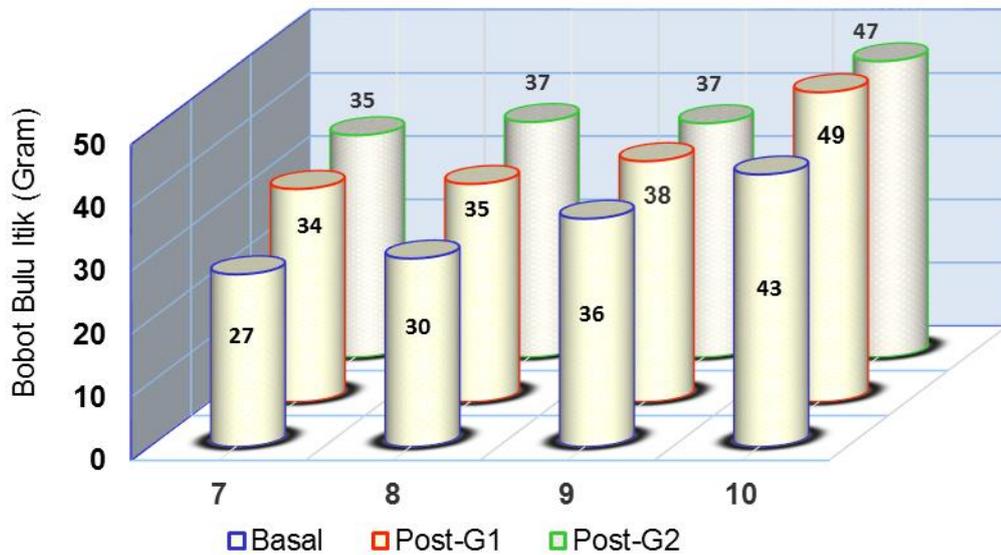


Pada minggu 9 penggunaan tepung bulu hidrolisat enzimatik (TBHE) sangat nyata meningkatkan bobot bulu itik Bali. Bobot bulu itik tertinggi terlihat pada itik yang mengkonsumsi pakan Post-G1 ( $38 \pm 1.1^a$ ), kemudian diikuti oleh itik yang mengkonsumsi pakan Post-G2 ( $37 \pm 0.3^b$ ) dan itik yang mengkonsumsi pakan basal ( $36 \pm 0.6^c$ ). Namun tidak ada perbedaan terhadap nilai persentase bulu itik pada perlakuan Post-G1 ( $5.2 \pm 0.2$ ), Post-G2 ( $5.0 \pm 0.1$ ) dan basal ( $5.1 \pm 0.1$ ). Hal ini disebabkan oleh proses pertumbuhan biologis dan fisiologis bulu. Hal ini juga terlihat pada persentase bulu itik pada minggu ke-8. Menurut Wecke *et al* (2017) massa tubuh dan massa bulu meningkat secara signifikan seiring bertambahnya usia ayam sesuai dengan proses pertumbuhan biologis. Selain faktor biologis, bulu unggas memiliki kemampuan membuat siklus dan regenerasi (Chuong *et al*, 2002). Siklus alami pertumbuhan, peluruhan atau penanggalan bulu tua (shedding) dan moulting (memperbaharui bulu) secara berkala adalah proses fisiologis yang dikontrol secara hormonal dimana bulu tua usang digantikan oleh pertumbuhan bulu baru (Kozak *et al*, 2011).

Berdasarkan uji beda jarak berganda Duncan bobot bulu itik minggu 10 pada perlakuan Post-G1 ( $49 \pm 3.8^a$ ) lebih tinggi dari basal ( $43 \pm 3.0^b$ ) namun itik yang mengkonsumsi pakan Post-G2 ( $47 \pm 2.6^{ab}$ ) secara statistik tidak berbeda dengan basal dan Post-G1. Persentase bulu Post-G1 ( $6.0 \pm 0.4^a$ ) dan basal ( $5.8 \pm 0.3^a$ ) lebih tinggi dari Post-G2 ( $5.3 \pm 0.3^b$ ).



**Bobot Bulu Itik Umur 7 - 10 Minggu**



Gambar 16. Bobot bulu itik umur 7-10 minggu

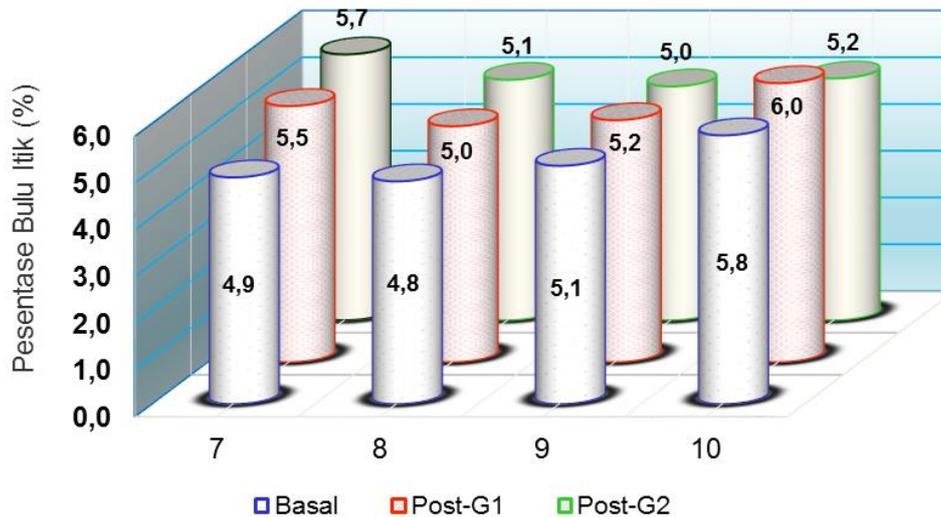
Peningkatan bobot bulu setiap minggu terlihat pada perlakuan basal, Post-G1 dan Post-G2. Tetapi pada minggu ke-8 dan minggu ke-9 bobot bulu pada perlakuan Post-G2 relatif sama dan kembali meningkat pada minggu ke-10.

Bobot bulu meningkat seiring dengan bertambahnya umur itik. Menurut Murawska (2011) berat komponen edible dan nonedible (bulu) individu pada itik meningkat untuk periode waktu yang berbeda dengan tingkat pertumbuhan komponen jaringan yang bervariasi dan derajat pergantian bulu sangat bervariasi pada burung yang berbeda dan daerah tumbuh bulu yang berbeda pada burung yang sama. Marshall (1960). Perbedaan pergantian bulu dapat terjadi karena laju pertumbuhan merupakan sifat yang diturunkan (terkait genetik) dan sangat dipengaruhi oleh asupan nutrisi dan lingkungan. (Ensmiger, 1992). Persentase kandungan komponen nonedible (bulu) menurut Murawska (2011) berkurang sampai umur 8 minggu, bagian komponen nonedible menurun secara substansial seiring bertambahnya umur dan intensitas perubahan terkait usia



dalam proporsi bagian nonedible. Perubahan ini bervariasi antara spesies unggas.

Persentase Bulu Itik Umur 7 -10 Minggu



Gambar 17. Persentase bulu itik umur 7-10 minggu

Peningkatan bobot dan persentase bulu setiap minggunya menunjukkan jumlah PPF dan NPPF pada karkas telah tumbuh menjadi bulu sempurna karena titik pena mereka menempel sangat longgar dalam folikel bulu akibat berkurangnya pasokan nutrisi. (Kozak *et al*, 2011) hal ini memudahkan dalam pelepasan bulu dari permukaan tubuh itik.

N PM, S *et al* (2016) melaporkan berat bulu itik Bali umur 8 minggu yang diberi biosuplemen bakteri unggul asal rayap adalah 34g. Bobot bulu itik Bali umur 8 minggu yang dilaporkan oleh N PM, S *et al* (2016) hampir sama dengan bobot bulu itik pada perlakuan pakan A ( $34.5 \pm 1.3^b$ ) dalam penelitian ini dan lebih rendah dari perlakuan pakan R2 ( $37.2 \pm 2.0^a$ ). Sedangkan Wiradhana *et al* (2013) menyatakan bahwa pada umur 10 minggu berat bulu itik Bali jantan adalah 106.5 g atau 7.2% dari bobot potong. Wiradhana *et al* (2013) menggunakan 55% pakan komersial disubstitusi pollar 45% dan aditif duck-mix 0.3% dengan



kandungan protein pakan 18,85% dan EM pakan (2992 kkal/kg). Hasil ini sangat berbeda dengan bobot bulu itik Bali pada umur 10 minggu yang diperoleh dalam penelitian ini. Bobot bulu itik Bali umur 7-10 minggu yang diperoleh dalam penelitian ini adalah : 43.1g - 46.8g dengan persentase bulu 4,8% – 6%.

Perbedaan bobot bulu dan persentase bulu dalam penelitian ini dengan yang dilaporkan oleh Wiradhana *et al* (2013) disebabkan oleh perbedaan jenis pakan penelitian yang digunakan dalam penelitian. Pemberian pakan dalam penelitian ini menggunakan sistim kering dengan tambahan tepung bulu hidrolisat enzimatik sebanyak 5% kedalam pakan basal.

### **5.3.2.2. Pengaruh penggunaan Tepung Bulu Hidrolisat enzimatik terhadap jumlah PPF dan NPPF yang tertinggal pada karkas itik umur 7 – 10 minggu**

Pengaruh penggunaan tepung bulu hidrolisat enzimatik dalam pakan terhadap jumlah PPF dan NPPF yang tertinggal pada karkas itik umur 7, 8, 9 dan 10 minggu dapat dilihat pada Tabel 21. Jumlah Protruding Pin Feather dan Non Protruding Pin Feather pada karkas itik umur 7,8,9 dan 10 minggu dapat dilihat pada gambar 18.

Jumlah protruding pin feather yang tertinggal pada karkas itik Bali pada setiap umur pematangan (7–10 minggu) mencerminkan pengaruh penggunaan tepung bulu hidrolisat enzimatik maupun level enzim dalam tepung bulu terhadap kecepatan berkurangnya jumlah protruding pin feather yang tertinggal pada karkas itik umur 7 – 10 minggu.



Tabel 21. Pengaruh jenis pakan TBHE terhadap jumlah PPF dan NPPF pada karkas

Perlakuan	Umur (Minggu)			
	7	8	9	10
<b>PPF (Pin/ Kg karkas)</b>				
Basal	553±14,5 <sup>a</sup>	419±11.1	620±15.6 <sup>a</sup>	699±56.8 <sup>a</sup>
Post-G1	473±11,1 <sup>b</sup>	409±14.0	551±31.2 <sup>b</sup>	544±25.4 <sup>b</sup>
Post-G2	448±21,3 <sup>c</sup>	413±20.7	527±31.1 <sup>b</sup>	543±27.7 <sup>b</sup>
<b>NPPF (Pin/Kg karkas)</b>				
Basal	457±15.9 <sup>a</sup>	293±13.5 <sup>a</sup>	214±11.3 <sup>a</sup>	342±26.6 <sup>a</sup>
Post-G1	339±14.4 <sup>b</sup>	263±15.0 <sup>b</sup>	170±10.7 <sup>b</sup>	240±12.6 <sup>b</sup>
Post-G2	216±14.5 <sup>c</sup>	261±10.8 <sup>b</sup>	164±11.7 <sup>b</sup>	228±15.9 <sup>b</sup>

Keterangan: <sup>abc</sup> Superscrip yang berbeda pada suatu baris rata rata menunjukkan perbedaan (P<0,01).

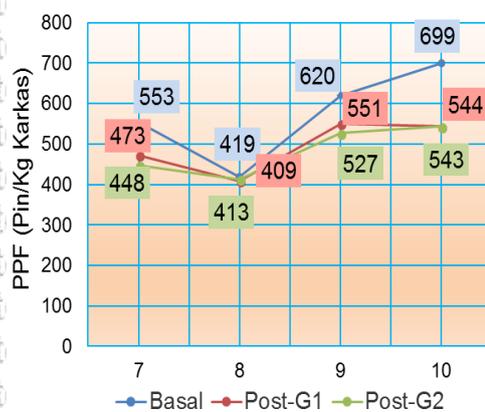
PPF : Protruding Pin Feather; NPPF: Non Protruding Pin Feather

Basal : 100% pakan basal

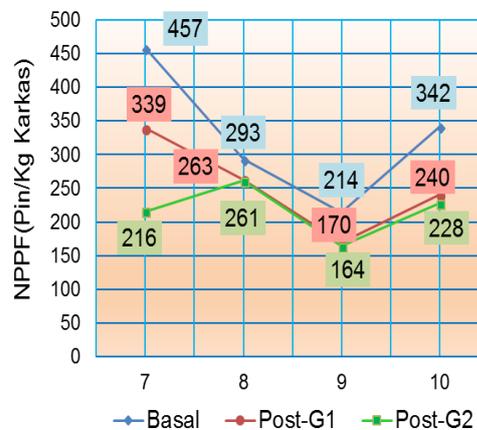
Post-G1: Bulu digiling setelah diautoklaf (0,01% Allzyme FD)

Post-G2 : Bulu digiling setelah diautoklaf (0,02% Allzyme FD)

Jumlah PPF Karkas Itik Umur 7 - 10 Minggu



Jumlah NPPF Karkas Itik Umur 7 - 10 Minggu



Gambar 18. Jumlah Protruding Pin Feather dan Non Protruding Pin Feather pada karkas itik umur 7,8,9 dan 10 minggu.

Dari grafik jumlah PPF dan NPPF pada Gambar 18 dapat digambarkan

mekanisme kecepatan berkurangnya pin feather berdasarkan jumlah PPF dan NPPF pada setiap minggu. Berkurangnya jumlah NPPF cenderung tampak di minggu ganjil pada setiap bulan dan berkurangnya jumlah PPF cenderung tampak di minggu genap pada setiap bulan. Jumlah NPPF yang ada pada



minggu ke-7 akan tumbuh menjadi PPF di minggu berikutnya. Jumlah PPF disetiap minggu pengukuran selalu lebih banyak dibanding jumlah NPPF. Waktu pertumbuhan bulu NPPF dan PPF di minggu genap dan minggu ganjil menunjukkan bahwa pertumbuhan bulu diawali dari NPPF yang akan tumbuh menembus permukaan kulit itik menjadi PPF di waktu berikutnya. Perbedaan jumlah PPF dan NPPF menunjukkan bahwa kecepatan berkurangnya NPPF tergambar dari Jumlah pin feather yang telah menembus permukaan kulit itik menjadi PPF dan akan tumbuh sempurna diwaktu berikutnya. Hal ini akan mempermudah proses pencabutan bulu pada itik. Pada Gambar 18 juga terlihat bahwa jumlah NPPF dan PPF masih cenderung meningkat diminggu berikutnya.

Menurut Wecke *et al* (2017) massa tubuh dan massa bulu meningkat secara signifikan seiring bertambahnya usia ayam sesuai dengan proses pertumbuhan biologis. Pengamatan jumlah NPPF dan PPF dalam penelitian ini hanya dilakukan selama 4 minggu yaitu dimulai pada minggu ke-7 hingga minggu ke-10.

Jumlah *protruding pin feather* (PPF) yang tertinggal pada karkas itik pada umur 7 minggu tampak lebih banyak dibandingkan umur 8 minggu dan pada minggu 9 jumlahnya kembali meningkat meskipun tidak sebanyak minggu ke 7.

Jumlah *protruding pin feather* (PPF) kemudian kembali menurun pada minggu ke-10. Trend ini berlaku untuk ke-3 perlakuan Basal, Post-G1 dan Post-G2, kecuali pada perlakuan Basal umur 10 minggu. Berkurangnya jumlah PPF dan NPPF pada minggu ke-10 karena ke-2 jenis pin feather ini telah tumbuh menjadi bulu tetap dewasa yang semakin matang. Hal ini sesuai dengan pendapat Chen

*et al* (2017) bahwa bulu sepenuhnya berkembang pada usia 10 minggu tetapi menurut Sari *et al* (2013) pada itik bulu tumbuh sempurna pada umur delapan minggu dan menurut Sunari *et al*, (2001) karkas itik mandalung lebih bersih pada umur potong 12 minggu keatas dan kualitas penampilan karkas lebih baik pada



umur 10 - 12 minggu (Putra *et al.*, 2015 ) dan tahapan perkembangan bulu serta derajat bulu penutup sebagai indikasi waktu yang tepat dalam menentukan umur potong diantara itik Pekin, Muscovi dan persilangannya dicapai pada umur 12 minggu (Szász, S, 2003).

Jumlah PPF tampak berkurang dengan bertambahnya umur itik. Pertambahan umur dan nutrisi dari TBHE membuat NPPF dan PPF dapat tumbuh sempurna sesuai siklus alami pertumbuhan bulu dan bulu menjadi matang. Ketika bulu tumbuh sempurna dan matang maka penampilan karkas menjadi lebih bersih, karena pemetikan bulu pada saat bulu itik telah matang membuat bulu yang dipetik tercabut sempurna tanpa meninggalkan selongsong / folikel bulu pada karkas. Hal ini sesuai dengan pernyataan Schneider (1995) bahwa setelah bulu matang, suplai darah dari papilla folikular ke pena bulu berangsur angsur surut. Dengan demikian, pulp dermal ditarik secara progresif dari pena bulu, meninggalkan pena kosong, sampai bulu menjadi inert dan menjadi struktur mati yang terdiri dari 90% keratin (Del Hoyo *et al.*, 1992).

Jumlah PPF dan NPPF yang makin berkurang pada minggu ke-10 karena pada usia 10 minggu bulu telah sepenuhnya berkembang. Hal ini menandakan bulu telah matang karena kontak antara pena dan folikel berhenti sepenuhnya dan akan meninggalkan pena kosong. (Kozak, 2011). Pulp pada pena mengering, berwarna biru kemerahan dan warna pena bulu kemudian memudar dan keratinisasi intens dimulai di dasar pena bulu.

Kontak antara pena dan folikel yang berhenti sepenuhnya pada bulu itik menyebabkan pencabutan bulu lebih mudah saat proses itik hidup menjadi karkas. Hal ini diamati dengan berkurangnya jumlah PPF dan NPPF pada karkas itik. Pengamatan ini dilakukan pada itik yang telah menjadi karkas. Pada unggas hidup bulu yang telah matang meninggalkan pena kosong selanjutnya membuat tekanan proliferasi sel dengan pertumbuhan bulu baru yang akan mendorong



keluar bulu tua (Schneider, 1995), karena menurut Chuong *et al* (2002) rambut dan bulu memiliki kemampuan membuat siklus dan regenerasi. Pernyataan ini dikuatkan oleh pernyataan Kozak *et al* (2011) yang menyebutkan bahwa unggas domestik memiliki siklus alami pertumbuhan, peluruhan atau penanggalan bulu tua (shedding) dan moulting (memperbaharui bulu) secara berkala. Ini adalah proses fisiologis yang dikontrol secara hormonal dimana bulu tua usang digantikan oleh pertumbuhan bulu baru dan menurut (Schneider, 1995) pada saat moulting bulu dewasa mudah untuk dipetik tanpa menyebabkan cedera dan rasa sakit pada kulit karena titik pena mereka menempel sangat longgar dalam folikel bulu akibat berkurangnya pasokan nutrisi.

Kozak *et al* (2011) menyatakan bahwa pemetikan bulu (puckling) dapat dilakukan pada angsa dalam masa pertumbuhan asalkan bulu sepenuhnya matang dan dasar calamus ditutup, bebas dari darah dan mudah untuk dipetik. Setelah rontok bulu, *pinfeathers* kecil muncul pada seluruh tubuh. Mereka tumbuh secara intensif antara umur 12-16 minggu, kemudian tumbuh lebih lambat satu atau dua minggu berikutnya.

Latt *et al* (2018) melaporkan bahwa jumlah total folikel bulu pada ayam adalah 3.133 dengan rincian: 960 folikel bulu pada bagian leher dan punggung: 851 folikel bulu pada daerah perut, 684 folikel bulu pada paha, 391 folikel bulu pada punggung dan 247 folikel pada paha. Jumlah ini diketahui dari hasil observasi morfologis jumlah folikel bulu setelah pencabutan bulu dan setelah ayam direndam dalam air dingin pada suhu 3,0°C. Meskipun tidak mengamati jumlah pin feather yg tertinggal dikarkas penelitian Latt *et al* (2018) menunjukkan jumlah folikel bulu pada ayam pedaging yang diamati. Sedangkan dalam penelitian ini yang diamati dan dihitung adalah jumlah protruding pin feather dan non protruding pin feather yang melekat pada selongsong atau folikel bulu,



sehingga jumlah folikel bulu dalam penelitian ini bisa dihitung dari total PPF dan total NPPF pada karkas itik.

Pada minggu ke 7 total PPF dan NPPF pada perlakuan Basal (1794/Kg karkas), Post-G1: 1321/Kg karkas, Post-G2: 1071/ Kg karkas, minggu ke 8 Basal: 1132/ 1 Kg karkas, Post-G1: 981/1 Kg karkas, Post-G2: 794/ 1 Kg karkas, minggu ke-9 Basal: 1181/ 1 Kg karkas, Post-G1: 980/ 1 Kg karkas, Post-G2: 934/ 1 Kg karkas, minggu ke-10 Basal: 1388/ 1 Kg karkas, Post-G1: 955/ 1 Kg karkas dan Post-G2: 854/ 1 Kg karkas. Jumlah ini tidak menggambarkan total

keseluruhan dari folikel bulu yang terdapat pada itik Bali yang diamati, karena jumlah pin feather yang terdapat pada bagian leher tidak masuk dalam pengamatan. Selain itu jumlah folikel yang bersih dari PPF dan NPPF juga tidak dihitung. Perbedaan penelitian ini dengan yang dilaporkan oleh Latt *et al* (2018) adalah pada cara pengamatan. Latt *et al* (2018) mengukur area folikel bulu dengan perangkat lunak analisis citra (ImageJ, National Institutes of Health, Bethesda, MD, A.S., <http://imagej.nih.gov/ij/>) berdasarkan diameter kepala pin sebagai skala referensi, dan daerah masing-masing folikel setelah pencabutan bulu dan setelah pendinginan. Sedangkan dalam penelitian ini pengamatan jumlah PPF dan NPPF dihitung berdasarkan jumlah pin feather yang tertinggal dan menonjol dipermukaan karkas (PPF) dan yang tertinggal dipermukaan kulit karkas namun belum menembus kulit luar (NPPF).

Pengamatan terhadap pertumbuhan bulu pada burung, ayam maupun unggas air lainnya seperti itik manila, itik, angsa yang dilaporkan oleh peneliti sebelumnya dilakukan pada saat ternak hidup maupun setelah disembelih.

Beberapa penelitian yang berhubungan dengan pertumbuhan bulu dilaporkan oleh banyak peneliti. Diantaranya dilaporkan oleh Atmomarsono, *et al.*, (1999) yang mengukur panjang bulu sayap pada tik Manila, Widjaja dan Ahmad (1999) yang melakukan pengkajian untuk mengetahui teknik pencabutan bulu yang lebih



efisien, produksi bulu, persentase jenis-jenis bulu dan cara menghilangkan bulu halus sisa pencabutan pada itik Alabio.

Penelitian yang berhubungan dengan pertumbuhan bulu namun dengan parameter yang berbeda dilakukan oleh Lakollo (2008) yang meneliti pendugaan umur berdasarkan pergantian bulu pada itik betina lokal periode indukan serta oleh Marlinah (2013) yang meneliti tentang pendugaan umur itik Alabio dan Cihateup berdasarkan tempat tumbuh bulu tetap pada bagian-bagian tubuh. Mustafa (2008) meneliti pengaruh umur, jenis kelamin, warna bulu, pengukuran tubuh, bobot badan terhadap bulu dan bulu down Turkish Geese, Kozak *et al* (2010; Kozak (2011) mengukur waktu pemetikan bulu pada angsa, Putra *et al* (2015) mengamati kualitas fisik karkas secara visual yang dipresentasikan dalam gambar untuk melihat bersih tidaknya penampilan karkas berdasarkan banyak tidaknya penampakan bulu jarum (*Pin feather*) pada Karkas Itik Cihateup-Alabio (CA). Zeng *et al*, (2015) mengamati pertumbuhan bulu pada itik pedaging menggunakan termografi infra merah dan panjang ke-4 bulu sayap primer dan Chen *et al*, (2017) menggunakan teknologi sekuensing Solexa dalam mengekspresikan pengembangan bulu dengan microRNAome menemukan bahwa kualitas bulu pada bebek Pekin berhubungan dengan sintesis lipid dan jalur pensinyalan yang terkait dengan metabolisme pembentukan lipid pada permukaan bulu.

Meskipun tidak ada hasil penelitian yang benar-benar mengukur parameter yang sama dengan penelitian ini namun hasil-hasil penelitian yang telah disebutkan sebelumnya dapat digunakan dalam mendukung hasil yang diperoleh dalam penelitian ini, sebab sebahagian besar penelitian yang telah disebutkan diatas terkait dengan pertumbuhan bulu antara spesies dan unggas yang berbeda. Berhubungan dengan pertumbuhan bulu pada berbagai spesies yang telah diteliti oleh banyak ahli dari berbagai bidang ilmu Marshall (1960)



menyatakan bahwa derajat pergantian bulu sangat bervariasi pada burung yang berbeda dan daerah tumbuh bulu yang berbeda pada burung yang sama. Menurut Ensmiger (1992) Perbedaan pergantian bulu dapat terjadi karena laju pertumbuhan merupakan sifat yang diturunkan (terkait genetik) dan sangat dipengaruhi oleh asupan nutrisi dan lingkungan. Produksi bulu baru membutuhkan banyak nutrisi dan energi, mengurangi daya terbang dan berenang (Stettenheim, 2000), selain itu kecepatan pergantian bulu dipengaruhi oleh kandungan protein, vitamin dan mineral dalam makanan (Winter dan Funk, 1956). Menurut Sari *et al* (2013) pada itik perkembangan bulu down definitif baru dimulai pada umur satu hingga tiga minggu dan tumbuh sempurna pada umur delapan minggu dan bulu sepenuhnya berkembang pada usia 10 minggu. (Chen *et al*, 2017).

Meskipun laju pertumbuhan merupakan sifat yang diturunkan, asupan nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan dapat menunjang pertumbuhan bulu sesuai potensi genetik ternak. Dalam penelitian ini usaha untuk memperoleh penampilan karkas itik yang lebih bersih dilakukan dengan pemberian nutrisi untuk pertumbuhan bulu yang diperoleh dari tepung bulu ayam hidrolisis enzimatis. Hasil penelitian ini menjawab hipotesis ke-3 bahwa penggunaan TBHE allzyme fd berpotensi memacu pertumbuhan bulu sempurna berdasarkan berat bulu, persentase bulu dan jumlah *protruding pinfeather* dan *non protruding pinfeather* yang tertinggal pada karkas, itik umur 7,8,9, dan 10 minggu.

Meskipun jumlah PPF dan NPPF yang tertinggal pada karkas itik dalam penelitian ini tidak bisa digolongkan dalam mutu kelas karkas unggas, namun usaha penambahan TBHE sebanyak 5% kedalam pakan terbukti mengurangi jumlah PPF dan NPPF yang tertinggal pada karkas itik. Pengukuran kecepatan berkurangnya PPF dan NPPF pada itik lokal (itik Bali) dalam penelitian ini secara



visual tampak jelas pada tingkat kebersihan karkas yang diperoleh dari itik yang bulunya berwarna gelap dan dari jumlah PPF dan NPPF yang tertinggal pada karkas. Tiga tahun sebelumnya Putra *et al* (2015) melakukan pengamatan terhadap penampilan fisik karkas dari itik hasil persilangan. Meskipun itik yang diukur adalah itik hasil persilangan namun masih menyisakan banyak bulu jarum pada karkas.

Kecepatan berkurangnya PPF dan NPPF pada potongan karkas(dada), paha, punggung dan sayap itik Bali umur 7, 8, 9 dan 10 minggu dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 19, 20, 21 dan 22.



Gambar 19. Gambaran visual fisik dada, paha, punggung dan sayap dengan jumlah PPF dan NPPF pada itik umur 7 minggu

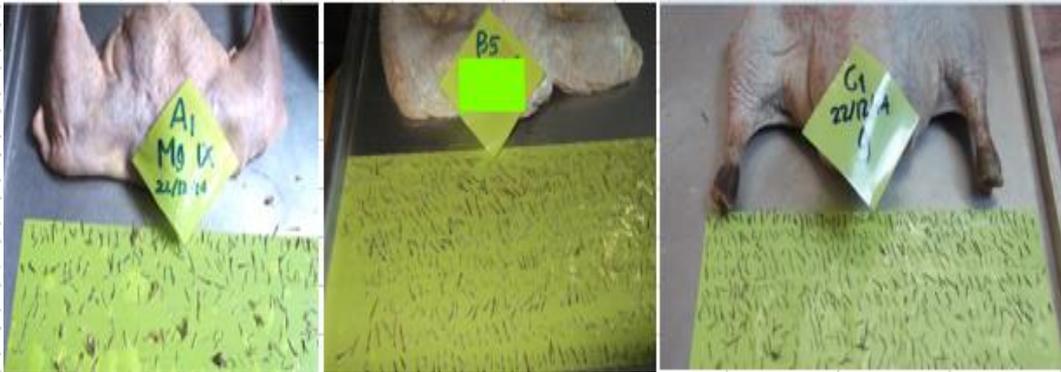




Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya



Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Gambar 21. Gambaran visual fisik dada, paha, punggung dan sayap dengan jumlah PPF dan NPPF pada itik umur 9 minggu



Gambar 22. Gambaran visual fisik dada, paha, punggung dan sayap dengan jumlah PPF dan NPPF pada itik umur 10 minggu



#### 5.4. Pembahasan Umum

Itik yang berwarna gelap menyebabkan pangkal bulu yang tertinggal pada karkas nampak kehitaman dan terkesan kotor. (Li S, *et al.*, 2012). Penampilan karkas itik lokal Indonesia yang dimanfaatkan sebagai Itik pedaging cenderung menghasilkan itik dengan penampilan karkas yang terkesan kotor. Kondisi warna kulit tersebut diakibatkan masih banyaknya pangkal bulu berwarna hitam yang tertinggal di karkas dan akibat warna bulu itik yang dominan berwarna gelap.

Berbagai penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan itik dengan produksi daging yang tinggi, penampilan karkas yang bersih dengan beragam kajian, baik dari sisi nutrisi dan genetika telah banyak dilakukan. Diantaranya keturunan hasil persilangan itik Ciheuteup dengan itik Alabio menunjukkan bobot potong, bobot karkas, efisiensi penggunaan pakan dan kualitas daging yang lebih baik.

(Matitaputty *et al.*, 2011). Namun demikian menurut Putra *et al.*, (2015) kualitasnya masih kurang baik karena masih banyaknya bulu-bulu jarum yang tertinggal pada karkas. Banyaknya bulu jarum (*pin feather*) pada karkas disebabkan periode pertumbuhan bulu itik pada umur potong yang berbeda.

Semakin tua umur itik, bakal bulu tersebut semakin hilang karena sudah tumbuh menjadi bulu tetap. (Putra *et al.*, 2015). Hal ini menunjukkan bahwa bakal bulu tumbuh menjadi bulu tetap seiring dengan bertambahnya umur. Namun beberapa hasil penelitian membuktikan bahwa pertumbuhan bulu dapat dipacu dengan pemberian nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bulu.

Atmomarsono, *et al.*, (1999) membuktikan bahwa level protein pakan dapat meningkatkan laju pertumbuhan bulu sayap, persentase bulu sayap, dan panjang bulu sayap pada itik Manila. Peningkatan laju pertumbuhan bulu ini menurut Winter and Funk (1956) dipengaruhi oleh kandungan protein dan vitamin pakan.

Oleh sebab protein pakan dengan tingkat protein yang lebih tinggi membuat



pergantian dan pengembangan bulu menjadi lebih cepat terpenuhi karena tingginya kandungan protein pada bulu (Hardiman and Katanbaf, 2012). Asam amino arginin, glisin, sistin dan metionin yang terkandung dalam protein dibutuhkan untuk pertumbuhan bulu. (Jull, 1951).

Umur pemotongan terkait dengan pertumbuhan bulu itik telah dilaporkan Sunari *et al.*, (2001) dan pertumbuhan dan perkembangan bulu bagian belakang terhadap kualitas karkas dapat diamati dengan penampakan bulu yang menutupi keseluruhan bagian tubuh itik Pekin, Muscovi dan persilangannya yang dicapai pada umur 12 minggu. (Szász, 2003). Patokan umur 12 minggu keatas menurut Sunari *et al* (2001) memberikan penampilan karkas yang lebih bersih pada itik mandalung. Sedangkan menurut Putra *et al.*, (2015) kualitas Karkas Itik Cihateup-Alabio (CA) lebih baik jika dipotong mulai umur 10 hingga 12 minggu karena bakal bulu telah tumbuh menjadi bulu tetap.

Terkait dengan periode dan perkembangan bulu Kozak *et al* (2011) menyatakan unggas domestik memiliki siklus alami pertumbuhan bulu, peluruhan atau penanggalan bulu (*shedding*) dan *moulting* (memperbaharui bulu). Siklus ini menurut Kozak *et al* (2011) dapat dijadikan acuan dalam menentukan waktu pemetikan bulu (*puckling*) pada angsa dalam masa pertumbuhan asalkan bulu telah sepenuhnya matang dan dasar calamus ditutup, bebas dari darah sehingga bulu mudah untuk dipetik dan tidak menyebabkan rasa sakit pada kulit. Cara ini diterapkan pada angsa hidup yang tujuannya untuk memperoleh bulu down yang dimanfaatkan dalam pembuatan bantal, selimut dan mantel.

Untuk menemukan umur potong yang baik cara yang dikemukakan Kozak *et al* (2011) dapat diadaptasi pada itik untuk mendapatkan penampilan karkas yang lebih bersih. Tetapi belum ada metode dan penciri yang tepat dalam menentukan kematangan bulu pada itik hidup khususnya itik lokal yang dimanfaatkan sebagai itik potong sebagai acuan dalam menentukan umur potong yang paling baik dan



efisien. Penelitian sebelumnya yang memberi penjelasan tentang umur potong yang baik pada itik hanya didasarkan atas penampilan visual karkas sesuai dengan lamanya waktu pemeliharaan. Hasilnya pun bisa berbeda antara spesies dan diantara sesama peneliti.

Siklus alami pertumbuhan bulu dapat dipacu dengan nutrisi yang mendukung pertumbuhan dan matangnya bulu. Bulu yang telah matang memudahkan pencabutan bulu saat pemrosesan itik menjadi karkas. Hal ini akan meningkatkan preferensi konsumen dari segi penampilan karkas yang bersih dari *pin feather*. Pada Angsa hidup bulu yang telah matang dan surut dari aliran darah dapat dengan mudah dipetik (Kozak *et al.*, 2011), hal ini dilakukan bertepatan dengan waktu rontok bulu alami bulu pada akhir minggu 11.

Kozak (2011) melakukan pemetikan bulu pada Angsa hidup, tetapi dalam penelitian ini pemetikan bulu pada Itik Bali dilakukan setelah itik disembelih. Pemetikan bulu dilakukan manual menggunakan tangan untuk mendapatkan bobot bulu (g), kemudian dihitung persentasenya terhadap bobot hidup. Cara yang sama juga diterapkan pada bulu yang tertinggal pada karkas. Pengukuran jumlah PPF dan NPPF yang tertinggal pada karkas itik merupakan salah satu terobosan yang dipilih untuk mendapatkan data akurat dan ilmiah untuk membuktikan bahwa kecepatan berkurangnya jumlah PPF dan NPPF terkait dengan pertumbuhan bulu dipengaruhi oleh tepung bulu hidrolisis enzimatis. Data ini tidak hanya dapat dibuktikan secara visual dengan gambar yang menunjukkan tingkat kebersihan karkas tetapi juga secara akurat dapat ditunjukkan dengan jumlah PPF dan NPPF yang dapat dihitung dan dianalisis secara statistik.

Ini adalah penelitian pertama yang menggunakan parameter jumlah PPF dan NPPF untuk mempelajari dan mengetahui penampilan fisik karkas berdasarkan kecepatan berkurangnya jumlah PPF dan NPPF pada karkas Itik



Bali. PPF dan NPPF dari potongan karkas : dada, paha, punggung dan itik dipetik dengan pinset dan dihitung. PPF adalah parameter pertama yang dicabut dengan pinset dari tiap potongan karkas, setelah PPF pada potongan karkas dicabut dan dihitung maka tanpa dicabut NPPF dapat dihitung dari potongan karkas. Hal ini disebabkan karena NPPF adalah bulu yang belum menembus kulit luar tapi nampak jelas dari permukaan kulit / karkas Itik. Meskipun tidak menjadi parameter pengukuran, pengamatan saat penelitian menunjukkan jumlah PPF yang dicabut dengan bantuan pinset lebih mudah ditarik pada itik yang mengkonsumsi pakan yang mengandung tepung bulu ayam dan pada bulu itik yang warnanya lebih terang. Bulu dengan warna lebih gelap lebih sulit ditarik dengan pinset, tetapi ketika itik yang bulunya berwarna gelap mendapat pakan yang mengandung tepung bulu ayam hidrolisis enzimatis maka bulu akan lebih mudah tercabut dari karkas itik.

Level enzim 0,02% menghasilkan kinerja lebih baik dan kemudahan dalam hal pencabutan PPF dan NPPF dibandingkan level enzim 0,01%. Kemudahan pencabutan bulu juga terlihat berdasarkan perbedaan warna bulu itik. Bulu itik dengan warna lebih terang lebih mudah dicabut dibandingkan itik dengan warna bulu gelap. Hal ini disebabkan oleh kandungan melanin pada itik berbulu gelap lebih tinggi dibandingkan dengan itik berbulu terang dan melanin pada bulu itik memiliki peran penting dalam memperkuat keratin. (Bonser dan Witter 1993). Melanin adalah pigmen yang menyebabkan bulu unggas berwarna gelap (Brumbaugh, 1968) dan warna hitam pada ramus menunjukkan bahwa keratin di area tersebut sangat kaya melanin. Kondisi ini membuat bulu menjadi lebih kuat, lebih keras (Murphy, 2007) dan juga rentan terhadap kerusakan (Burt 1986, Bonser 1995, Butler dan Johnson, 2004). Selain melanin kandungan keratin yang kaya akan sulfur dan waxy feather sheat (selubung berlipis) pada bulu juga memberi kekuatan pada bulu.



Jenis asam amino bersulfur merupakan salah satu penyusun protein pada bulu yang dapat diperoleh dari limbah bulu yang terbang sebagai hasil samping industri pemotongan unggas dan menurut (Wyeld, 1980) protein yang terkandung pada bulu merupakan asam amino esensial berupa sistin yang kaya sulfur. Kandungan sistin yang tinggi ini menurut Haourowitz (1984) dan Morgan *et al.*, (1998) berasal dari keratin yang merupakan protein fibrous yang kaya akan sulfur dan banyak terdapat pada rambut, kuku dan bulu. Namun demikian, protein pada bulu merupakan protein serat yaitu keratin yang sangat tidak larut dan resisten terhadap enzim pencernaan (Tillman *et al.* 1982) sehingga metode hidrolisis enzimatik menggunakan allzyme FD dipilih untuk menghancurkan sifat resistensi keratin dan meningkatkan daya cernanya. Pilihan menggunakan limbah bulu dengan cara Pre-grinding dan Post-grinding : limbah bulu giling dan tanpa digiling kemudian dihidrolisis enzimatik menggunakan 2 level enzim allzyme FD (0,01% dan 0,02%/ kg limbah bulu) dilakukan pada percobaan pendahuluan (I) : **Pembuatan Tepung Bulu Hidrolisis Enzimatik (TBHE)** dan diperoleh informasi kandungan nutrisi yang dapat digunakan untuk menunjang pertumbuhan bulu yaitu : kandungan Protein kasar (%) 4 jenis TBHE Pre-G1, Pre-G2, Post-G1, Post-G2 berturut – turut 89,89; 87,98; 91,03; 90,11, Gross Energi (Kkal/kg) berturut-turut : 5115,80; 4726,52; 4870,38; 4527,79. Sedangkan daya cerna tepung bulu (%) menggunakan pepsin berturut turut adalah 78,61; 84,4; 76,33 dan 80,76. Kandungan asam amino bersulfur : metionin pada 4 jenis TBHE Pre-G1, Pre-G2, Post-G1, Post-G2 masing masing (%): 0,51; 0,53; 0,40; 0,59 dan dan kandungan asam amino bersulfur sistin tepung bulu Pre-G1:0,51%; Pre-G2: 0,53%, untuk Post-G1 tidak terdeteksi dan Post-G2: 2,23%. Kandungan treonin pada ke 4 jenis TBHE : Pre-G1, Pre-G2, Post-G1, Post-G2 berturut-turut 2,889%, 3,765%, 3,547%, 3,962%. Kandungan treonin pada pakan penelitian: Basal, Pre-G1, Pre-G2, Post-G1, Post-G2 berturut turut (%) : 0.73; 0.89; 0.88;



0.87; 0.89. Kandungan mineral sulfur pada ke 4 jenis tepung bulu Basal, Pre-G1, Pre-G2, Post-G1, Post-G2 berturut turut (ppm) 376,87ppm(0,038%); 297,77ppm(0,03%); 208,50ppm (0,021%) dan 708,2ppm(0,071%). Informasi ini dibutuhkan sebagai acuan dalam penyusunan pakan percobaan dari 4 jenis TBHE. Pakan TBHE diujikan pada percobaan II : **Uji Kecernaan Pakan Tepung Bulu Hidrolisat Enzimatik** pada itik dan diperoleh kecernaan protein pakan basal, Basal, Pre-G1, Pre-G2, Post-G1, Post-G2 berturut turut (%): 83.66<sup>a</sup> ; 82,83<sup>c</sup> ; 83,13<sup>bc</sup> ; 83,09<sup>bc</sup> ; 83.33<sup>ab</sup>. Daya cerna asam amino bersulfur methionin berturut turut adalah (%) : Basal: 83,82 ± 3.5<sup>bc</sup>; Pre-G1: 90.20 ± 1.14<sup>a</sup>; Pre-G2: 89.74 ± 3.5<sup>a</sup>; Post-G1: 87 ± 2.85<sup>ab</sup>; Post-G2: 81.19 ± 2.04<sup>c</sup>. Daya cerna asam amino treonin tertinggi terdapat pada perlakuan Pre-G1, Pre-G2, Post-G1, Post-G2 masing masing 84,81<sup>a</sup> ; 84,57<sup>a</sup> ; 82,22<sup>a</sup> dan 79,98<sup>c</sup>. Dari hasil pengukuran daya cerna penggunaan 5% TBHE dalam pakan tidak nyata meningkatkan Nilai energi metabolis semu terkoreksi N . Nilai EMSn TBHE pakan Basal, Pre-G1, Pre-G2, Post-G1, Post-G2 berturut turut : 3248,6 kkal/kg; 3270,5 kkal/kg, 3270,4 kkal/kg; 3271,1 kkal/kg dan 3271,2 kkal/kg. Sedangkan nilai EMS pada uji kecernaan nyata lebih tinggi pada pakan yang mengandung 5% TBHE . Nilai energi metabolis semu untuk ke 5 jenis pakan yaitu Basal, Pre-G1, Pre-G2, Post-G1, Post-G2 masing masing 3257,5<sup>b</sup> kkal/kg; 3280,9<sup>a</sup> kkal/kg; 3281,1<sup>a</sup> kkal/kg; dan 3281,4<sup>a</sup> kkal/kg, 3281.1<sup>a</sup> kkal/kg.

Hasil pengukuran daya cerna 5% tepung bulu jika dikonversikan menjadi 100% maka diperoleh nilai energi metabolis semu terkoreksi N (EMSn) tepung bulu Pre-G1: 3685,69kkal/kg(15,48 Mj/kg) dan Pre-G2 dan 3685,32kkal/kg (15,48 Mj/kg), sedangkan energi metabolis semu TBHE Post-G1: 3698,72 kkal/kg (15,48 Mj/kg) dan Post-G2: 3701,36 kkal/kg (15,49 Mj/kg). Nilai ini tidak jauh berbeda dengan nilai EMS yang dilaporkan Considine (2000) yaitu 15,64 Mj/kg (3723,36 kkal/kg). Enzim yang sama dalam penelitian Considine: allzyme FD digunakan



dalam penelitian ini. Pacheco *et al.*, (2016) melaporkan bahwa energi metabolis pakan yang mengandung tepung bulu hidrolisat yang diolah menggunakan enzim allzyme FD : 3560 Kkal/kg, sedangkan tepung bulu yang diolah tanpa enzim : 3.506 Kkal/kg. Nilai energi metabolis tepung bulu pada penelitian Pacheco *et al.*, (2016) lebih rendah (3560 Kkal/kg) daripada nilai energi metabolis tepung bulu hidrolisat enzimatik allzyme FD dalam penelitian ini Pre-G1:3685,69 kkal/kg(15,48 Mj/kg) dan Pre-G2: 3685,32kkal/kg (15,48 Mj/kg), sedangkan EMS TBHE Post-G1: 3698,72 kkal/kg (15,48 Mj/kg) dan Post-G2: 3701,36 kkal/kg (15.49 Mj/kg). Perbedaan nilai EMS hasil penelitian Considine (2000), Pacheco *et al* (2016) dengan EMS hasil penelitian ini disebabkan oleh perbedaan jenis hewan yang digunakan dalam mengukur daya cerna, meskipun ke-3 penelitian ini sama sama menggunakan enzim allzyme FD. Dalam mengukur daya cerna TBHE, Considine (2000) menggunakan ayam pedaging, Pacheco (2016) menggunakan anjing, dan pengukuran daya cerna pada penelitian ini menggunakan itik Bali.

Beberapa pertimbangan digunakan untuk memilih 2 dari 4 jenis TBHE Hasil penelitian uji daya cerna untuk digunakan pada percobaan 3 : **Uji Pertumbuhan**, dan percobaan 4 : **Pengukuran Jumlah Protruding Pinfeather dan Non Protruding Pinfeather yang Tertinggal Pada Karkas Itik.**

Pertimbangan tersebut antara lain pada kandungan protein kasar (%) tertinggi TBHE post-grinding Post-G1, Post-G2 berturut – turut 91,03; 90,11, dengan daya cerna masing masing 83,09<sup>bc</sup> dan 83,33<sup>ab</sup>. Kandungan asam amino bersulfur : methionin TBHE pre-grinding Pre-G1, Pre-G2 masing masing (%):0,40; 0,59 dan dan kandungan asam amino bersulfur sistin untuk post-grinding Post-G1 tidak terdeteksi dan Post-G2: 2,23%, sedangkan daya cerna asam amino bersulfur methionin Pre-G1: 87<sup>ab</sup> dan Pre-G2: 81.19c, threonin PreG1: 82,226<sup>a</sup> Pre-G2: 79,98<sup>c</sup>. Nilai EMSn post-grinding Post-G1 3271,1 kkal/kg dan Post-G2: 3271,2



kkal/kg dan EMS TBHE pakan post-grinding Post-G1 dan Post-G2 berturut turut: dan 3281,4<sup>a</sup> kkal/kg, 3281,1<sup>a</sup> kkal/kg. Pertimbangan lainnya dalam memilih TBHE Post-grinding adalah proses pembuatan yang lebih mudah diaplikasikan dan kemudahan dalam proses penggilingan serta efisien dalam penggunaan waktu, tenaga dan biaya.

Hasil analisis variansi perlakuan penggunaan TBHE dalam pakan menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0.01$ ) terhadap konsumsi pakan, PBB, bobot badan akhir, konversi pakan, bobot karkas dan persentase karkas. Hasil uji lanjut menggunakan DMRT menunjukkan bahwa pakan yang mengandung 5% TBHE menunjukkan pertambahan bobot badan itik yang mengkonsumsi pakan Post-G2 yang mengandung TBHE Post-G2 lebih tinggi (1428,5<sup>a</sup>) dibanding itik yang mengkonsumsi pakan Post-G1 (1398,61<sup>b</sup>) dan itik yang mengkonsumsi pakan basal Basal: 1195,33<sup>c</sup>. Bobot badan tertinggi terlihat pada itik yang mengkonsumsi pakan Post-G2: 1483,2<sup>a</sup> diikuti dengan pakan Post-G1: 1454,0<sup>b</sup> dan pakan Basal: 1249,8<sup>c</sup>. Walaupun konsumsi pakan pada perlakuan Post-G2 lebih rendah (6542,42 g/ekor) dibanding Post-G1: 6661,96 g/ekor) namun menunjukkan bobot badan akhir lebih baik : 1483,2 $\pm$ 26,59<sup>a</sup> dibandingkan dengan pakan percobaan Post-G1: 1454 $\pm$ 22,58<sup>b</sup>. Uji beda jarak berganda Duncan menunjukkan konversi pakan terbaik terdapat pada pakan Post-G2: 4,6 diikuti oleh perlakuan pakan Post-G1: 4,8. Efisiennya penggunaan pakan dalam meningkatkan bobot badan itik disebabkan terpenuhinya kebutuhan nutrisi dari pakan yang dikonsumsi oleh itik, sedangkan bobot karkas itik yang mendapat perlakuan pakan Post-G1: 841,4<sup>a</sup> dan Post-G2: 860,5<sup>a</sup> secara statistik tidak berbeda. Penggunaan TBHE Post-G1 dan Post-G2 dalam pakan berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) meningkatkan bobot karkas. Uji beda jarak berganda Duncan menunjukkan persentase karkas itik yang mengkonsumsi



pakan yang mengandung tepung bulu hidrolisat enzimatik Post-G1 sama dengan itik yang mengkonsumsi pakan Post-G2. Bobot badan akhir yang tinggi pada perlakuan Post-G1 dan Post-G2 menghasilkan persentase karkas yang tinggi pula. Persentase karkas itik bali yang mengkonsumsi pakan basal, Post-G1 dan Post-G2 berturut turut : 56.9% ; 57,9% dan 58.0%

Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap jumlah PPF dan NPPF yang tertinggal pada karkas Itik menunjukkan bahwa perlakuan pakan itik yang mengandung 5% tepung bulu ayam hidrolisat enzimatik Post-G1 dan Post-G2 memberikan perbedaan sangat nyata ( $P < 0.01$ ) terhadap bobot hidup, bobot bulu, persentase bulu , PPF dan NPPF yang tertinggal pada karkas itik umur 7, 8, 9 dan 10 minggu namun tidak memberikan perbedaan nyata terhadap persentase bulu umur 10 minggu. Uji beda jarak berganda Duncan menunjukkan tepung bulu hidrolisat enzimatik yang mengandung 0.01% dan 0,02% enzim allzyme Fd menghasilkan bobot bulu dan persentase bulu itik Bali lebih tinggi dibandingkan kontrol. Jumlah protruding pin feather yang tertinggal pada karkas itik Bali pada setiap umur pemotongan (7–10 minggu) mencerminkan kecepataannya berkurangnya jumlah protruding pin feather.

Dalam penelitian ini belum ada hasil penelitian sebelumnya dengan parameter yang sama yang dapat digunakan sebagai bahan perbandingan.

Metode pengukuran yang digunakan untuk mengukur jumlah PPF dan NPPF didasarkan pada pengertian istilah protruding pin feather dan non protruding pin feather yang tertinggal pada karkas, dan irisan komersial potongan karkas berdasarkan saluran bulu yang terdapat pada karkas digunakan untuk memudahkan pengukuran jumlah PPF dan NPPF.

Meskipun jumlah PPF dan NPPF yang tertinggal pada karkas itik dalam penelitian ini tidak bisa digolongkan dalam mutu kelas karkas unggas, namun usaha penambahan TBHE sebanyak 5% kedalam pakan terbukti mengurangi



jumlah PPF dan NPPF yang tertinggal pada karkas itik. Pengukuran kecepatan berkurangnya PPF dan NPPF pada itik lokal (itik Bali) dalam penelitian ini secara visual tampak jelas pada tingkat kebersihan karkas yang diperoleh dari itik yang bulunya berwarna gelap dan dari jumlah PPF dan NPPF yang tertinggal pada karkas. Tiga tahun sebelumnya Putra *et al* (2015) melakukan pengamatan terhadap penampilan fisik karkas dari itik hasil persilangan namun masih menyisakan banyak bulu jarum pada karkas. Sedangkan dalam penelitian ini itik yang digunakan adalah itik lokal (itik Bali) yang bukan merupakan itik hasil persilangan sehingga tidak ada efek heterosis akibat persilangan yang berpengaruh terhadap berat bulu, persentase bulu dan jumlah protruding pinfrather dan non protruding pin feather dalam penelitian ini. Warna bulu itik bali dalam penelitian ini cenderung berwarna coklat hingga kehitaman maka pengamatan secara visual menghasilkan tingkat kebersihan karkas secara visual berbeda dengan yang digambarkan Putra *et al* (2015). Namun tingkat kebersihan karkas dalam penelitian ini didukung oleh data akurat dan ilmiah menggunakan parameter jumlah PPF dan NPPF yang tertinggal pada karkas itik.

Dalam penelitian ini asupan nutrisi TBHE digunakan untuk menunjang pertumbuhan bulu. Hasil penelitian yang diperoleh dari ke-4 percobaan menjawab semua hipotesis bahwa penggunaan TBHE allzyme FD meningkatkan kandungan nutrisi tepung bulu berdasarkan hasil analisa laboratorium, meningkatkan pencernaan protein, pencernaan asam amino metionin, lisin, treonin, dan EMS serta berpotensi memacu pertumbuhan bulu berdasarkan berat bulu, persentase bulu dan jumlah protruding pinfeather dan non protruding pinfeather yang tertinggal pada karkas, itik umur 7,8,9, dan 10 minggu. Penambahan TBHE sebanyak 5% kedalam pakan terbukti mengurangi jumlah PPF dan NPPF yang tertinggal pada karkas itik dan berpotensi memberikan penampilan karkas yang lebih baik.