

**FERMENTASI TEPUNG BULU AYAM DENGAN *Bacillus licheniformis* B2560
UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS BAHAN BAKU PAKAN IKAN**

***Fermentation Chicken Feather Meal of Bacillus licheniformis B2560 Forimproving the
Quality of Raw Fish Feed***

Dini Siswani Mulia, Yesi Nartanti, Heri Maryanto, Cahyono Purbomartono

P. Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jl. Raya Dukuh Waluh PO BOX 202 Purwokerto 53182 Tel. 0281-636751, Fax. 0281-637239
E-mail: diniswanimulia@ump.ac.id, dsiswanimulia@yahoo.com

Abstract - The purpose of this study is to examine fermentation of chicken feather meal with *Bacillus licheniformis* B2560 to improve the quality of fish feed ingredients. The study was conducted using an experimental method to completely randomized design (CRD) 4 treatments, 3 replications, ie P0 = non-fermented ; P1 = 5 ml inoculum fermentation with *B. licheniformis* B2560 ; P2 = 10 ml inoculum fermentation with *B. licheniformis* B2560 ; and P3 = 15 ml inoculum fermentation with *B. licheniformis* B2560, respectively for chicken feather meal as much as 2 g .Parameters measured were the levels of protein and organoleptic parameters that support, in the form of the physical properties of chicken feather meal, include color, texture, and smell. Data were analyzed using a protein content analysis of variance (ANOVA) with a confidence level of 95 %, followed by Duncans Multiple Range Test Test (DMRT) with a confidence level of 95 % , while for the data results of the organoleptic qualitatively analyzed descriptively. The results showed that the P0 treatment was significantly different ($P < 0.05$) with P1, P2, and P3, and between treatments P1, P2, and P3 respectively were significantly different ($P < 0.05$). The treatment gives the best results is the treatment that P1 has the highest protein content of 84.08 % with a change in the physical properties of white -yellow (color), soft (texture), and less typical sting (smell).

Keywords : *Bacillus licheniformis* B2560, fermentation, the quality of raw materials, chicken feather meal, Fish feed

PENDAHULUAN

Pakan ikan merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan budidaya ikan sehingga perlu diperhatikan ketersediaannya, baik secara kualitas maupun kuantitas. Dalam budidaya ikan, biaya pakan mencapai sekitar 60-70 % dari keseluruhan biaya produksi (Erfantoet *et al.*, 2013). Padahal dari tahun ke tahun, harga pakan cenderung naik. Hal ini disebabkan karena sebagian besar bahan baku berupa tepung ikan masih diimpor dari luar negeri. Sementara itu, harga jual ikan kepada konsumen cenderung stabil. Keadaan ini menyebabkan petani ikan selalu merugi. Untuk mengantisipasi permasalahan tersebut perlu dicari alternatif bahan baku pakan ikan yang memiliki kualitas gizi yang tidak kalah dengan tepung ikan, tetapi harganya terjangkau atau bahkan memanfaatkan limbah.

Salah satu alternatif pemanfaatan limbah yang masih memiliki kadar protein tinggi adalah bulu ayam. Di daerah Banyumas dan sekitarnya, banyak bermunculan usaha rumah pemotongan ayam (RPA) dikarenakan permintaan konsumen terhadap daging ayam juga meningkat. Setiap harinya, limbah bulu ayam dihasilkan dari setiap rumah pemotongan ayam, yaitu sekitar 4-5% bulu ayam dari bobot hidup ayam pedaging (Sa'adah *et al.*, 2013).

Limbah bulu ayam telah dimanfaatkan sebagai pupuk dan kemoceng (Abubakar *et al.*, 2000). Pemanfaatan yang lain, sebagai alternatif pakan ternak (Supriyati *et al.*, 2000), hal ini dikarenakan kandungan proteinnya yang tinggi, mencapai 74,4-91,8% dari bahan kering (Puastuti, 2004). Hasil penelitian lain, bulu ayam yang belum diolah memiliki kadar protein kasar sebesar 98,68% (Supriyati *et*



al., 2000). Namun, protein bulu ayam merupakan jenis protein yang sulit dicerna, karena tergolong jenis protein keratin (Joshi et al., 2007). Keratin merupakan produk pengerasan jaringan epidermal tubuh seperti kuku, rambut, dan bulu yang tersusun atas protein serat (*fibrous*) yang kaya akan sistein dan sistin (Sinoy et al., 2011). Di samping itu, keratin tersusun atas 14% ikatan disulfida sehingga menjadi sangat stabil, kaku, dan tidak dapat dicerna dengan baik oleh enzim proteolitik seperti tripsin, pepsin, dan papain yang terdapat dalam organ pencernaan (Brandelli, 2008; Mazotto et al., 2011). Daya cerna protein keratin bulu ayam dalam organ pencernaan hewan ruminansia hanya sebesar 5,8% (Achmad, 2001). Rendahnya daya cerna protein tersebut menjadi satu kendala untuk menjadikan bulu ayam sebagai sumber protein pakan ikan. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kualitas tepung bulu ayam sebagai bahan baku pakan ikan, terlebih dahulu tepung bulu ayam harus difermentasi.

Mikroorganisme pendegradasi keratin di antaranya adalah jenis bakteri *Bacillus* sp. (Tiwary & Gupta, 2012). Salah satu *Bacillus* sp. yang potensial dalam mendegradasi keratin bulu ayam adalah *Bacillus licheniformis* (Zerdani et al., 2004). Bakteri *B. licheniformis* pernah digunakan dalam fermentasi untuk memecah keratin bulu ayam pada konsentrasi inokulum sebesar $6,5 \times 10^9$ koloni/ml dengan jumlah inokulum sebesar 10 ml. Hasilnya menunjukkan bahwa setelah fermentasi, kadar protein kasar bulu ayam meningkat dari 95,17% menjadi 97,12% atau meningkat sebesar 2,95% (Desi, 2002). Penelitian lain dilakukan Tiwary & Gupta (2012) yang menggunakan *B. licheniformis* ER-15 untuk mendegradasi bulu ayam. Hasil penelitian menunjukkan terjadinya kenaikan protein dari 57,8%

menjadi 73,4%. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, diduga penggunaan jenis bakteri dan jumlah inokulum yang digunakan dalam fermentasi masih perlu diteliti lagi sehingga dapat diperoleh peningkatan kadar protein yang optimum. Selain itu, perlu dilakukan penelitian untuk membandingkan potensi mikroorganisme yang digunakan dalam fermentasi terkait kemampuan dalam mendegradasi keratin bulu ayam. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan bakteri *B. licheniformis* B2560 dan membandingkan jumlah inokulumnya untuk meningkatkan kualitas tepung bulu ayam sebagai bahan baku pakan ikan. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji fermentasi dengan *Bacillus licheniformis* B2560 untuk meningkatkan kualitas bahan baku pakan ikan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biokimia dan Mikrobiologi, Universitas Muhammadiyah Purwokerto dan Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Universitas Jendral Soedarmas. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan Juni 2013.

Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi mesin penggilingan, wadah plastik, ember, kantong plastik, cawan petri, jarum ose, drugalsky, bunsen, sprayer, pH meter, Laminar Air Flow (LAF), autoklaf, inkubator, timbangan analitik, tabung reaksi, glass ukur, filler pump, tabung reaksi, mikropipet, hot plate, vortex, erlenmeyer, alat destilasi, dan mikro Kjeldahl.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bahan uji dan bahan kimia. Bahan uji yang digunakan adalah bulu ayam yang diperoleh dari



limbah Rumah Pemotongan Ayam (RPA) Citra, di Desa Dampit, Kembaran, Banyumas dan bakteri *B. licheniformis* B2560, yang diperoleh dari Balai Besar Penelitian Veteriner Bogor. Bahan kimia yang digunakan, meliputi media *Nutrient Agar* (NA), *Nutrient Broth* (NB), *Brain Heart Infusion* (BHI), *Luria Broth Agar* (LBA), peptone water, aquadest, alkohol, dan larutan NaCl 0,1 M.

Rancangan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Tepung bulu ayam yang digunakan masing-masing sebanyak 2 g. Perlakuannya, antara lain P0 : non fermentasi; P1: fermentasi dengan 5 ml inokulum *B. licheniformis* B2560; P2: fermentasi dengan 10 ml inokulum *B. licheniformis* B2560; dan P3: fermentasi dengan 15 ml inokulum *B. licheniformis* B2560.

Prosedur Penelitian

1. Pembuatan Inokulum *B. licheniformis* B2560

Pembuatan inokulum dilakukan dalam media NA. *B. licheniformis* digoreskan dalam media NA yang dibuat miring pada tabung reaksi dan dibiarkan tumbuh pada suhu kamar selama 48 jam. Sebanyak 10 ml NB dimasukkan ke dalam tabung biakan bakteri *B. licheniformis* sehingga diperoleh suspensi sel bakteri yang disebut dengan inokulum (Desi, 2002).

2. Perbanyak Biakan Bakteri *B. licheniformis* B2560

Perbanyak *B. licheniformis* dilakukan dengan menginokulasi biakan pada media NA dan dibiarkan selama 48 jam. Isolat dipindahkan ke dalam 10 ml media NB dan diinkubasi pada pH 8,0 dan suhu 45°C selama 5 hari. Kultur yang dihasilkan dipindahkan seluruhnya

ke dalam 90 ml media NB dan diinkubasi selama 48 jam. Seluruh kultur dipindahkan ke dalam 900 ml media NB dan diinkubasi kembali selama 48 jam. Hasil akhir dari proses ini diperoleh kultur bakteri *B. licheniformis* yang digunakan untuk proses fermentasi (Desi, 2002).

3. Menghitung Konsentrasi *B. licheniformis* B2560

Konsentrasi *B. licheniformis* dihitung dengan cara pengenceran. Sebanyak 1 ml kultur diencerkan dalam beberapa kali tingkat pengenceran. Pengenceran dilakukan dengan menggunakan larutan NaCl 0,1M steril. Pada tiga pengenceran terakhir yaitu 10^{-5} , 10^{-6} , dan 10^{-7} masing-masing diambil 1 ml dituangkan pada cawan petri steril. Medium NA ditambahkan ke dalam cawan petri dan dibiarkan selama 2x24 jam. Penghitungan jumlah koloni dilakukan dengan menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) (Desi, 2002).

4. Pembuatan Tepung Bulu Ayam

Pembuatan tepung bulu ayam dilakukan dengan cara bulu ayam dikumpulkan dan diambil dari RPA. Bulu ayam yang terkumpul dicuci hingga bersih dengan air mengalir. Hal tersebut dimaksudkan untuk memisahkan bulu ayam dari sisa-sisa darah maupun kotoran lainnya yang menempel. Bulu ayam yang sudah bersih dikeringkan pada sinar matahari hingga benar-benar kering. Bulu ayam yang sudah kering digiling menggunakan mesin giling. Hasil yang diperoleh dari penggilingan berupa tepung bulu ayam (Tarmizi, 2001).

5. Fermentasi Tepung Bulu Ayam

Proses fermentasi dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan sterilisasi tepung bulu ayam pada



121⁰C, 1kg/cm² selama 15 menit dengan tujuan untuk menghilangkan mikroorganismenya atau mencegah terjadinya kontaminasi oleh mikroorganismenya lain. Sebanyak 2 gram tepung bulu ayam dicampurkan dengan masing-masing inokulum *B. licheniformis* sebanyak 5 ml, 10 ml, dan 15 ml ke dalam Erlenmeyer pada pH 8,5 dan diinkubasi dalam inkubator pada suhu 55⁰C selama 72 jam. Hasil dari proses fermentasi diperoleh tepung bulu ayam yang disebut dengan hidrolisat bulu ayam (HBA) (Desi, 2002).

Parameter yang diamati dan Analisis Data

Parameter yang diamati adalah uji proksimat terhadap kadar protein kasar dan uji organoleptik pada bulu ayam tanpa fermentasi dan yang difermentasi, meliputi warna, tekstur, dan bau. Data berupa kadar protein dianalisis menggunakan Analisis of

Varians (ANOVA) dan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) dengan tingkat kepercayaan 95%, sedangkan untuk data hasil organoleptik dianalisis secara deskriptif kualitatif.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kualitas bahan baku pakan ikan yang baik ditandai dengan tingginya kadar protein yang terkandung dalam bahan baku tersebut. Tepung bulu ayam berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan baku pakan ikan, mengingat kandungan proteinnya yang tinggi. Fermentasi dengan *B. licheniformis* B2560 dapat mendegradasi keratin, sehingga protein dapat dicerna oleh ikan dan kadar proteinnya pun meningkat dibandingkan sebelum fermentasi. Hasil uji proksimat terhadap kandungan protein tepung bulu ayam tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar Protein Kasar (%) Tepung Bulu Ayam

No.	Perlakuan	Kadar Protein (%)			Rata-rata ± Standar Deviasi (%)
		U1	U2	U3	
1.	P ₀	73,88	73,24	73,56	73,56 ± 0,32 ^a
2.	P ₁	84,84	83,31	84,09	84,08 ± 0,77 ^b
3.	P ₂	82,32	82,78	82,55	82,55 ± 0,23 ^c
4.	P ₃	78,37	78,66	78,53	78,52 ± 0,14 ^d

Keterangan: huruf superscript yang berbedamenunjukkan hasil yang berbeda nyata (P<0,05) pada taraf uji 5%

P₀ : non fermentasi

P₁ : fermentasi dengan 5 ml inokulum *B. licheniformis* B2560

P₂ : fermentasi dengan 10 ml inokulum *B. licheniformis* B2560

P₃ : fermentasi dengan 15 ml inokulum *B. licheniformis* B2560

Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi tepung bulu ayam menggunakan *B. licheniformis* B2560 mampu meningkatkan kadar protein. Kadar protein perlakuan P₀ sebesar 73,56% meningkat setelah difermentasi menjadi 84,08% pada perlakuan P₁, 82,55% pada perlakuan P₂, dan 78,52% pada perlakuan P₃. Perbedaan kadar protein pada tepung

bulu ayam yang tidak difermentasi dan yang difermentasi terjadi sebagai akibat aktivitas keratinase dari *B. licheniformis* B2560. *B. licheniformis* mampu memproduksi enzim keratinase dalam jumlah yang tinggi (Brandelli, 2008). Keratinase memiliki kemampuan yang sangat baik dalam menurunkan kadar keratin melalui perombakan struktur jaringan kimia



dinding sel, pemutusan ikatan hydrogen, dan ikatan disulfida penyusun keratin. Ikatan disulfida antar asam amino sistein menyebabkan protein bulu ayam sulit dicerna oleh enzim proteolitik dalam saluran pencernaan sehingga ikatan disulfida harus dilepaskan melalui hidrolisis oleh mikroba (Rodriguez *et al.*, 2009). Aktivitas keratinase selama proses hidrolisis tepung bulu ayam akan memecah keratin menjadi pepton dan memutus ikatan S-S pada sistin menjadi sistein (Sonjaya, 2001). Hal tersebut menyebabkan ikatan-ikatan antar asam amino pada keratin penyusun bulu ayam terputus sehingga mempermudah penetrasi enzim dan meningkatkan fraksi protein.

Peningkatan kadar protein tertinggi dihasilkan oleh P₁, selanjutnya perlakuan P₂, dan terendah pada perlakuan P₃. Perbedaan kadar protein pada masing-masing perlakuan diduga karena pengaruh konsentrasi enzim yang dihasilkan oleh bakteri *B. licheniformis* B2560. Kerja enzim salah satunya dipengaruhi oleh konsentrasi enzim (Williams & Wilson, 2005). Perlakuan dengan konsentrasi inokulum 5 ml menghasilkan kadar protein tertinggi sebesar 84,08%. Hal tersebut diduga karena konsentrasi enzim pada perlakuan B₁ merupakan kondisi yang optimum bagi metabolisme *B. licheniformis* B2560. Kondisi tersebut dapat diartikan bahwa antara jumlah inokulum *B. licheniformis* B2560 dan enzim yang dihasilkan dengan banyaknya substrat yang tersedia dalam keadaan sebanding sehingga mampu mendegradasi keratin secara optimal dan menghasilkan protein kasar tertinggi. Perlakuan P₂ dan P₃ menghasilkan kadar protein kasar yang lebih rendah dibandingkan dengan P₁. Hal tersebut diduga karena pada inokulum 10 dan 15 ml, substrat yang digunakan sebagai sumber energi telah sepenuhnya didegradasi menjadi asam-asam amino dan

peptida. Substrat yang telah diuraikan menjadi asam-asam amino dan peptida tersebut lebih cepat digunakan oleh bakteri untuk aktivitas hidupnya sehingga kadar protein yang terdeteksi pada akhir fermentasi jumlahnya menurun. Pengaruh perbedaan volume inokulum terhadap kadar protein dilaporkan Kumalasari (2012) yang menyatakan bahwa kadar protein menurun dengan semakin banyaknya penambahan inokulum pada fermentasi tempe. Proses fermentasi juga menyebabkan perubahan secara fisik pada tepung bulu ayam, antara lain warna, tekstur, dan bau (aroma).

Warna tepung bulu ayam berubah menjadi lebih gelap dengan semakin banyaknya inokulum yang digunakan dalam fermentasi. Perubahan warna tepung bulu ayam diduga sebagai akibat terjadinya *browning* (reaksi pencoklatan). Reaksi pencoklatan yang terjadi termasuk dalam jenis pencoklatan enzimatik. Pencoklatan enzimatik terjadi karena aktifitas bakteri *B. licheniformis* B2560 selama proses fermentasi. Bakteri-bakteri yang bekerja selama fermentasi menghasilkan enzim yang dapat mengkatalisis oksidasi dalam proses pencoklatan (Winarno, 2002). Berkaitan dengan hal tersebut, semakin besar inokulum yang digunakan dalam fermentasi akan meningkatkan konsentrasi enzim yang ada di dalamnya. Konsentrasi enzim yang tinggi akan meningkatkan proses katalisis oksidasi oleh enzim tersebut.

Tekstur tepung bulu ayam yang tidak difermentasi menggunakan *B. licheniformis* B2560 memiliki tekstur yang liat, yaitu keras dan susah dihaluskan. Menurut Tarmizi (2001), bulu ayam merupakan salah satu produk pengerasan jaringan epidermal tubuh yang bersifat keras dan kaku. Tepung bulu ayam yang telah difermentasi memiliki tekstur yang berbeda dengan tepung bulu



ayam yang tidak difermentasi, yaitu bertekstur lembut untuk perlakuan P₁ dan P₂ serta tekstur lembut dan remah untuk perlakuan P₃. Fermentasi menyebabkan perubahan sifat bahan pakan termasuk tekstur sebagai akibat dari pemecahan kandungan bahan pangan oleh mikroorganisme yang berada di dalamnya. Proses fermentasi cenderung menyebabkan tekstur bahan menjadi lembut. Adanya aktivitas enzim akan memecah ikatan yang ada pada protein, lipid maupun amilase. Terurainya komponen-komponen tersebut membuat tekstur menjadi halus dan remah (Deliani, 2008).

Bautepung bulu ayam yang tidak difermentasi khas seperti bulu ayam yang telah kering (amis) sedangkan tepung bulu ayam yang telah difermentasi berbau khas yang menyengat. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak inokulum yang digunakan dalam fermentasi menghasilkan bau menyengat yang lebih tinggi. Hal tersebut diduga disebabkan karena pengaruh kadar NH₃ (amoniak) yang dihasilkan selama proses fermentasi. Deliani (2008) menyatakan bahwa proses degradasi protein dapat menghasilkan antara lain polipeptida asam amino, pepton, unsur N, dan komponen yang dapat menimbulkan bau busuk seperti NH₃. Proses hidrolisis berpengaruh terhadap meningkatnya kadar NH₃ (amoniak) (Puastuti, 2004). Kadar NH₃ merupakan petunjuk adanya degradasi protein oleh mikroba. Pada waktu proses fermentasi berlangsung terjadi perubahan asam amino, lemak, karbohidrat, vitamin, mineral, pH, kelembaban, dan juga aroma dalam bahan. Timbulnya aroma atau bau disebabkan karena zat bau yang dihasilkan setelah fermentasi bersifat volatil (mudah menguap) sehingga menimbulkan aroma khas pada bahan (Sonjaya, 2001).

SIMPULAN, SARAN, DAN REKOMENDASI

Simpulan dari penelitian ini, yaitu (1) fermentasi menggunakan *B. licheniformis* B2560 dapat meningkatkan kualitas bahan baku pakan ikan, yaitu meningkatnya kadar protein tepung bulu ayam. Kadar protein tertinggi pada perlakuan B₁ dengan kadar protein sebesar 84,08%; (2) fermentasi menggunakan *B. licheniformis* B2560 juga memberikan pengaruh terhadap perubahan sifat organoleptik tepung bulu ayam yang meliputi perubahan warna, tekstur, dan bau (aroma).

Saran dan rekomendasi yang diajukan antara lain (1) perlunya penelitian lanjutan mengenai tingkat daya cerna tepung bulu ayam setelah diproses melalui fermentasi menggunakan *B. licheniformis* B2560; (2) penelitian terkait proses biokimiawi selama fermentasi tepung bulu ayam dengan berbagai penambahan volume inokulum sehingga diperoleh perbandingan yang paling optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, Triyanti, H. Setyanto, Supriyati, Sugiarto, & M. Wahyudi. 2000. Survey potensi ketersediaan bulu ayam, cara pengolahan dan pemotongan ternak ayam di TPA. *Laporan Penelitian* T.A. 1999/2000. Balai Penelitian Ternak. Bogor.
- Achmad, W. 2001. Potensi limbah agroindustri sebagai pakan sapi perah. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Brandelli, A. 2008. Bacterial keratinases: useful enzymes for bioprocessing agroindustrial wastes and beyond. *Food Bioprocess Technol.* 1, 105-116.
- Deliani. 2008. Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar protein, lemak, komposisi asam lemak, dan asam fitat pada pembuatan tempe. *Tesis*. Medan: Sekolah Pasca Sarjana. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Desi, M. 2002. Aktivitas keratinase *Bacillus licheniformis* dalam memecah keratin bulu ayam. *Skripsi*. Fakultas



- Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Erfanto, F., J. Hutabarat, & E. Arini. 2013. Pengaruh substitusi silase ikan rucah dengan persentase yang berbeda pada pakan buatan terhadap efisiensi pakan, pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2(2): 26-36.
- Joshi. S. G., M. M. Tejashwini, N. Revati, R. Sridevi, & D. Roma. 2007. *Isolation, Identification and Characterization of Feather Degrading Bacterium*. Department of Biotechnology: India.
- Kumalasari, R. 2012. Pengaruh konsentrasi inokulum terhadap kualitas tempe kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) Var. Grobogan. *Tugas Akhir*. Fakultas Sains dan Matematika. Universitas Kristen satya Wacana. Salatiga.
- Mazotto, A. M., R. R. Coelho, S. M. Cedrola, M. F. De Lima, S. Couri, S. E. de Paraguai, & A. B. Vermelho. 2011. Keratinase production by three *Bacillus* spp. using feather meal and whole feather as substrate in a submerged Fermentation. *Research Article, Enzyme Research:Brazil*
- Puastuti, W., D. Yulistiani, & I. W. Mathius. 2004. Bulu ayam yang diproses secara kimia sebagai sumber protein *bypass* rumen. *JITV*. 9(2): 73-80
- Rodriguez, M. R., E. Valdivia, J. J. Soler, M. M. Vivaldi, A. M. Martin-Platero, & M. Martinez-Bueno. 2009. Symbiotic bacteria living in the hoopoe's uropygial gland prevent feather degradation. *The Journal of Experimental Biology*. 212, 3621-3626.
- Sa'adah, N., R. Hastuti, & N. B. A. Prasetya. 2013. Pengaruh asam formiat pada bulu ayam sebagai adsorben terhadap penurunan kadar larutan zat warna tekstil *remazon golden yellow RNL*. *Jurnal Kimia Universitas Diponegoro*. 1(1): 202-209
- Sonjaya, T. 2001. Nilai retensi nitrogen dan kandungan energi metabolis tepung bulu ayam yang mendapat perlakuan kimiawi, biologis, dan enzimatik. *Skripsi*. Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sinoy, T. C. P. Bhausaheb, & P. P. Rajendra. 2011. Isolation and identification of feather degradable microorganism. *VSRD-TNTJ*. 2 (3): 128-136.
- Supriyati, T. Purwadinata, & I. P. Kompiang. 2000. Produksi mikroba terseleksi pemecah keratin pada bulu ayam skala laboratorium. *Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner 2000*. Balai Penelitian Ternak. Bogor.
- Tarmizi, A. 2001. Evaluasi nilai nutrisi tepung bulu yang difermentasi dengan menggunakan *Bacillus licheniformis* pada ayam broiler. *Skripsi*. Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tiwary, E. & R. Gupta. 2012. Rapid conversion of chicken feather to feather meal using dimeric keratinase from *Bacillus licheniformis* ER-15. *J. Bioprocess Biotechniq*. 2:4.
- Williams, B. & K. Wilson. 2005. *Principles and Techniques of Biochemistry and Molecular Biology*. Sixth Edition. New York: Cambridge University Press.
- Winarno, F. G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Zerdani, I., M. Faid, & A. Malki. 2004. Feather wastes digestion by new isolated strains *Bacillus* sp. in marocco. *African J. Biotech*. 3(1): 67-70.

TANYA JAWAB

Penanya : Emi Kusumawati dari Universitas Negeri Malang

Pertanyaan :

- Berapa kg tepung bulu ayam yang dibutuhkan untuk mencukupi kebutuhan protein 1 ekor ikan/hari?
- Bulu ayam yang digunakan itu bulu ayam bagian yang mana? Apakah semua bagian mengandung protein yang sama?
- Jenis ayam apa yang digunakan dalam penelitian?

Jawab :

- Banyak pakan yang diberikan kepada ikan rata-rata yang disarankan adalah 5 % dari bobot tubuh ikan. Banyaknya bulu ayam atau tepung bulu ayam yang diberikan sebagai pakan tergantung dari bobot tubuh ikannya. Bisa juga, tepung bulu ayam diformulasikan dengan bahan baku pakan lainnya.
- Bulu ayam diambil dari semua bagian tubuh ayam tetapi tetap yang digunakan adalah bulunya bukan bagian tengah dari bulu ayam yang sangat keras.
- Jenis ayam yang digunakan adalah jenis ayam lehor

