

TESIS

**EVALUASI KOMBINASI METODE PROSES PADA
PENGOLAHAN LIMBAH BULU BROILER**

HAMRI



**ILMU DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

EVALUASI KOMBINASI METODE PROSES PADA PENGOLAHAN LIMBAH BULU BROILER

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar megister

Program Studi

Ilmu dan Teknologi Peternakan

Disusun dan Diajukan Oleh

HAMRI

Pada

**ILMU DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

TESIS**EVALUASI KOMBINASI BEBERAPA METODE PROSES PADA
PENGOLAHAN LIMBAH BULU BROILER**

Disusun dan Diajukan Oleh :

HAMRI**Nomor Pokok I012171025**

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis

Pada tanggal 13 Agustus 2021

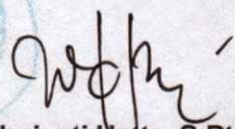
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasehat,


Prof. Dr. Ir. Muhammad Irfan Said, S.Pt.,MP.,IPM

Ketua


Dr. Wahniyati Hatta, S.Pt.,M.Si

Anggota

Ketua Program Studi
Ilmu dan Teknologi Peternakan


Prof. Dr. Ir. Ambo Ako M.Sc.,IPU

Dekan Fakultas Peternakan
Universitas Hasanuddin


Prof. Dr. Ir. Lellah Rahim, M.Sc.,IPU

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hamri
Nomor Mahasiswa : I012171025
Program Studi : Ilmu dan Teknologi Peternakan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.



Makassar, Juli 2021

Hamri

ABSTRAK

HAMRI. *Evaluasi kombinasi beberapa metode proses pada pengolahan limbah bulu broiler*. Dibimbing oleh MUHAMMAD IRFAN SAID dan WAHNIYATHI HATTA.

Limbah bulu broiler memiliki kandungan protein yang sangat tinggi, namun sulit tercerna oleh ternak khususnya ternak non ruminansia. Metode proses pengolahan pada limbah tersebut terkait dengan kuantitas maupun kualitas produk olahan limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi beberapa kombinasi metode yang digunakan pada pengolahan limbah bulu broiler. Penelitian ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap pola faktorial 4×3 dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah metode fermentasi (A1 = Fermentasi *Bacillus subtilis*, A2 = Autoklaf 21 psi + fermentasi *Bacillus subtilis*, A3 = NaOH 20% + fermentasi *Bacillus subtilis*, A4 = NaOH 20% + autoklaf 21 psi + fermentasi *Bacillus subtilis*); adapun faktor kedua adalah waktu fermentasi (B1 : 7, B2 : 14, B3 : 21 Hari). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode fermentasi (A1) menghasilkan rendemen lebih tinggi ($P < 0,05$) di bandingkan dengan perlakuan lainnya. Nilai serat kasar paling rendah juga dihasilkan pada metode fermentasi. Waktu fermentasi 21 hari menghasilkan serat kasar yang lebih rendah ($P < 0,01$) dibandingkan dengan waktu 7 dan 14 hari. Namun demikian, beberapa parameter kualitas lainnya (Kadar air, protein, lemak dan abu) tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap tepung bulu broiler, baik dari segi perbedaan kombinasi metode proses, waktu fermentasi maupun interaksinya. Dari hal tersebut sebaiknya metode yang digunakan untuk menghasilkan kuantitas dan kualitas yang baik dengan menggunakan proses fermentasi selama 21 hari.

Kata Kunci : Limbah, Bulu Broiler, Metode, Waktu, Interaksi.

ABSTRACT

HAMRI. *Evaluation of the combination of several process methods in the treatment of broiler feather waste.* Supervised by MUHAMMAD IRFAN SAID and WAHNIYATHI HATTA.

Broiler feather waste has a very high protein content, but is difficult to digest by livestock, especially non-ruminant livestock. The method of processing the waste is related to the quantity and quality of the processed waste products. This study aimed to evaluate several combinations of methods used in broiler feather waste treatment. This study was designed using a completely randomized design with a 4 x 3 factorial pattern with 3 replications. The first factor is the fermentation method (A1 =fermentation *Bacillus subtilis*, A2 = 21 psi autoclave + *Bacillus subtilis* fermentation, A3 = 20% NaOH + *Bacillus subtilis* fermentation, A4 = 20% NaOH + 21 psi autoclave + *Bacillus subtilis* fermentation); as for the second factor is the fermentation time (B1: 7, B2: 14. B3: 21d). The results showed that the fermentation method (A1) produced a higher yield ($P<0.05$) compared to other treatments. The lowest value of crude fiber is also produced in the fermentation method. Fermentation time of 21 days resulted in lower crude fiber ($P<0.01$) compared to 7 and 14 days. However, several other quality parameters (moisture, protein, fat and ash content) did not show a significant effect on broiler feather flour, both in terms of different combinations of process methods, fermentation time and interactions. From this, it is better to use the method used to produce good quantity and quality by using a fermentation process for 21 days.

Keywords: Waste, Broiler Feather, Method, Time, Interaction.

PRAKATA

Alhamdulillahirabbil ‘Alamain, segala puji hanya milik Allah Subhanahu Wata’ala atas segala nikmat dan kemudahan yang diberikan sehingga tesis ini dapat terselesai. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada nabi kita Muhammad Shallallahu Alaihi Wasallam, keluarga, sahabat, tabi’in, tabiut tabi’in dan orang – orang yang mengikuti jalan beliau hingga hari akhir.

Penulis dengan rendah hati mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan membimbing dalam proses penyelesaian tesis ini. Terkhusus kami mengucapkan syukuran jazakumullahu khairan kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Ir Muhammad Irfan said, S.Pt, MP, IPM** sebagai komisi pembimbing utama dan Ibu **Dr. Wahniyathi Hatta, S.Pt, M.Si** selaku komisi pembimbing anggota yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan dan memberikan nasihat serta motivasi dalam penyusunan tesis ini.
2. Bapak **Prof. Dr. Ir. Djoni Prawira Rahardja, M.Sc.**, Bapak **Prof. Dr. Ir. Herry Sonjaya, DEA,DES**, Ibu **Dr. Ir. Nahariah, S.Pt, MP, IPM** selaku Dosen Pembahas, serta Bapak **Prof. Dr. Ir. Ambo Ako, M.Sc, IPU** selaku Ketua Program Studi S2 Peternakan yang bersedia meluangkan waktu dan memberikan saran-saran untuk perbaikan tesis kedepannya.
3. **Prof. Dr. Ir. Lellah Rahim, M.Sc** Selaku Dekan Fakultas Peternakan, **Prof. Ir. Muhammad Yusuf, S.Pt., Ph.D., IPU** Selaku Wakil Dekan I,

Prof. Dr. Ir. Sitti Nurani Sirajuddin, S.Pt., M.Si. selaku Wakil Dekan II dan **Prof. Dr. Ir. Jasmal A. Syamsu, M.Si., IPU, ASEAN Eng** selaku Wakil Dekan III beserta seluruh dosen dalam lingkup fakultas peternakan yang telah memberikan, motivasi, pentunjuk serta ilmu kepada Penulis.

4. Kedua orang tua, kedua mertua, istri, saudara-saudara penulis atas segala doa, motivasi, teladan, pengetahuan dan dukungan penuh kasih sayang terbesar dan selamanya kepada penulis.
5. Kepada Keluarga Besar LDM An Nahl, Solandeven 011, teman kelas ITP angkatan 2017 dan kepada Keluarga Besar Lingkaran Dakwah Mahasiswa Indonesia (LIDMI).

Penulis menyadari bahwa penyusunan tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, karena itu penulis memohon saran untuk memperbaiki kekurangan tersebut. Saran dan kritik yang membangun dari pembaca akan membantu kesempurnaan dan kemajuan ilmu pengetahuan. Semoga tesis ini bermanfaat bagi pembaca terutama bagi pribadi penulis. Aamiin.

Makassar, Agustus 2021

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	v
ABSTRAK.....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Kegunaan Penelitian.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Gambaran Umum Ayam.....	5
B. Gambaran Umum Limbah.....	8
C. Bulu Ayam.....	9
D. Pengolahan Limbah Bulu Ayam.....	15
E. Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i>	19
F. Kerangka Pikir.....	22
G. Hipotesis.....	23
BAB III. Metodologi Penelitian.....	24
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
B. Materi Penelitian.....	24
C. Rancangan Penelitian.....	24
D. Prosedur Penelitian.....	25
E. Pengujian Parameter.....	27
F. Analisis Data.....	27
BAB IV. Hasil dan Pembahasan.....	28

A. Rendemen.....	28
B. Kadar Air.....	29
C. Kadar Protein Kasar.....	30
D. Kadar Lemak.....	32
E. Kadar Serat Kasar.....	33
F. Kadar Abu.....	34
BAB V. Kesimpulan dan Saran.....	36
Daftar Pustaka.....	37
Lampiran.....	41

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Kandungan Nutrisi Tepung Bulu Ayam.....	14
2. Karakteristik bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	20
3. Rataan rendemen.....	28
4. Rataan kandungan kadar air.....	28
5. Rataan kandungan kadar protein.....	30
6. Rataan kandungan kadar lemak.....	32
7. Rataan kandungan serat kasar.....	33
8. Rataan kandungan abu.....	34

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1.	Bulu Ayam.....	10
2.	Morfologi Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	20
3.	Kerangka Pikir.....	22
4.	Diagram alir proses pembuatan tepung bulu ayam broiler	26

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Limbah ternak merupakan salah satu permasalahan yang sering timbul pada peternakan di Indonesia, baik limbah pada ternak sapi, kambing maupun ternak ayam. Hal ini menjadi tantangan yang perlu dicarikan solusi yang tepat. Salah satu contohnya adalah limbah bulu dari industri pemotongan ayam broiler. Limbah ini merupakan salah limbah yang produksinya cukup besar.

Berdasarkan data statistik, menunjukkan bahwa produksi daging ayam broiler di Indonesia tahun 2018 sebanyak 2.144.013 ton (Anonim, 2018). Data tersebut jika diasumsikan bahwa setiap ayam broiler yang disembelih memiliki berat hidup 1,5 Kg per ekor, maka dapat dihasilkan jumlah pemotongan ayam broiler di tahun 2018 mencapai 1.429.324.000 ekor. Berdasarkan hasil penelitian Saadah, dkk. (2013) menunjukkan bahwa dari setiap ayam broiler yang disembelih diperoleh kurang lebih 4-5% limbah bulu. Berdasarkan data tersebut berarti bahwa jumlah bulu yang dihasilkan dari total pemotongan ayam broiler sebanyak $(4,5\% \times 1.429.324.000 = 64.319.580 \text{ kg}/64.319,5 \text{ ton/thn})$.

Dari beberapa hasil penelitian, diperoleh hasil bahwa limbah bulu ayam dapat diproduksi menjadi bahan pakan ternak. Bulu memiliki protein yang tinggi yaitu berkisar 80-90% (Endah, 2015). Bulu tersusun atas sebagian besar protein keratin. Keratin adalah protein struktural yang tidak

larut dalam air, memiliki jaringan epidermal dan mengalami pengerasan sehingga sulit di cerna oleh ternak (Ghusterova *et al.*, 2005). Selain itu, keratin juga tersusun atas 8% ikatan disulfida (S-S) yang merupakan penghambat enzim proteolitik (Krystyna dan Janisz, 2007).

Daya cerna yang rendah pada bulu ayam dapat di atasi melalui proses pengolahan limbah bulu. Proses pengolahan pada limbah bulu yang selama ini dikenal ada 3 yakni metode fisik, kimia dan enzimatis. Hasil penelitian Endah (2015) telah menerapkan metode fisik dan kimia dalam mengolah tepung bulu. Selain itu Williams *et al.*, (1991) telah mengolah tepung bulu dengan menggunakan jamur *Cunninghamella*. Penelitian lain telah dilakukan oleh Said, dkk. (2017) dengan menerapkan menggunakan metode fermentasi secara kimiawi menggunakan HCl dan NaOH. Dampak penerapan kombinasi antara metode fisik, kimiawi dan mikrobiologis pada karakteristik limbah bulu broiler belum banyak diketahui.

Salah satu permasalahan dalam penerapan bakteri *Bacillus subtilis* sebagai agen fermentasi dalam proses fermentasi limbah bulu broiler belum memiliki efektifitas dan aktivitas yang maksimal, sehingga masih dibutuhkan adanya kombinasi proses lain. Penerapan kombinasi proses fermentasi menggunakan mikroba sebagai agen fermentasi dengan metode proses fisik dan kimiawi belum banyak dilaporkan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Penerapan metode proses fermentasi serta waktu proses fermentasi berbeda pada limbah bulu broiler menentukan karakteristik akhir produk tepung bulu. Oleh karena itu, perlu dilakukan

penelitian secara mendalam terkait kombinasi metode proses fermentasi menggunakan mikroba bakteri *Bacillus subtilis* dengan metode fisik serta kimiawi pada limbah bulu broiler.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka selanjutnya dapat diidentifikasi beberapa diantara permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan kombinasi metode proses terbaik menggunakan bakteri *Bacillus subtilis* sebagai agen fermentasi untuk menghasilkan tepung bulu dengan karakteristik terbaik?
2. Berapa waktu fermentasi yang terbaik untuk diterapkan dalam proses fermentasi limbah bulu broiler untuk menghasil karakteristik yang terbaik?
3. Apakah terdapat interaksi antara metode proses dengan waktu proses fermentasi berbeda untuk menghasilkan tepung bulu dengan karakteristik yang terbaik?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengevaluasi metode proses terbaik pada fermentasi limbah bulu ayam broiler dengan menggunakan bakteri *Bacillus subtilis* yang dikombinasikan dengan metode proses fisik dan kimiawi
2. Mengevaluasi waktu fermentasi terbaik untuk menghasilkan tepung bulu ayam broiler dengan karakteristik terbaik menggunakan bakteri *Bacillus subtilis* Sebagai agen fermentasi.

3. Mengevaluasi hasil interaksi antara metode proses fermentasi dengan waktu fermentasi berbeda.

D. Kegunaan Penelitian

1. Meningkatkan nilai tambah limbah bulu ayam broiler sebagai salah satu jenis bahan pakan sumber protein.
2. Memberikan informasi dan sumber referensi ilmiah kepada masyarakat tentang kombinasi metode proses dan waktu fermentasi terbaik dalam mengolah limbah bulu ayam broiler.
3. Sebagai sumber rujukan dalam memanfaatkan limbah bulu dari industri pemotongan ayam.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

A. Gambaran Umum Ayam

Ayam merupakan salah satu ternak unggas yang sudah tidak asing lagi di kalangan masyarakat. Daging ayam merupakan bahan makanan bergizi tinggi yang mudah untuk didapat, rasanya enak, teksturnya empuk, baunya tidak terlalu amis serta harga yang terjangkau oleh semua kalangan masyarakat sehingga disukai banyak orang dan sering digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan makanan. Klasifikasi ilmiah ayam menurut Rose (2001) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Subkingdom : Metazoa
Phylum : Chordata
Subphylum : Vertebrata
Kelas : Aves
Ordo : Galliformes (Game Birds)
Family : Phasianidae (Peasants)
Genus : Gallus
Spesies : *Gallus gallus*

Berikut ini beberapa ciri-ciri daging ayam broiler menurut (Dewi dan Diah 2014):

1. Ayam broiler mengandung air yang lebih banyak maka dalam pengolahannya ayam broiler lebih cepat matang dan lebih cepat empuk dalam pengolahannya.
2. Daging ayam broiler memiliki kandungan air yang lebih banyak sehingga dagingnya terasa lembek.
3. Warna daging ayam broiler putih kemerahan.
4. Kandungan lemak dalam ayam broiler lebih banyak terutama pada bagian bawah kulit dan ekor.

Berikut ini beberapa ciri-ciri daging ayam kampung menurut (Dewi dan Diah 2014):

1. Tekstur ayam kampung lebih alot sehingga membutuhkan waktu lebih banyak untuk mengolahnya agar ayam menjadi empuk.
2. Daging ayam kampung mengandung sedikit air sehingga dagingnya lebih kesat dan garing.
3. Warna daging ayam lebih gelap dan merah. Itu menandakan daging ayam kampung mengandung lebih banyak hemoglobin. Oleh karena itu, zat besi pada ayam kampung juga lebih banyak daripada ayam broiler.
4. Kandungan lemak lebih sedikit dibandingkan dengan ayam broiler.

Menurut Dewi dan Diah (2014) jika dilihat dari kandungan gizinya, daging ayam broiler dan daging ayam kampung memiliki kandungan protein yang sama besar, sekitar 37 g/100 g bahan. Namun, perbedaan ada pada kandungan lemak yang pada ayam kampung hanya 9 g/100 g

bahan sedangkan ayam broiler 15 g/100 g. Selain itu, energi yang dihasilkan dari 100 g 9 ayam kampung lebih rendah sekitar 246 kkal sedangkan yang dihasilkan ayam broiler sekitar 295 kkal. Ayam broiler mengandung suntikan hormon yang disuntikkan dibagian leher dan sayap ayam. Hormon tersebut dapat menumpuk didalam daging dan berguna mempercepat pertumbuhan ayam tersebut. Suntikan hormon tersebut berbahaya dan dapat memicu berbagai penyakit seperti kanker dan kista. Oleh karena itu, ayam broiler tidak boleh terlalu sering untuk dikonsumsi.

Ayam ras pedaging disebut juga broiler, yang merupakan jenis ras unggulan hasil persilangan dari bangsa-bangsa ayam yang memiliki daya produktivitas tinggi, terutama dalam memproduksi daging ayam. Sebenarnya ayam broiler ini baru populer di Indonesia sejak tahun 1980-an dimana pemegang kekuasaan mencanangkan penggalakan konsumsi daging ruminansia yang pada saat itu semakin sulit keberadaannya. Hingga kini ayam broiler telah dikenal masyarakat Indonesia dengan berbagai kelebihanannya. Ayam broiler dapat dipanen sejak 5-6 minggu. Dengan waktu pemeliharaan yang relatif singkat dan menguntungkan, maka banyak peternak baru serta peternak musiman yang bermunculan diberbagai wilayah Indonesia.

B. Gambaran Umum Limbah

Pengertian pokok dari limbah (Sudiarjo, 2008), yaitu:

1. Limbah merupakan bahan buangan sisa dari suatu proses atau kegiatan, artinya sebelumnya merupakan bagian dari bahan yang diperlukan untuk melakukan kegiatan.
2. Limbah merupakan hasil dari suatu proses atau kegiatan, artinya tidak mungkin dihasilkan limbah tanpa adanya proses atau kegiatan tersebut.
3. Limbah merupakan bahan yang sudah tidak digunakan lagi dalam proses atau kegiatan tersebut, artinya apabila diinginkan untuk digunakan lagi maka harus diperbaiki atau digunakan untuk proses/kegiatan jenis lain yang membutuhkan.
4. Limbah merupakan bahan yang tidak memiliki atau sedikit sekali nilai ekonominya, artinya apabila bahan tersebut digunakan lagi untuk proses/kegiatan yang serupa tidak akan memberikan keuntungan.

Berdasarkan 4 pokok pengertian dasar di atas maka limbah dapat didefinisikan sebagai bahan buangan yang dihasilkan dari suatu proses atau kegiatan manusia, tidak digunakan lagi pada proses atau kegiatan tersebut dan tidak memiliki atau sedikit sekali nilai ekonominya.

Pemanfaatan limbah bulu ayam dapat dijadikan sebagai bahan pakan ikan yang dilakukan dengan fermentasi *Bacillus subtilis*. Fermentasi tepung bulu ayam dengan *Bacillus subtilis* dapat meningkatkan kualitas

bahan baku pakan ikan. Limbah bulu ayam juga dapat digunakan untuk ransum pakan ternak ruminasia kecil. Tepung bulu ayam dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein pakan alternatif pengganti protein konvensional seperti bungkil kedele dan tepung ikan dengan batas maksimum 40 dari total ransum. Setelah melalui uji biologis penggunaan tepung bulu ayam memberikan respon baik terhadap ternak ruminansia dan dapat meningkatkan konsumsi bahan kering, protein yang diiringi dengan peningkatan bobot hidup harian (Aminah, 2015).

C. Bulu Ayam



Gambar 1. Gambar bulu ayam

Bulu ayam merupakan limbah dari rumah pemotongan ayam (RPA) dengan jumlah berlimpah. Limbah bulu ayam terus bertambah seiring meningkatnya populasi ayam dan

tingkat pemotongan baik di rumah potong ayam atau di pasar. Bulu ayam sampai saat ini belum banyak dimanfaatkan dan hanya sebagian kecil saja yang dimanfaatkan sebagai bahan untuk membuat kemoceng, pengisi jok, pupuk tanaman, kerajinan tangan/hiasan dan shuttle cock (Adiati *et al.*, 2004). Menurut Packham (1982) bahwa dari hasil pemotongan setiap ekor ternak unggas akan diperoleh bulu sebanyak $\pm 6\%$ dari bobot hidup (bobot potong $\pm 1,5$ kg). Sebelum bulu ayam diberikan ke ternak, bulu ayam diolah terlebih dahulu menjadi tepung. Pemrosesan bulu ayam pada prinsipnya untuk melemahkan atau

memutuskan ikatan dalam keratin melalui proses fermentasi. Berbagai metode pemrosesan telah diteliti untuk meningkatkan pencernaan dari bulu ayam.

Peningkatan kadar protein kasar pada tepung bulu ayam terjadi karena proses fermentasi. Hal ini diduga adanya aktivitas keratinase yang dihasilkan oleh bakteri uji, yaitu *Bacillus subtilis*. Brandelli (2008) menyatakan bahwa *Bacillus subtilis* mampu memproduksi enzim keratinase dalam jumlah tinggi. Keratinase merupakan enzim protease spesifik yang memiliki kemampuan memecah substrat keratin. Menurut Rodriguez dkk. (2009) keratinase mempunyai kemampuan yang sangat baik dalam menurunkan kadar keratin melalui perombakan struktur jaringan kimia dinding sel, pemutusan ikatan hidrogen, dan ikatan disulfida penyusun keratin.

Ikatan disulfida antar asam amino sistin menyebabkan protein bulu ayam sulit dicerna oleh enzim proteolitik dalam saluran pencernaan sehingga ikatan disulfida harus dilepaskan melalui fermentasi oleh mikroba. Keratin atau protein serat terdiri dari komponen ikatan sistein disulfida, ikatan hidrogen, dan interaksi hidrofobik molekul keratin (Brandelli, 2008).

Ikatan sistein disulfida atau ikatan silang terbentuk antara asam amino sistein yang mengandung gugus SH. Jika dua unit sistin berikatan, maka terbentuklah sebuah jembatan disulfida (S-S) melalui oksidasi gugus SH. Protein serat terbentuk dari molekul yang rapat dan teratur berupa

ikatan silang antara rantai–rantai asam amino yang berdekatan sehingga molekul air sulit untuk masuk ke dalam struktur ini, oleh karena itu protein serat tidak larut di dalam air (hidrofobik). Pada hasil penelitian ini perlakuan P1 dan P2 menunjukkan kadar protein yang tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Hal ini disebabkan karena adanya peningkatan kadar protein kasar pada tepung bulu ayam setelah proses fermentasi disebabkan oleh aktivitas keratinase yang dihasilkan oleh *Bacillus subtilis*.

Sinoy dkk. (2011) menambahkan bahwa enzim keratinase dihasilkan oleh bakteri jenis *Bacillus* tergolong enzim ekstraseluler. Enzim tersebut mampu mengfermentasi berbagai protein larut dan protein tidak larut seperti protein keratin. Hasil dari masing-masing perlakuan menunjukkan bahwa peningkatan kadar protein kasar tertinggi dihasilkan oleh perlakuan P2. Kadar protein kasar yang berbeda dari setiap perlakuan diduga karena adanya pengaruh konsentrasi enzim yang dihasilkan oleh bakteri *Bacillus subtilis*. Perlakuan dengan konsentrasi inokulum 10 ml menghasilkan kadar protein tertinggi yaitu 80,59%. Hal tersebut diduga karena konsentrasi enzim pada perlakuan tersebut merupakan kondisi seimbang dengan substrat keratin dalam bulu ayam. Hal tersebut dapat diartikan bahwa antara jumlah inokulum *Bacillus subtilis* dan enzim yang dihasilkan dengan banyaknya substrat yang tersedia dalam keadaan sebanding sehingga mampu mendegradasi

keratin secara optimal dan dapat menghasilkan protein kasar tertinggi dengan peningkatan kadar protein kasar sebesar 7,03%.

Penelitian Desi (2002) dalam penggunaan volume inokulum sebesar 10 ml dapat menghasilkan peningkatan kadar protein sebesar 2,95% dari kadar tepung bulu ayam sebelum fermentasi. Perlakuan P3 menghasilkan kadar protein kasar yang lebih rendah dibandingkan dengan P1 dan P2. Hal tersebut disebabkan karena adanya penurunan kadar nitrogen akibat terbentuknya gas amoniak dalam proses fermentasi. Hal ini didukung dengan adanya bau yang tidak sedap atau khas (amoniak) yang dihasilkan dari bulu ayam pada perlakuan P3. Adanya NH_3 menunjukkan adanya degradasi protein oleh mikroba. Timbulnya aroma atau bau disebabkan karena zat bau yang dihasilkan setelah fermentasi bersifat volatil (mudah menguap) sehingga menimbulkan aroma khas pada bahan (Kumalasari, 2012). Kadar NH_3 merupakan petunjuk adanya degradasi protein oleh mikroba. Pada waktu proses fermentasi berlangsung terjadi perubahan protein, lemak, karbohidrat, vitamin, mineral, PH, kelembaban, dan juga aroma dalam bahan (Sonjaya, 2001). Inokulum dari setiap perlakuan mempengaruhi kadar NH_3 yang dihasilkan sehingga berpengaruh terhadap jumlah protein kasar pada bulu ayam. Tinggi rendahnya dosis inokulum mempengaruhi kualitas produk biokonversi. Semakin tinggi dosis inokulum maka semakin banyak enzim yang dihasilkan oleh mikroba, sehingga nutrisi yang terurai semakin banyak, termasuk nutrisi protein akan lebih banyak terurai menjadi NH_3 .

Pengaruh perbedaan volume inokulum terhadap kadar protein dilaporkan oleh Kumalasari (2012) yang menyatakan bahwa kadar protein menurun dengan semakin banyaknya penambahan inokulum pada fermentasi tempe. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa fermentasi dengan bakteri *Bacillus subtilis* dapat memberikan hasil yang nyata terhadap peningkatan kadar protein kasar tepung bulu ayam 73,56% dan setelah difermentasi meningkat menjadi 80,59%. Jumlah besar volume inokulum bakteri *Bacillus subtilis* yang digunakan dalam fermentasi juga mempengaruhi tingkat kadar protein kasar yang dihasilkan karena semakin besar jumlah inokulum yang digunakan maka kadar protein kasar dapat semakin rendah.

Bulu ayam mempunyai kelemahan untuk dicerna dengan baik karena mengandung keratin, oleh karena itu dalam pemanfaatannya perlu dilakukan fermentasi atau pemasakan pada temperatur yang cukup tinggi yaitu titik didih 130°C selama 30 menit (Murtidjo,1987), karena dengan pengolahan tersebut ikatan keratin, berupa ikatan sistin disulfida dapat diputuskan atau pecah menjadi komponen – komponen asam amino yang mudah dicerna oleh unggas. Penelitian yang dilakukan oleh Arifin (2004) menunjukkan bahwa dengan metode pengukusan pada suhu 118°C selama 30 menit dan 60 menit menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan konsumsi nitrogen dan energi pada anak ayam.

Williams *et al.*, (1991) telah memperkenalkan teknologi pengolahan tepung bulu ayam secara enzimatik mempergunakan enzim dari jamur

Cunninghamella spp yang difermentasi selama 11 hari menunjukkan hasil pemecahan ikatan keratin dalam tepung bulu ayam sehingga retensi nitrogen atau konsumsi nitrogen meningkat sekitar 49,19%.

Banyaknya tempat pernotongan ayam yang tersebar di kota Bogor dan Jakarta, dengan otomatis akan menghasilkan limbah berupa bulu lebih banyak dan sekaligus akan menimbulkan permasalahan. Adanya pengolahan bulu yang tepat dan relatif biaya ringan akan memberikan manfaat yang besar, yaitu mengurangi pencemaran lingkungan dan juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein konvensional pengganti bungkil kedelai dan tepung ikan (Hartadi dkk., 1997). Bulu ayam mengandung protein kasar yang tinggi yakni 80-91% dari bahan kering (BK) (Puastuti, 2003). Sedangkan bahan kering bulu ayam di laporkan *National Research Council* (NRC), (1996) berbeda dengan hasil analisa laboratorium Balitnak. Untuk nilai nutrient limbah secara lengkap disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Nutrisi Tepung Bulu Ayam

Nutrien	Tepung 100%	Bulu A BK(NRC)	Tepung 100%	Bulu B BK(Balitnak)
Bahan kering (%)	93,3	1,0718	91,96	1,0874
Serat kasar (%)	0,9	0,9	Tidak dianalisa	Tidak dianalisa
Protein kasar (%)	85,8	91,96	83,74	91,06
Lemak (%)	7,21	7,728	3,81	4,143
Abu (%)	3,5	375	2,76	3,001
Ca (%)	1,19	1,275	0,17	0,185

Sumber: Adiati dkk. (2004)

- a. NRC (1996)
- b. Hasil Analisa Lab Balitnak. Bogor

Berdasarkan data Pada Tabel 1 terlihat bahwa hasil analisa kimia bulu ayam dari berbagai tempat pemotongan ayam di daerah Bogor dan Jakarta dari 100% bahan kering, kandungan beberapa komponen lebih rendah yaitu BK, Ca dan P dibandingkan dengan NRC, (1996).

D. Pengolahan Limbah Bulu Ayam

Pemrosesan limbah bulu ayam pada prinsipnya digunakan untuk memutuskan ikatan sulfur dari sistin di dalam bulu ayam tersebut (Adiati *et al.*, 2004). Pemutusan ikatan keratin tersebut, bulu ayam dapat diolah dengan menggunakan empat metode, antara lain fisik, kimiawi dan fisik, kimiawi, dan mikrobiologis. Bulu ayam yang telah terfermentasi dinamakan hidrolisat bulu ayam (HBA). Penggunaan HBA dalam pakan ternak memiliki keuntungan tersendiri yaitu tidak bersaing dengan manusia dan harga relatif lebih murah. Hal ini dikarenakan, pakan ternak yang biasanya digunakan oleh pasar konvensional menggunakan bahan dasar bungkil kedelai.

Adapun pengolahan bulu dapat dilihat sebagai berikut:

1. Pengolahan secara fisik

Limbah bulu ayam yang diproses menggunakan teknik fisik dapat dilakukan dengan tekanan dan suhu tinggi, yaitu pada suhu 105°C dengan tekanan 3 atm dan kadar air 40% selama 8 jam. Sampel yang sudah bersih akan di autoklaf, kemudian dikeringkan dan siap untuk digiling (Adiati *et al.*, 2004).

2. Pengolahan secara kimiawi

Proses kimiawi dilakukan dengan penambahan HCl 12%, dengan ratio 2:1 pada bulu ayam yang sudah bersih, lalu disimpan dalam wadah tertutup selama empat hari. Sampel yang telah direndam oleh HCl 12% kemudian dikeringkan dan siap untuk digiling menjadi tepung.

3. Pengolahan secara enzimatis

Bulu ayam yang diproses dengan teknik enzimatis dilakukan dengan menambahkan enzim proteolitik 0,4% dan disimpan selama dua jam pada suhu 52°C. Bulu ayam kemudian dipanaskan pada suhu 87°C hingga kering dan digiling hingga menjadi tepung.

4. Pengolahan secara kimia dengan basa

Pengolahan secara kimia menggunakan basa, dapat dilakukan dengan menambahkan NaOH 6%, disertai pemanasan dan tekanan menggunakan autoklaf. Bulu ayam yang sudah siap kemudian dikeringkan dan digiling (Puastuti, 2007).

5. Pengolahan secara mikrobiologi

Proses fermentasi bulu ayam menggunakan agen mikrobiologi, dilakukan dengan menambahkan *Bacillus licheniformis* dan diinkubasi selama 72 jam (Puastuti, 2007). Teknik lain yang dapat dilakukan adalah dengan teknik fermentasi menggunakan jamur hasil isolasi dari tanah kandang ayam. Jamur yang sudah berkembang kemudian diisolasi hingga dihasilkan kultur murni. Kadar air yang terkandung di dalam media

fermentasi berupa bulu ayam, minimal sebanyak 30%. Kadar air yang terkandung di dalam tepung bulu ayam kering adalah 10%, karena itu dilakukan penambahan air sebanyak 20% dari berat kering tepung bulu ayam. Proses fermentasi dilakukan mencampurkan inokulum jamur yang telah diencerkan ke dalam 20 g tepung bulu ayam, dan ditempatkan pada wadah kedap udara (Ketaren, 2008).

Pengolahan secara fisik Limbah bulu ayam yang diproses menggunakan teknik fisik dapat dilakukan dengan tekanan dan suhu tinggi, yaitu pada suhu 105°C dengan tekanan 3atm dan kadar air 40% selama 8 jam. Sampel yang sudah bersih akan di autoklaf, kemudian dikeringkan dan siap untuk digiling (Adiati *et al.*, 2004).

1. Pengolahan secara kimiawi Proses kimiawi dilakukan dengan penambahan HCl 12%, dengan ratio 2:1 pada bulu ayam yang sudah bersih, lalu disimpan dalam wadah tertutup selama empat hari. Sampel yang telah direndam oleh HCl 12% kemudian dikeringkan dan siap untuk digiling menjadi tepung.
2. Pengolahan secara enzimatis Bulu ayam yang diproses dengan teknik enzimatis dilakukan dengan menambahkan enzim proteolitik 0,4% dan disimpan selama dua jam pada suhu 52°C. Bulu ayam kemudian dipanaskan pada suhu 87°C hingga kering dan digiling hingga menjadi tepung.
3. Pengolahan secara kimia dengan basa pengolahan secara kimia menggunakan basa, dapat dilakukan dengan menambahkan NaOH

6%, disertai pemanasan dan tekanan menggunakan autoklaf. Bulu ayam yang sudah siap kemudian dikeringkan dan digiling (Puastuti, 2007).

4. Pengolahan secara mikrobiologi pemberian Proses fermentasi bulu ayam menggunakan agen mikrobiologi, dilakukan dengan menambahkan *Bacillus licheniformis* dan diinkubasi selama 72 jam (Puastuti, 2007). Teknik lain yang dapat dilakukan adalah dengan teknik fermentasi menggunakan jamur hasil isolasi dari tanah kandang ayam. Jamur didapat dengan cara melarutkan 200 gam tanah di dalam 200 ml aquades, lalu dilakukan pengenceran hingga 10^{-7} dan ditumbuhkan pada media PDA. Jamur yang sudah berkembang kemudian diisolasi hingga dihasilkan kultur murni. Kadar air yang terkandung di dalam media fermentasi berupa bulu ayam, minimal sebanyak 30%. Kadar air yang terkandung di dalam tepung bulu ayam kering adalah 10%, karena itu dilakukan penambahan air sebanyak 20% dari berat kering tepung bulu ayam. Proses fermentasi dilakukan mencampurkan inokulum jamur yang telah diencerkan ke dalam 20 gam tepung bulu ayam, dan ditempatkan pada wadah kedap udara (Ketaren 2008).

Masalah yang dihadapi dalam penggunaan tepung bulu ayam adalah rendahnya manfaat protein bulu yang disebabkan oleh sebagian besar kandungan protein kasar terbentuk keratin (Indah, 1993). Dalam saluran pencernaan, keratin tidak dapat dirombak menjadi protein tercerna

sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh ternak. Agar dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak tepung bulu ayam harus mendapat perlakuan, yaitu dengan terlebih dahulu diolah untuk meningkatkan kecernaannya. Adapun beberapa metoda yang telah dikembangkan untuk meningkatkan nutrisi bulu ayam yaitu:

1. Dengan perlakuan fisik (pengaturan temperatur dan tekanan) dengan kelembaban 8-10%, kadar air 40% dan tekanan 3 Bar, suhu 105°C.
2. Kimiawi, dengan cara Penambahan asam dan basa (NaOH, HCl).
3. Enzimatis dan Biologis dengan mikroorganisme.
4. Kombinasi ketiga metoda tersebut.

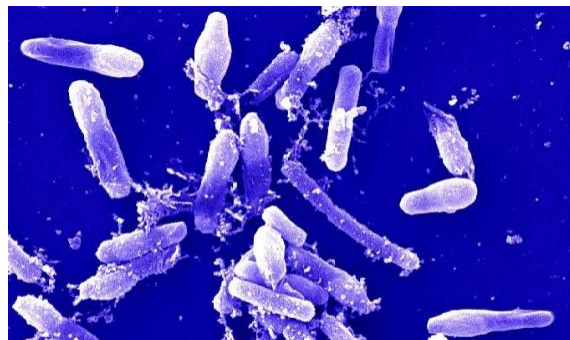
E. Bakteri *Bacillus subtilis*

Bakteri *Bacillus subtilis* adalah Bakteri yang berperan dalam pembusukan daging, salah satunya yaitu bakteri *Bacillus subtilis* (Madigan, 2005). Ciri-ciri bakteri ini adalah organisme saprofitik, berbentuk batang, gram positif, pembentuk spora non-patogen yang biasanya ditemukan dalam air, udara, debu, tanah dan sedimen. Terdapat beberapa jenis bakteri yang bersifat saprofit pada tanah, air, udara, dan tumbuhan, seperti: *Bacillus cereus* dan *Bacillus subtilis* (Jawetz dkk., 2005). Jenis jenis *Bacillus* yang ditemukan pada saluran pencernaan ayam yaitu *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus clausii*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus firmus*, kelompok *Bacillus cereus* (Barbosa dkk., 2005).

Bacillus mempunyai daya resisten terhadap anti mikroba dan dapat menghasilkan antimikroba, sehingga bakteri ini mampu bertahan di dalam saluran pencernaan. *Bacillus* resisten terhadap eritromisin, linkomisin, sefalosporin, sikloserin, kloramfenikol, tetrasiklin, streptomisin dan neomisin. Antimikroba yang dihasilkan adalah bakteriosin (Barbosa dkk., 2005). *Bacillus* mempunyai kemampuan mengontrol bakteri patogen dan menekan pertumbuhan bakteri lain melalui antibiotik yang dihasilkannya / kompetisi dalam hal perebutan nutrisi dan ruang. Hal ini didukung dari hasil penelitian terakhir bahwa *Bacillus* berpotensi menghasilkan senyawa antibakteri berupa lipopeptida yang disebut basitrasin yang dapat membunuh bakteri patogen (Agustina, 2008).

Menurut Jawetz dkk. (2005) *Bacillus* diklasifikasikan sebagai berikut:

Regnum	: Plantae
Kelas	: Bacilli
Ordo	: Bacillales
Family	: Bacillaceae
Genus	: <i>Bacillus</i>
Species	: <i>Bacillus sp.</i>



Gambar 2. Morfologi bakteri *Bacillus subtilis*

Bakteri ini memiliki karakter-karakter tertentu dan spesifik. Berikut adalah klasifikasi *Bacillus subtilis*: (Madigan, 2005). Karakteristik dari bakteri *Bacillus subtilis* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2: Karakteristik bakteri *Bacillus subtilis*

Karakter	<i>Bacillus subtilis</i>
Bentuk	Batang (tebal maupun tipis), rantai maupun tunggal
Gram	Positif
Sumber	Tanah, air, udara dan materi tumbuhan yang terdekomposisi
Berdasarkan spora	Bakteri penghasil endospora
Respirasi	Aerob obligat
Pergerakan	Motil dengan adanya flagella
Suhu Optimum Pertumbuhan	25-35°C
pH Optimum Pertumbuhan	7-8
Katalase	Positif

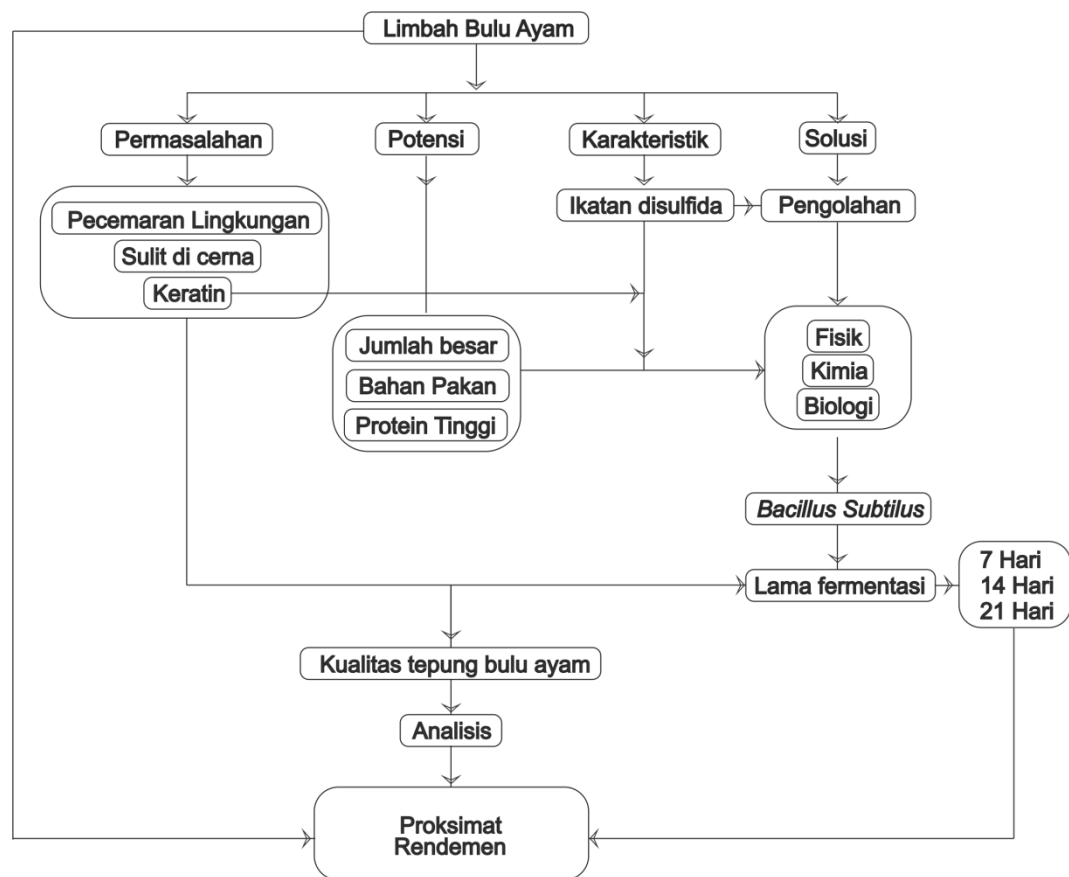
Sumber: Graumann, 2007

Media perantara pertumbuhan *Bacillus subtilis* antara lain adalah tanah, air, udara dan materi tumbuhan yang terdekomposisi. Selain itu, *Bacillus subtilis* juga ditemukan pada produk makanan seperti produk susu, daging, nasi dan pasta. Bakteri ini dapat tumbuh pada produk makanan karena produk-produk makanan tersebut menyediakan nutrisi yang baik untuk pertumbuhan *Bacillus subtilis*.

F. Kerangka Pikir

Permasalahan limbah bulu ayam sangat besar karena setiap tahun populasi ayam broiler terus meningkat. Seiring dengan peningkatan populasi juga terjadi peningkatan limbah bulu ayam. Hal ini mengakibatkan pencemaran lingkungan. Bulu ayam memiliki kadar protein kasar yang cukup tinggi, bahkan berada diatas kadar protein tepung ikan. Bulu ayam memiliki potensi yang sangat besar sebagai bahan pakan ternak sumber protein hewani. Namun demikian, bulu ayam sulit di manfaatkan sebagai bahan pakan karena tingkat kecernaannya yang sangat rendah. Hal ini disebabkan karena dalam strukturnya bulu ayam memiliki ikatan disulfida pada molekul asam amino sistin (cysteine) yang membentuk molekul protein keratin. Struktur inilah yang menyebabkan bulu memiliki tingkat kecernaan yang rendah.

Permasalahan pada bulu ayam ternyata dapat diperbaiki dengan menerapkan beberapa proses seperti proses fisik, kimiawi serta proses mikrobiologis/ enzimatis. Penerapan proses mikrobiologis menggunakan bakteri *Bacillus subtilis* perlu dikaji lebih lanjut. Secara umum gambaran kerangka fikir penelitian secara lengkap disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Kerangka Pikir

G. Hipotesis

1. Diduga perbedaan kombinasi metode proses fermentasi berpengaruh terhadap karakteristik tepung bulu ayam.
2. Diduga waktu fermentasi berpengaruh terhadap karakteristik tepung bulu ayam.
3. Diduga terdapat interaksi antara penerapan kombinasi metode proses fermentasi dengan waktu fermentasi terhadap perubahan karakteristik tepung bulu broiler.