



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**PENGARUH ASAM HUMAT DAN LAMA FERMENTASI BUNGKIL
INTI SAWIT DENGAN KAPANG *Trichoderma harzianum*
TERHADAP KANDUNGAN BAHAN KERING, PROTEIN KASAR,
DAN SERAT KASAR**

SKRIPSI



**HANNY KURNIA LESTARI
05 162 014**

**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS ANDALAS
2010**

PENGARUH ASAM HUMAT DAN LAMA FERMENTASI BUNGKIL INTI SAWIT DENGAN KAPANG *Trichoderma Harzianum* TERHADAP KANDUNGAN BAHAN KERING, PROTEIN KASAR DAN SERAT KASAR

Hanny Kurnia Lestari, dibawah bimbingan
Prof. Dr.Ir.Yetti Marlida, MS dan Ir.Mirnawati, MS
Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak
Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Padang 2010

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis asam humat dan lama fermentasi bungkil inti sawit dengan kapang *Trichoderma Harzianum* terhadap kandungan bahan kering, protein kasar dan serat kasar. Materi dalam penelitian ini menggunakan bungkil inti sawit, asam humat dan peralatan laboratorium. Penelitian ini terdiri atas 3 perlakuan dan 2 ulangan. Perlakuan A (dosis asam humat) terdiri dari A1 (0 ppm), A2 (100 ppm), A3 (200 ppm). Faktor B (lama fermentasi) terdiri dari B1 (5 hari), B2 (7 hari) dan B3 (9 hari). Penelitian ini menggunakan metoda eksperimen yang dirancang dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Peubah yang diamati adalah kandungan bahan kering, protein kasar dan serat kasar.

Hasil penelitian menunjukkan masing-masing perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan bahan kering, protein kasar dan serat kasar. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa perlakuan yang terbaik yaitu perlakuan pada dosis asam humat 100 ppm dengan lama fermentasi 7 hari dengan kandungan bahan kering 39,92%, kandungan protein kasar 21,11% dan serat kasar 8,98%.

Kata kunci : Asam humat, bungkil inti sawit, *Trichoderma harzianum*, bahan kering, protein kasar dan serat kasar.



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Asam Humat dan Lama Fermentasi Bungkil Inti Sawit dengan Kapang *Trichoderma Harzianum* terhadap Kandungan Bahan Kering, Protein Kasar dan Serat Kasar”** sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Padang.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Kepada Yth orang tua penulis yang telah melahirkan dan membesarkan dan juga memberikan bimbingan dan dorongan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di fakultas peternakan ini. Juga kepada keluarga besar penulis yang selalu memberikan bantuan berupa spirit dan semangat.
2. Yth. Ibu Prof.Dr.Ir Yetti Marlida selaku pembimbing I dan ibu Ir. Mirnawati, MS selaku pembimbing II, atas bimbingan dan arahan dari mulai penelitian hingga selesainya penulisan skripsi ini.
3. Yth. Rektor Unand, Dekan Fakultas Peternakan serta Dosen-dosen penguji dan pengajar di fakultas Peternakan Universitas Andalas Padang. Penulis ingin mengucapkan terima kasih atas ilmu yang diberikan selama penulis kuliah di Fakultas Peternakan ini.

4. Teman-teman tim penelitian “group oon” Nora dan sang leader Meiza yang lebih dahulu mendapat gelar S.Pt yang selalu memberikan penulis dorongan sampai selesai. Hwaiting !!!
5. Teman-teman satu bimbingan, terutama Imar yang rela begadang bersama penulis untuk menyelesaikan skripsi
6. Teman-teman satu tim farm 2009, terima kasih atas kerjasamanya selama melakukan farm.
7. Kepada Super Junior dan DBSK. Grup favorit penulis, lagu-lagunya dan tingkah laku mereka selalu membuat penulis bersemangat menyelesaikan studi penulis. “Bahkan pada saat hampir menyerah, mendengar lagu-lagu dan menonton aksi kalian membuatku kembali bangkit. Saranghae oppa-oppa ku. Bogoshipo.”
8. Rekan-rekan, karyawan/i dan semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak memberikan semangat dan inspirasi dalam menyelesaikan perkuliahan ini.

Semoga bantuan dan partisipasi yang diberikan menjadi amal saleh di sisi Allah SWT dan skripsi ini dapat berguna bagi kemajuan ilmu pengetahuan di bidang peternakan pada masa yang akan datang.

Padang, Oktober 2010

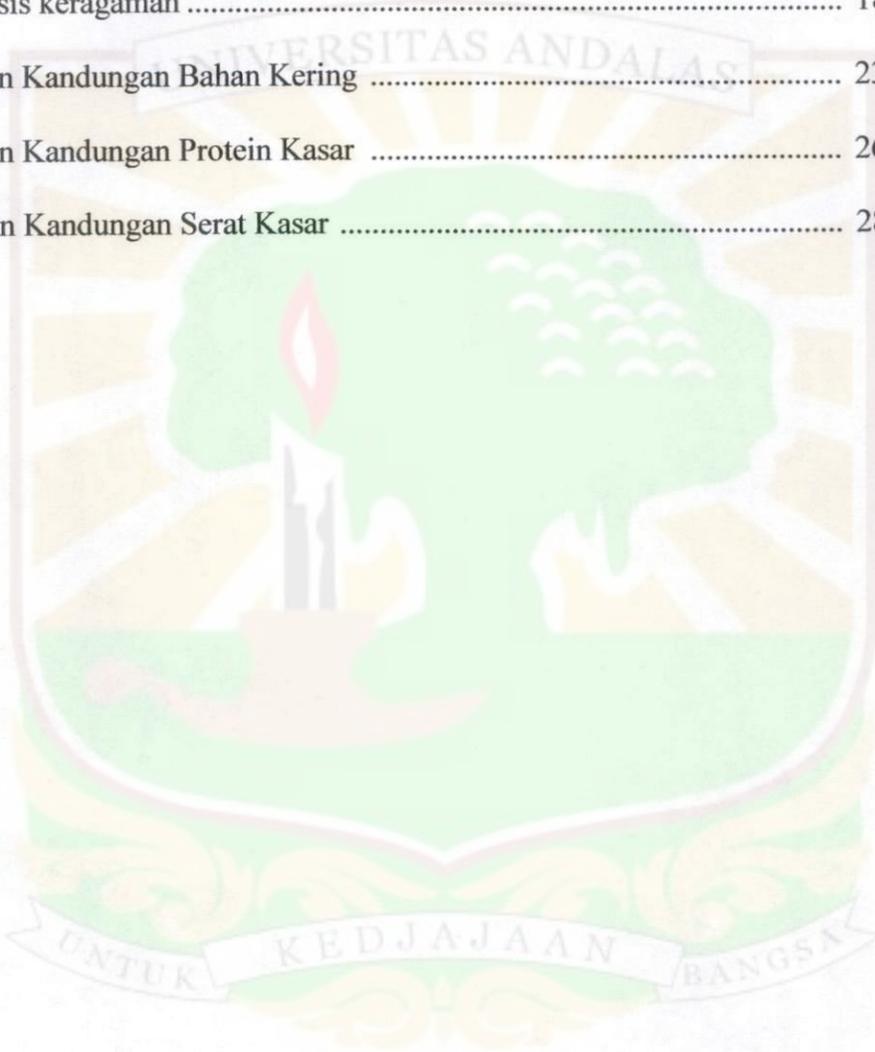
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Hipotesis Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Asam Humat	6
B. Peranan Asam Humat Dalam Pakan Ternak	7
C. <i>Potensi Bungkil Inti Sawit</i>	8
D. <i>Trichoderma Harzianum</i>	10
E. Fermentasi Bungkil Inti Sawit dengan <i>Trichoderma Harzianum</i>	11
F. Fermentasi dan Perubahan Zat Makanan Setelah Fermentasi.....	12
G. Faktor Yang Mempengaruhi Fermentasi	14
III. MATERI DAN METODA PENELITIAN	
A. Materi Penelitian	16
B. Metoda Penelitian.....	16
C. Peubah Yang Diukur.....	18
D. Pelaksanaan Penelitian	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Pengaruh Dosis Asam Humat dan Lama Fermentasi Terhadap Kandungan Bahan Kering	23
B. Pengaruh Dosis Asam Humat dan Lama Fermentasi Terhadap Kandungan Protein Kasar	25
C. Pengaruh Dosis Asam Humat dan Lama Fermentasi Terhadap Kandungan Serat Kasar	27
V. KESIMPULAN DAN SARAN	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	35
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Bagan pengamatan untuk setiap perlakuan	17
2. Analisis keragaman	18
3. Rataan Kandungan Bahan Kering	23
4. Rataan Kandungan Protein Kasar	26
5. Rataan Kandungan Serat Kasar	28



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Gugus Asam Humat	7
2. Proses Pengolahan Minyak Kelapa Sawit.....	10
2. Skema pelaksanaan penelitian.....	22



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Kandungan Zat Makanan Bungkil Inti Sawit.....	36
2. Kandungan Zat Makanan Bungkil Inti Sawit Sebelum Fermentasi	36
3. Kandungan pH Bungkil Inti Sawit	36
4. Kandungan Bahan Kering Bungkil Inti Sawit Fermentasi	37
5. Uji Lanjut DMRT Terhadap Kandungan Bahan Kering	39
6. Kandungan Protein Kasar Bungkil Inti Sawit Fermentasi	41
7. Uji Lanjut DMRT Terhadap Kandungan Protein Kasar	43
8. Kandungan Serat Kasar Bungkil Inti Sawit Fermentasi	45
9. Uji Lanjut DMRT Terhadap Kandungan Serat Kasar	47



I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bahan pakan yang tersedia untuk menyusun ransum saat ini masih bergantung pada impor seperti jagung, bungkil kedele dan tepung ikan. Ketergantungan sebagian besar kebutuhan bahan pakan yang masih didatangkan dari luar negeri menyebabkan harga ransum melonjak tinggi, sehingga biaya pakan unggas dapat mencapai 60 – 70 % dari biaya produksi. Telah banyak upaya yang dilakukan untuk menekan biaya pakan unggas, yaitu dengan menggunakan bahan pakan alternatif yang berasal dari limbah industri dan limbah pertanian yang tidak bersaing dengan kebutuhan manusia. Potensi limbah ini sangat besar untuk dijadikan bahan pakan alternatif, namun nilai manfaatnya bagi ternak masih rendah. Salah satu limbah yang sangat berpotensi digunakan adalah limbah dari pengolahan minyak sawit berupa bungkil inti sawit (BIS).

BIS merupakan hasil ikutan pada ekstraksi inti sawit yang diperoleh dengan proses kimia dan mekanik. Potensi kelapa sawit cukup besar, di Indonesia produksinya menempati urutan kedua di dunia setelah Malaysia (FAO,2002). Kelapa sawit banyak ditanam terutama di daerah Lampung, Jambi, Riau, Sumatera Barat, Sumatera Utara, dan Aceh, serta sebagian kecil Jawa Barat. Menurut PTPN (2009), laju pertumbuhan penanaman kelapa sawit meningkat setiap tahunnya sekitar 18%. Pada tahun 2008 terdapat areal perkebunan kelapa sawit seluas 7,0 juta Ha dengan produksi mencapai 19,2 juta ton. Tahun 2009 luas areal perkebunan kelapa sawit mencapai 7,3 juta Ha dengan produksi 19,4 juta Ton. Data tersebut menunjukkan bahwa bungkil inti sawit memiliki potensi yang

cukup besar untuk dijadikan bahan pakan alternatif, karena ketersediaannya cukup melimpah.

Hasil analisa Laboratorium Teknologi Industri Pakan Fakultas Peternakan Universitas Andalas (2009) BIS sebelum fermentasi memiliki kandungan bahan kering 87,30%, protein kasar 16,07%, dan serat kasar 21,30%. Dari hasil analisa tersebut dilihat bahwa BIS memiliki kandungan serat kasar yang tinggi sehingga penggunaan BIS terbatas dalam ransum ternak. Menurut Supriadi (1997) penggunaan bungkil inti sawit dalam ransum ternak itik hanya dapat diberikan sampai level 10%. Pemberian melebihi level tersebut akan berpengaruh terhadap organ fisiologis ternak itik. Menurut Derianti (1996) bungkil inti sawit hanya dapat diberikan sampai level 10% dalam ransum ayam broiler dan sampai 16% pada ransum puyuh periode petelur (Ulfah, 1996) karena unggas kurang mampu mencerna serat kasar yang tinggi dan pecahan cangkang bungkil inti sawit dapat melukai organ pencernaan unggas.

Upaya untuk memperbaiki kualitas gizi, mengurangi, atau menghilangkan pengaruh negatif dari bahan pakan tertentu dapat dilakukan dengan penggunaan mikroorganisme melalui proses fermentasi. Fermentasi juga dapat meningkatkan nilai pencernaan (Saono,1976; Jay,1978; Winarno, 1980), menambah rasa dan aroma, serta meningkatkan kandungan vitamin dan mineral (Kuhad dkk., 1997).

Kapang merupakan salah satu mikroorganisme yang termasuk kelompok fungi (Fardiaz, 1989). Enzim-enzim pemecah selulosa dapat diperoleh dari mikroba selulolitik seperti kapang dari genus *Trichoderma*. Menurut Manjas (2007) spesies *Trichoderma* yang memiliki enzim lengkap ialah *Trichoderma*

harzianum dengan kemampuan : 1) Mempunyai kecepatan tumbuh yang tinggi, karena kemampuan hifanya membalut atau menyelimuti atau menjalari tumpukan bahan yang akan dihancurkan sangat tergantung dengan kecepatan tumbuh tersebut. Semakin cepat bahan diselimuti oleh hifa, makin cepat pula bahan itu dirombak. Karena enzim akan dihasilkan oleh benang-benang tersebut. 2) *Trichoderma Harzianum* ini mempunyai laju respirasi yang tinggi.

Sabrina dkk (2001) melakukan pengolahan BIS dengan kapang *Trichoderma harzianum*, yang memberikan peningkatan kandungan protein (24,75%) dan penurunan serat kasar (19,07%) dibanding kapang *Rhizopus sp*, dan *Neurospora sitophila*. Dari hasil yang didapatkan, ternyata peningkatan protein kasar dan penurunan serat kasar belum optimal. Untuk itu pada penelitian ini diperkenalkan peran asam humat dalam pengolahan BIS, agar diperoleh kondisi yang optimal untuk meningkatkan kualitas BIS.

Asam humat adalah salah satu senyawa yang terkandung dalam substansi humus yang merupakan hasil dekomposisi bahan organik, terutama bahan nabati yang terdapat dalam batu bara muda, tanah gambut, kompos atau humus (Senn dan Kingman, 1973). Humat adalah salah satu bahan baku yang dapat bermanfaat bagi pertanian maupun peternakan dalam bentuk cair maupun padat. Pengaruh asam humat pada tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, hal ini disebabkan asam humat bersifat growth promoter (Hensen, 1998). Dalam bidang peternakan terutama dalam pengolahan dan bioteknologi bahan pakan belum umum digunakan. Untuk itu perlu dilakukan penelitian bungkil inti sawit dengan asam humat. Hal ini disebabkan asam humat dapat menyediakan unsur-unsur hara seperti N, S, P serta energi bagi aktifitas

mikroorganisme (Stevenson, 1994). Selain itu juga menyediakan mineral dan zat organik yang berperan dalam kehidupan mikroorganisme (Enviromate TM, 2002). Ditambahkan oleh Kucukersan (2005) bahwa pemberian asam humat dalam pakan ternak memberikan sejumlah keuntungan karena asam humat memiliki kemampuan memetabolis karbohidrat dan protein melalui katalitik.

Teori ini dapat digunakan dalam proses fermentasi BIS karena dalam proses fermentasi juga mengaktifkan pertumbuhan mikroorganisme yang diinginkan sedangkan mikroorganisme juga membutuhkan unsur-unsur hara seperti N, S, dan P dalam pertumbuhannya (Fardiaz, 1992). Semakin subur pertumbuhan kapang maka semakin banyak enzim yang dihasilkan untuk pendegradasi serat kasar sehingga serat kasar produk setelah fermentasi menurun dan komponen zat gizi lainnya lebih mudah dicerna dan kualitas produk fermentasi meningkat.

Dalam proses fermentasi, faktor lama fermentasi juga merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan. Lama fermentasi yang singkat mengakibatkan terbatasnya kesempatan dari mikroorganisme untuk terus berkembang, sehingga komponen substrat yang dapat dirombak menjadi massa sel juga akan sedikit tetapi dengan waktu yang lebih lama berarti memberi kesempatan bagi mikroorganisme untuk tumbuh dan berkembang biak (Fardiaz, 1988). Menurut Purwantisari (2005) bahwa waktu generasi untuk *Tichoderma harzianum* tertinggi pada masa inkubasi 7-8 hari. Kemudian Sulaiman (1988) menambahkan bahwa semakin lama waktu fermentasi semakin banyak zat makanan yang dirombak seperti bahan kering dan bahan organik.

Untuk itu perlu dilakukan suatu penelitian untuk mengetahui sejauh mana pengaruh dosis asam humat dan lama fermentasi yang optimal menggunakan kapang *Trichoderma harzianum*, sehingga dapat meningkatkan kandungan zat makanan BIS.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas dapat dirumuskan suatu masalah yaitu sampai sejauh mana pengaruh lama fermentasi dan dosis asam humat terhadap peningkatan kandungan gizi bungkil inti sawit fermentasi.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dosis asam humat dan lama fermentasi yang optimum yang dapat meningkatkan kandungan gizi bungkil inti sawit fermentasi.

D. Hipotesis

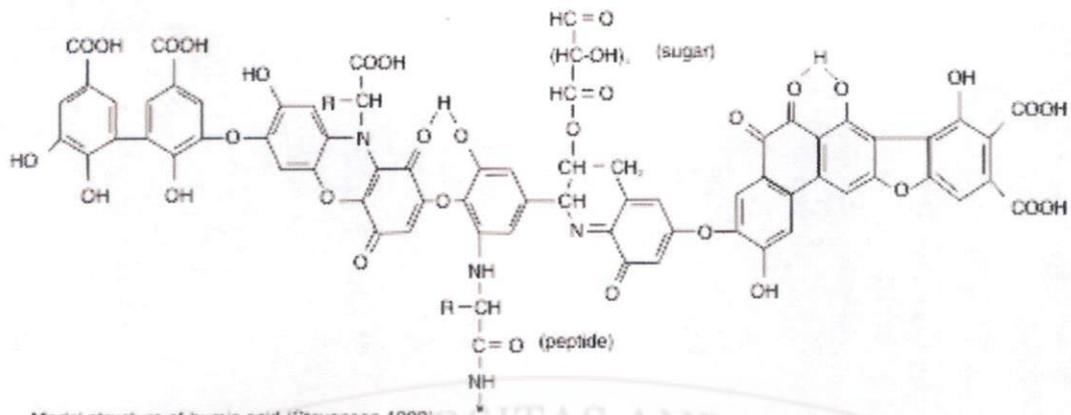
Hipotesis penelitian adalah peningkatan dosis asam humat dan lama fermentasi akan menurunkan kandungan bahan kering serta serat kasar dan meningkatkan protein kasar bungkil inti sawit fermentasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Asam Humat

Tan (1996) menjelaskan bahwa asam humat merupakan hasil akhir dekomposisi bahan organik tanah yang mempunyai berat molekul tinggi berwarna kuning hingga hitam kecoklatan, relative tahan terhadap degradasi serta mengandung muatan negatif tergantung pH. Sen dan Kingman (1973) menambahkan bahwa asam humat adalah salah satu senyawa yang terkandung dalam substansi humat yang merupakan hasil dekomposisi bahan organik terutama bahan nabati yang terdapat dalam batubara muda (leonardite), gambut, kompos atau humus.

Asam humus (*humic acid*) adalah sebuah substansi yang memiliki struktur yang kompleks dengan berat molekul 1500. Secara praktis tidak larut (*insoluble*) atau mengendap dengan asam tetapi larut (*soluble*) dengan basa. Struktur kimia asam humat memiliki banyak gugus fungsional antara lain : 1) Gugus karboksil (-COOH) dan gugus phenol (-OH), keduanya memiliki muatan ion negative sehingga mampu mengikat ion positif logam berat dan membentuk sebuah kompleks organo logam atau senyawa khelat (*chelate*). 2) Gugus kuinon yang mampu menangkap dan mengumpulkan energi sinar matahari dan merubahnya dalam bentuk tingkat energy yang lebih tinggi (Humate, 2003). Gugus tersebut dapat dilihat pada gambar 1 :



Model structure of humic acid (Stevenson 1982)

Gambar 1. Gugus Asam Humat

Pengaruh asam humat pada tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, hal ini disebabkan asam humat bersifat growth promotor (Hensen, 1998). Selain itu asam humat dapat menyediakan unsur-unsur hara seperti N, S, dan P serta energi bagi aktifitas mikroorganismenya (Stevenson, 1994). Selain itu juga menyediakan mineral dan zat organik yang berperan dalam kehidupan mikroorganismenya (Enviromate TM, 2002).

B. Peranan Asam Humat Dalam Pakan Ternak

Kucukersan *et al* (2005) menyatakan bahwa kegunaan asam humat dalam makanan ternak memberikan sejumlah keuntungan untuk kesehatan dan pertumbuhan ternak, seperti : 1) Asam humat mampu untuk membentuk suatu lapisan untuk melindungi mukosa membran usus dan racun. 2) Asam humat memiliki kemampuan memetabolis karbohidrat dan protein melalui katalitik. Hal ini secara langsung menghancurkan sel bakteri atau partikel virus. 3) Penerapan asam humat pada sub cutan, mulut dan kulit dapat menghambat peradangan. 4) Keuntungan asam humat dalam menghilangkan racun pada permukaan tanah yang terakumulasi racun berhubungan dengan masalah kimia dibidang pertanian. Jika

asam humat ditambahkan ke dalam makanan, logam berat, nitrat flourid, organopospat, carbaryl, dan insektisida organic clourid dapat diserap dan dikeluarkan. 5) Asam humat merangsang reseptor sistem kekebalan tubuh dilapisan usus untk mencegah bakteri patogen.

Huck *et al* (1991) melaporkan bahwa asam humat menstimulasi pertumbuhan mikroba dalm usus. Kompiang dkk (2005) menyatakan adanya perbaikan perkembangan pertumbuhan dari *Bacillus spp*, mikroba yang digunakan sebagai probiotik in vitro dengan suplementasi asam humat pada media kultur. Penggunaan humat sebagai imbuhan pakan, telah diteliti pada ayam pedagang. Sebelumnya Kompiang dan Supriyati (2006) telah melaporkan pengaruh suplementasi asam humat terhadap kinerja ayam pedaging, meliputi PBB, FCR dan mortalitas.. Selanjutnya Yotuk *et al* (2004) menyatakan bahawa penambahan asam humat dan probiotik selama periode akhir bertelur dapat meningkatkan produksi telur, menurunkan kematian dan meningkatkan konversi ransum tetapi tidak meningkatkan kualitas telur.

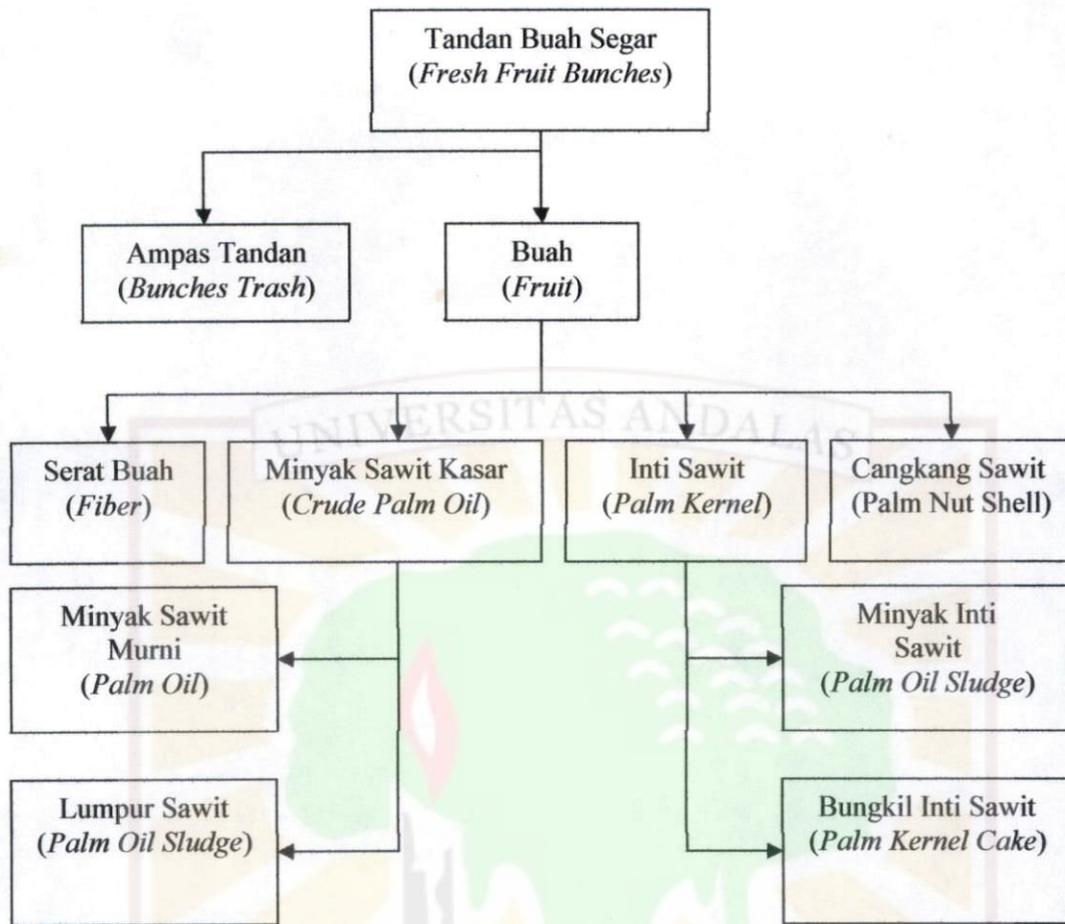
C. Potensi Bungkil Inti Sawit

Elizabeth dan Ginting (2004) menyatakan bahwa industri kelapa sawit menghasilkan banyak jenis produk sampingan yang memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak ruminansia maupun non ruminansia. Beberapa jenis hasil sampingan yang potensial untuk digunakan sebagai bahan pakan adalah pelepah sawit (palm oil frond), serabut mesokarp (palm press fibre), lumpur sawit (palm oil slufge) serta bungkil inti sawit (palm kernel cake).

Bungkil inti sawit mempunyai kontiunitas produksi yang cukup terjamin dan punya potensi yang cukup besar untuk digunakan sebagai bahan pakan ternak.

Tingkat produksi bungkil inti sawit saat ini sekitar 4 juta ton per tahun. Jumlah ini akan terus meningkat setiap tahun seiring dengan bertambahnya luas areal perkebunan kelapa sawit. Menurut PTPN (2009), laju pertumbuhan penanaman kelapa sawit meningkat setiap tahunnya sekitar 18%. Apalagi Indonesia merupakan produsen minyak kelapa sawit terbesar kedua setelah Malaysia di dunia (FAO, 2002). Dengan demikian bungkil inti sawit merupakan sumber bahan baku yang melimpah yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan alternatif. Untuk mendapatkan bungkil inti sawit diperlukan beberapa proses pengolahan tandan buah menjadi minyak, serat buah, inti sawit dan cangkang sawit. Selanjutnya inti sawit diproses lagi dan baru menghasilkan minyak sawit dan bungkil inti sawit. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.

Menurut Aritonang (1984) BIS baik untuk dijadikan pakan ternak karena disamping mengandung protein 18-19%, juga mengandung mineral Ca dan P yang seimbang. Menurut Supriadi (1997) penggunaan bungkil inti sawit dalam ransum ternak itik hanya dapat diberikan sampai level 10%. Pemberian melebihi level tersebut akan berpengaruh terhadap organ fisiologis ternak itik. Menurut Derianti (1996) bungkil inti sawit hanya dapat diberikan sampai level 10% dalam ransum ayam broiler dan sampai 16% pada ransum puyuh periode petelur (Ulfah, 1996) karena unggas kurang mampu mencerna serat kasar yang tinggi dan pecahan cangkang bungkil inti sawit dapat melukai organ pencernaan unggas.



Gambar 2. Proses Pengolahan Minyak Kelapa Sawit (Mustafa, 1988)

D. *Trichoderma Harzianum*

Kapang merupakan salah satu mikroorganisme yang termasuk kelompok fungi (Fardiaz, 1989). Enzim-enzim pemecah selulosa dapat diperoleh mikroba selulolitik seperti kapang dari genus *Trichoderma*. Menurut Wiseman (1981) *Trichoderma* mempunyai 3 jenis enzim yaitu: 1) Enzim C1 (selulose hidrolase) yang aktif merombak selulosa alami seperti kapas dan jerami padi. 2) Enzim Cx (Endoglukanase) yang aktif menghidrolisis selulosa tersebut. 3) Enzim selubiase (β -glukosidase) yang aktif menghidrolisis unit-unit selugiosa menjadi molekul-molekul glukosa.

Menurut Manjas (2007), Spesies *Trichoderma* yang memiliki enzim lengkap ialah *Trichoderma Harzianum* dengan kemampuan: 1) Mempunyai kecepatan tumbuh yang tinggi, karena kemampuan hifanya membalut atau menyelimuti atau menjalari tumpukan bahan yang akan dihancurkan sangat tergantung dengan kecepatan tumbuh tersebut. Semakin cepat bahan diselimuti oleh hifa, makin cepat pula bahan itu dirombak. Karena enzim akan dihasilkan oleh benang-benang tersebut. 2) *Trichoderma Harzianum* ini mempunyai laju respirasi yang tinggi.

E. Fermentasi Bungkil Inti Sawit dengan *Trichoderma Harzianum*

Trichoderma adalah kapang penghasil enzim selulase terbaik, sehingga berbagai strain dari *Trichoderma* dapat dijadikan sebagai penghasil enzim selulase secara besar-besaran dalam proses pembuatan gula dari bahan selulosa secara komersil. Menurut Sabrina (2001) bahwa penggunaan kapang *Rhizopus sp*, *Neurospora sitopila* dan *Trichoderma harzianum* terhadap bungkil inti sawit telah mampu memperbaiki nilai gizi yaitu terjadi peningkatan terhadap protein kasar dan daya cerna protein dan terjadi penurunan terhadap lemak dan serat kasar serta tidak terjadi perubahan kandungan Ca dan P. Ditambahkan juga bahwa dari ketiga kapang tersebut diatas, kapang *Trichoderma harzianum* yang terbaik mampu menurunkan serat kasar tertinggi yaitu dari 21.97% menjadi 17.78% dan kandungan protein kasar meningkat dari 16.20% menjadi 20.21%, serta menurunkan kadar Cu dari 22.0 ppm menjadi 20.59 ppm. Ditambahkan oleh Moore and Landecker (1982) enzim selulase dapat merombak selulosa dan hemiselulosa yang terdapat pada substrat untuk menghasilkan energy sehingga kandungan serat kasar menjadi turun.

Menurut Frazier dan Westhoff (1981) bahwa dalam pertumbuhannya *Trichoderma harzianum* bersifat aerob dan membutuhkan O₂ dalam jumlah yang cukup, suhu optimum berkisar antara 25 – 30°C dan pH optimum 4 – 6 . Bungkil inti sawit yang difermentasi dengan *Trichoderma harzianum* terjadi peningkatan PK dari 20,02% menjadi 28,08% dan menurunkan SK dari 21,08% menjadi 15,89% (Sulfida, 2002).

F. Fermentasi dan Perubahan Zat Makanan Setelah Fermentasi

Fermentasi adalah proses perombakan zat-zat makanan yang kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana yang dibantu enzim yang dihasilkan mikroba, sehingga zat makanan tersebut menjadi mudah dicerna (Winarno dkk, 1980). Widayati dan Widalestari (1996) menyatakan bahwa proses fermentasi juga memecah komponen yang kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana sehingga mudah dicerna oleh ternak, serta mensintesa beberapa vitamin dan faktor pertumbuhannya seperti riboflavin, vitamin B₁₂ dan provitamin A.

Buckle et al. (1987) mengatakan bahwa fermentasi adalah perubahan kimia dari bahan pangan yang disebabkan oleh enzim. Enzim dihasilkan oleh mikroorganisme yang telah ada pada bahan pangan tersebut. Bahan pangan yang telah difermentasikan akan berubah bentuk dan flavour dari bahan pangan aslinya. Fermentasi juga dapat meningkatkan nilai pencernaan (Saono,1976; Jay,1978; Winarno, 1980), menambah rasa dan aroma, serta meningkatkan kandungan vitamin dan mineral (Kuhad dkk., 1997).

Kandungan bahan kering setelah fermentasi terjadi penurunan karena selama fermentasi berlangsung juga terjadi proses respirasi, dimana pada proses fermentasi selain dihasilkan energi juga dihasilkan karbondioksida (CO₂),

sebagian besar air akan tertinggal dalam produk dan sebagian lagi akan keluar dari produk. Air yang tertinggal dalam produk inilah yang akan menyebabkan kadar air menjadi tinggi dan bahan kering menjadi rendah (Fardiaz, 1988).

Kandungan protein kasar setelah fermentasi sering mengalami peningkatan disebabkan kapang yang mempunyai pertumbuhan dan perkembangan yang baik, dapat mengubah lebih banyak komponen penyusun yang berasal dari tubuh kapang itu sendiri yang akan meningkatkan protein kasar dari bahan (Sukara dan Atmowidjojo, 1980). Menurut Crueger dan Crueger (1989) dengan suburnya pertumbuhan kapang maka semakin banyak pula sumbangan protein dari kapang. Ditambahkan juga oleh Fardiaz (1989) bahwa kapang mempunyai kandungan protein kasar yang tinggi yaitu sekitar 35 – 40%.

Menurut Winarno (1980) pengaruh fermentasi terhadap serat kasar adalah terjadinya pemecahan zat-zat kompleks yang terdapat pada substrat oleh enzim mikroba seperti perombakan selulosa, hemiselulosa dan polimer-polimernya sehingga akan dihasilkan gula sederhana dan turunannya. Sesuai juga dengan pendapat Moore and Landecker (1982) enzim selulase dapat merombak selulosa dan hemiselulosa yang terdapat pada substrat untuk menghasilkan energi sehingga kandungan serat kasar menjadi turun.

Menurut Shurtleff dan Aoyagi (1979) bahwa serat kasar tempe meningkat selama fermentasi berlangsung. Penambahan serat kasar disebabkan kehilangan sejumlah padatan dan peningkatan misellium sehingga akhir fermentasi serat kasar substrat meningkat (William dan Akiko, 1979). Ditambahkan juga oleh Fardiaz (1989) semakin lama waktu fermentasi yang digunakan akan semakin banyak bahan makanan yang dirombak oleh enzim,

tetapi dengan bertambahnya waktu fermentasi maka ketersediaan nutrient dari dalam media habis sehingga kapang lama-kelamaan akan mati.

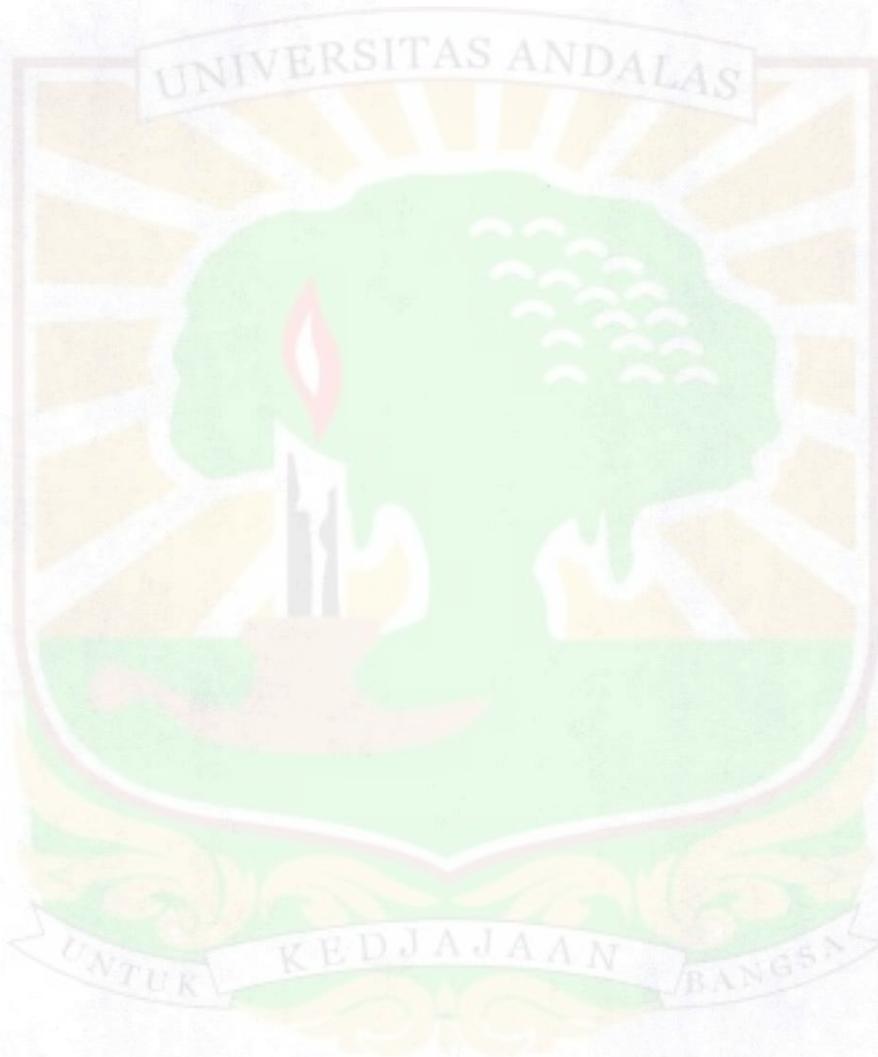
G. Faktor yang Mempengaruhi Fermentasi

Faktor yang perlu mendapat perhatian dalam fermentasi yaitu dosis inokulum, lama fermentasi, suhu pH dan kandungan gula harus diperhatikan (Frazier dan Westhoff, 1981). Mikroorganisme juga membutuhkan unsur-unsur hara seperti N, S dan P di dalam pertumbuhannya (Fardiaz, 1992). Selain itu substrat (media fermentasi), mikroorganisme dan kondisi lingkungan juga perlu diperhatikan. Karenanya kombinasi antara dosis inokulum dan lama fermentasi terhadap berbagai macam mikroorganisme dapat meningkatkan kualitas bungkilinti sawit (Sabrina, 2001 ; Harnentis, 2005).

Semakin banyak dosis inokulum yang diberikan semakin cepat fermentasi berlangsung dan semakin lama waktu fermentasi maka zat-zat yang dirombak juga semakin banyak seperti bahan kering dan bahan organik. Lama fermentasi yang singkat mengakibatkan terbatasnya kesempatan dari mikroorganisme untuk terus berkembang, sehingga komponen substrat yang dapat dirombak menjadi massa sel juga sedikit tetapi dengan waktu yang lebih lama berarti memberi kesempatan bagi mikroorganisme untuk tumbuh dan berkembang biak (Fardiaz, 1988).

Buckle et al. (1987) menambahkan bahwa kehidupan dan pertumbuhan mikroba juga sangat dipengaruhi oleh nutrient, waktu, air, pH dan tersedianya O₂. Kapang akan tumbuh dengan baik pada pH sekitar 5,0 atau sedikit dibawahnya (Moat, 1979). Moelharjo (1979) menyatakan bahwa untuk memperoleh hasil

fermentasi yang baik diperlukan kondisi fermentasi yang optimum, artinya harus ada jaminan perkembangan mikroba yang aktif untuk melakukan fermentasi.



III. MATERI DAN METODE PENELITIAN

A. Materi Penelitian

1. Bahan

1. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah bungkil inti sawit (BIS) dari PT. Incasiraya Jl. Bypass Kotamadya Padang.
2. Preparat media agar kentang dekstroksa (PDA).
3. Asam humat yang diekstrak dari tanah gambut.
4. Aquades dan mineral brooks yang mengandung $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $MnSO_4 \cdot 7H_2O$, KH_2PO_4 dan Thiamin hydroclorid.
5. Kapang *Trichoderma harzianum*.

2. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah: test tube untuk pembiakan kapang, Timbangan digital O-Hause, Autoclave untuk mensterilkan alat dan bahan, Kantong plastik, oven, alat pembakar spiritus, jarum ose, Laminar untuk menanam jamur agar tidak terkontaminasi.

3. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Industri Pakan Fakultas Peternakan Universitas Andalas Padang dari tanggal 8 Oktober 2008 sampai tanggal 30 Desember 2008.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan susunan perlakuan pola factorial 3 x 3 dengan 2 ulangan (Steel and Torrie). **Faktor pertama,**

penambahan asam humat yaitu, 0, 100, 200 ppm. **Faktor kedua**, variasi lama fermentasi, 5, 7, dan 9 hari. Data yang diperoleh dianalisa dengan sidik ragam. Perbedaan antara perlakuan diuji dengan jarak berganda Duncan't.

Bagan pengamatan masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel : Bagan Pengamatan Untuk Setiap Perlakuan

Dosis asam humat (ppm)	Ulangan	Lama fermentasi			Jumlah	Rataan
		B1	B2	B3		
A1	1	A1B1.1	A1B2.1	A1B3.1		
	2	A1B1.2	A1B2.2	A1B3.2		
Jumlah		A1B1	A1B2	A1B3	A1	
Rataan		A1B1	A1B2	A1B3		A1
A2	1	A2B1.1	A2B2.1	A2B3.1		
	2	A2B1.2	A2B2.2	A2B3.2		
Jumlah		A2B1	A2B2	A2B3	A2	
Rataan		A2B1	A2B2	A2B3		A2
A3	1	A3B1.1	A3B2.1	A3B3.1		
	2	A3B1.2	A3B2.2	A3B3.2		
Jumlah		A3B1	A3B2	A3B3	A3	
Rataan		A3B1	A3B2	A3B3		A3
Total		B1	B2	B3	G	
Rata-rata		B1	B2	B3		G

Analisis Data

Model linier percobaan :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ij} = Nilai pengamatan karena pengaruh perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

μ = Nilai tengah umum

α_i = Nilai tambah karena pengaruh lama fermentasi ke-I

β_j = Nilai tambah karena pengaruh dosis asam humat

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Nilai tambah karena pengaruh interaksi lama fermentasi ke-I dan asam humat ke-k

ε_{ijk} = Pengaruh galat dari suatu percobaan

i = Faktor A (1,2,3,4)

J = Faktor B (1,2,3)

K = Ulangan (1,2)

Analisis keragaman dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Analisis Keragaman

Sumber Keragaman	d.b	J.K	K.T	F _h	F _{tabel}	
					0,05	0,01
Faktor A	2	JKA	JKA/2	KTA/JKS		
Faktor B	2	JKB	JKB/2	KTB/JKS		
Interaksi AB	4	JKAB	JKAB/4	KTAB/JKS		
Sisa	9	JKS	JKS/9			
Total	17	JKT				

C. Peubah Yang Diukur

Adapun peubah yang diukur pada penelitian ini adalah kandungan bahan kering (BK), protein kasar (PK) dan serat kasar (SK).

1. Kandungan Bahan kering (BK)

Kandungan bahan kering dihitung dari analisa kadar air yaitu dengan cara menimbang bahan (a), selanjutnya dimasukkan dalam aluminium foil yang telah diketahui beratnya (b), dikeringkan dalam oven 60°C selama 24 jam, dan ditimbang (c), maka didapat kadar air (KA I).

$$KA\ 1 = \frac{(a + b) - c}{a} \times 100\ %$$

Sampel (a) ditimbang dengan cawan yang telah diketahui beratnya (b), selanjutnya dimasukkan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam dan didinginkan dalam eksikator dan ditimbang (c), didapat kadar air (KA2).

$$KA_2 = \frac{(a + b) - c}{a} \times 100 \%$$

Kadar air dari bahan segar adalah

$$KAS = 100 - (KA_1 + KA_2)$$

Bahan Kering didapat dari pengurangan kadar air

$$BK(\%) = 100(\%) - (\%) KAS$$

2. Kandungan Protein Kasar

Kandungan protein kasar BIS fermentasi dapat ditentukan dengan metode kjehdal yang meliputi tahap pendestruksian, destilasi, dan titrasi.

Perhitungannya :

$$\% \text{ Protein Kasar} = \frac{(Y - Z) \times N \times 0.014 \times C \times 6.25}{X} \times 100\%$$

Keterangan :

- Y : Penitaran blanko (ml)
- Z : Penitaran sampel (ml)
- N : Normalitet NaOH yang dipakai
- C : Pengenceran
- X : Berat sampel
- 0,014 : Berat atom N
- 6,25 : N dalam protein hanya 16 %

3. Kandungan Serat Kasar (berdasarkan bahan kering)

Diperoleh dengan melarutkan bahan-bahan yang dapat larut dalam asam kuat dan basa kuat, kemudian menyaringnya dan residu yang tertinggal adalah serat kasar (%).

$$\text{Serat Kasar}(\%) = \frac{b - c - a}{x} \times 100\%$$

- Keterangan:
- b = berat cawan + kertas saring + hasil saringan
 - c = berat cawan + abu
 - a = berat kertas saring
 - x = berat sampel

D. Pelaksanaan Penelitian

a. Peremajaan kapang

Kapang diremajakan pada PDA selama 7 hari pada suhu 30-37°C. Cara pembuatan medium PDA adalah sebagai berikut : Timbang 19,5 gram PDA untuk 500 ml aquades, kemudian dimasak dengan Hot Plate sampai mendidih dan berwarna bening. Masukkan ke dalam testube sebanyak 7 ml, ditutup dengan kapas dan aluminium foil. Kemudian disterilkan di dalam autoclave dengan suhu 121°C selama 15 menit. Dikeluarkan dari autoclave dan testube dimiringkan, lalu dibiarkan sampai beku. Lalu kapang diisolasi (digoreskan) dari induk kapang kedalam test tube yang sudah berisi PDA dengan menggunakan jarum ose dan diinkubasi selama 7 hari.

b. Pembuatan inokulum

Medium dedak disediakan sebanyak 100 gram lalu dimasukkan kedalam kantong plastik dan ditambahkan aquadest 60 ml kemudian diaduk-aduk sampai homogen, selanjutnya disterilkan dalam autoclave dengan suhu 121°C selama 15 menit, kemudian dibiarkan suhu turun menyamai suhu ruangan, lalu diinokulasi dengan satu test tube kapang yang telah diaduk dengan 6 ml larutan *Brook et al.* lalu dicampurkan kedalam dedak, diaduk sampai homogen, selanjutnya kantong plastik ditutup, lalu dilobang-lobangi dan diinkubasi selama 6 hari. Medium siap digunakan sebagai inokulum.

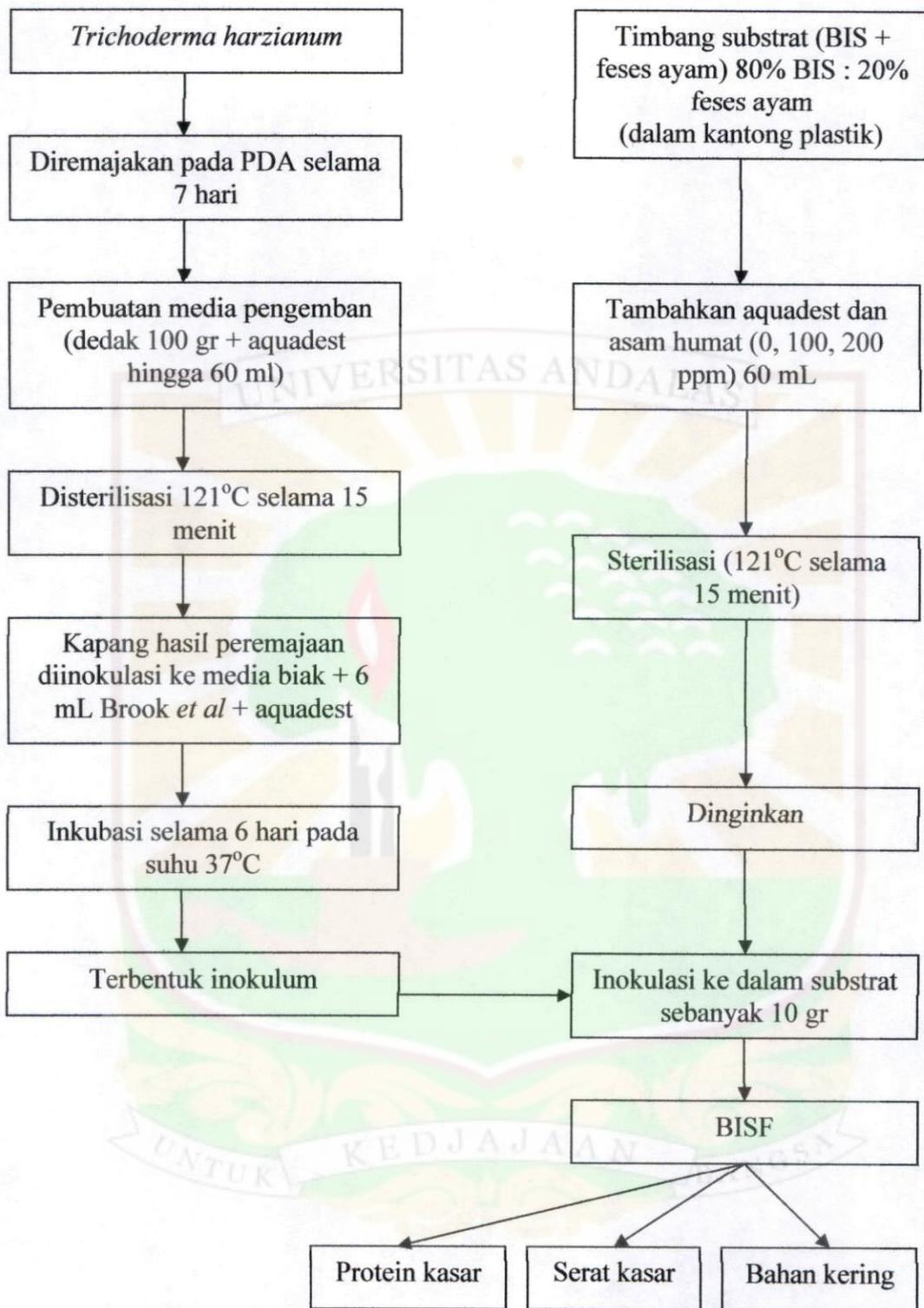
c. Penyiapan substrat fermentasi

Substrat fermentasi adalah bungkil inti sawit yang diperoleh dari pabrik pengolahan sawit. Terlebih dahulu bungkil inti sawit direndam dengan asam

humat 400 ppm selama 18 jam (Mirnawati, 2008). Setelah itu BIS dicuci sampai pH netral dan dikeringkan dengan panas matahari.

d. Pelaksanaan fermentasi

Persiapkan substrat fermentasi media padat. Substrat merupakan campuran BIS dengan feses ayam dengan perbandingan 80% BIS + 20% feses ayam (Mirnawati dkk, 2006). Substrat dimasukkan ke dalam kantong plastik polypropilen transparan, dan ditambah dengan 60 ml aquadest dan asam humat dengan dosis masing-masing yaitu 0, 100, dan 200 ppm dimasukkan kedalam plastik dan dicampur. Kemudian disterilisasi dalam autoclave 121°C selama 30 menit. Setelah suhu bahan turun diinokulasi dengan inokulum dedak 6 hari dan diinkubasi masing-masing selama 5, 7, dan 9 hari. Selanjutnya dimatikan kapang dengan cara memasukkan kedalam oven suhu 80°C selama 2 jam, lalu dilanjutkan pemanasan pada suhu 60°C sampai sample kering, setelah itu sample digiling dengan blender dan siap untuk dianalisa. Untuk lebih jelasnya dapt dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Skema pelaksanaan penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Dosis Asam Humat dan Lama Fermentasi Terhadap Kandungan Bahan Kering

Rataan kandungan bahan kering BISF berkisar antara 39,915% sampai 50,09%. Kandungan bahan kering tersebut lebih rendah dibandingkan dengan kandungan bahan kering BIS sebelum difermentasi yaitu 87,30%.

Tabel 3. Rataan Kandungan Bahan Kering Bungkil Inti Sawit Fermentasi pada masing-masing perlakuan (berdasarkan berat segar)

Dosis asam Humat	Lama fermentasi			Rataan
	B1	B2	B3	
A1	48,33 ^b	49,16 ^a	50,09 ^a	49,19
A2	46,72 ^c	39,92 ^g	48,46 ^a	45,03
A3	44,82 ^c	42,63 ^f	46,035 ^d	44,49
Rataan	46,62	43,90	48,195	

Keterangan : Superskrip yang berbeda antara perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara dosis asam humat dengan lama fermentasi, sedangkan masing-masing faktor dosis asam humat dan lama fermentasi juga memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap bahan kering bungkil inti sawit fermentasi (lampiran 4).

Setelah dilakukan uji DMRT terdapat interaksi antara dosis asam humat dengan lama fermentasi ($P > 0,05$) (Lampiran 5). Perbedaan kandungan BK diantara perlakuan disebabkan perbedaan level asam humat dan lama fermentasi. Pada penelitian ini diperoleh hasil optimal pada level asam humat 100 ppm dan lama fermentasi 7 hari, dimana pada kombinasi perlakuan tersebut diperoleh kandungan BK 39,92 (berdasarkan berat segar), Tabel 3. Hal ini disebabkan oleh fungsi asam humat dalam meningkatkan metabolisme kapang *Trichoderma harzianum*, dimana unsur hara seperti mineral dan P berfungsi sebagai koenzim

sehingga metabolisme kapang meningkat. Stevenson (1994) menambahkan bahwa asam humat dapat menyediakan unsur-unsur hara seperti N, S dan P serta energi bagi aktifitas mikroorganisme.

Perbedaan lama fermentasi juga menghasilkan interaksi yang berbeda antara perlakuan terhadap kandungan BK, karena kapang *Trichoderma harzianum* juga mempunyai waktu optimum untuk pertumbuhan, dimana pada lama fermentasi 7 hari adalah fase pertumbuhan cepat. Dimana pada waktu tersebut metabolit primer seperti enzim-enzim banyak dihasilkan. Sesuai dengan pendapat Purwantisari (2005) bahwa waktu generasi untuk *Trichoderma harzianum* tertinggi pada masa inkubasi 7 – 8 hari. Semakin banyak kapang yang tumbuh maka semakin banyak zat makanan yang dirombak sebagai sumber energi. Akibatnya molekul air yang dihasilkan dari proses metabolisme kapang juga meningkat. Sesuai dengan pendapat Fardiaz (1988) bahwa selama fermentasi berlangsung, mikroorganisme menggunakan karbohidrat sebagai sumber energi yang dapat menghasilkan molekul air dan CO₂. Sebagian besar air akan tertinggal dalam produk dan sebagian lagi akan keluar dari produk. Air yang tertinggal dalam produk inilah yang akan menyebabkan kadar air menjadi tinggi dan bahan kering menjadi rendah (Winarno *et al.*, 1980).

Pada dosis asam humat 0 ppm baik pada lama fermentasi 5 hari, 7 hari dan 9 hari ada kecenderungan terjadi peningkatan bahan kering. Hal ini disebabkan karena tidak adanya penambahan asam humat. Sedangkan pada dosis asam humat 100 ppm terjadi penurunan bahan kering baik pada lama fermentasi 5 hari, 7 hari tetapi pada hari ke 9 terjadi peningkatan kembali, hal ini disebabkan adanya penambahan asam humat, tetapi walaupun adanya penambahan asam humat

kandungan bahan kering pada lama fermentasi 9 hari kembali meningkat. Hal ini disebabkan pH pada hari ke 9 meningkat yaitu pH 7,42 (Lampiran 3). Pada dosis 200 ppm pada hari ke 7 bahan kering lebih rendah dibandingkan lama fermentasi 5 dan 9 hari. Ini terjadi karena lama fermentasi 7 hari memang waktu yang optimal untuk pertumbuhan kapang *Trichoderma harzianum*, tapi penambahan asam humat 200 ppm memberikan hasil yang juga tidak optimal, karena penambahan asam humat 200 ppm akan meningkatkan pH substrat produk fermentasi (5 hari pH 7,57; 7 hari pH 6,67; 9 hari pH 9,68) sehingga kapang tidak bisa tumbuh dengan subur, sesuai dengan pendapat Frazier dan Westhoff (1981) bahwa dalam pertumbuhannya *Trichoderma harzianum* bersifat aerob dan membutuhkan O₂ dalam jumlah yang cukup, suhu optimum berkisar antara 25 – 35°C dan pH optimum 4 – 6.

B. Pengaruh Dosis Asam Humat dan Lama Fermentasi Terhadap Kandungan Protein Kasar

Rataan kandungan protein kasar BISF berkisar antara 16,38 % sampai 21,11 % (Tabel 4). Kandungan protein kasar tertinggi didapatkan pada perlakuan dengan dosis 100 ppm yaitu 21,11 %. Kandungan protein kasar tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan protein kasar BIS sebelum difermentasi yaitu 16,07%.

Tabel 4. Rataan Kandungan Protein Kasar (%BK) BISF Bungkil Inti Sawit Fermentasi

Dosis asam Humat	Lama fermentasi			Rataan
	B1	B2	B3	
A1	18,46 ^b	19,21 ^b	17,91 ^c	18,52
A2	18,07 ^b	21,11 ^a	18,52 ^b	19,23
A3	16,59 ^c	19,14 ^b	16,38 ^d	17,37
Rataan	17,71	19,82	17,6	

Keterangan : Superskrip yang berbeda antara perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara dosis asam humat dengan lama fermentasi, begitu juga masing-masing faktor memperlihatkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan protein kasar (Lampiran 6). Hasil uji DMRT terhadap dosis asam humat menunjukkan bahwa rataan kandungan protein kasar pada perlakuan A2B2 (dosis asam humat 100 ppm) sangat nyata ($P < 0,01$) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Lampiran 7).

Tingginya kandungan protein pada perlakuan A2B2 disebabkan pertumbuhan kapang yang optimum pada perlakuan tersebut dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Semakin banyak kapang yang tumbuh maka akan meningkatkan kandungan protein bahan, karena kapang itu sendiri mengandung protein dan menghasilkan enzim-enzim. Hal ini sesuai dengan pendapat Fardiaz (1988) bahwa kapang mempunyai kandungan protein kasar yang tinggi yaitu sekitar 35 - 40 %.

Pada dosis asam humat 100 dan lama fermentasi 7 hari dihasilkan enzim protease yang dapat mendegradasi protein substrat (campuran BIS dan feses) menjadi molekul peptida yang mudah diserap oleh mikroorganisme sehingga mikroorganisme bertumbuh dengan cepat dan menghasilkan protein tubuh mikroba / kapang, sehingga protein kasar substrat meningkat.

Pada perlakuan 0 ppm yaitu lama fermentasi 5 hari (A1B1), 7 hari (A2B2), dan 9 hari (A1B3) kandungan protein kasarnya tidak berbeda nyata. Pada perlakuan 200 ppm kandungan protein kasar pada lama fermentasi 7 hari (A3B2) tidak berbeda nyata dengan kandungan protein pada perlakuan 0 ppm dengan lama fermentasi 7 hari (A1B1). Hal ini disebabkan pada dosis 0 ppm tidak adanya penambahan asam humat sehingga tidak adanya tambahan energi untuk pertumbuhan kapang. Sedangkan pada dosis 200 ppm walaupun ada penambahan asam humat, tetapi pada 5 hari karena kapang masih dalam pertumbuhan awal maka belum terlihat efek penambahan asam humat terhadap peningkatan protein kasar, sementara pada hari ke 7 kandungan protein kasar agak meningkat, tapi penambahan asam humat terlalu banyak menyebabkan pH akan meningkat 6,67. Moat (1979) menyatakan bahwa kapang akan tumbuh dengan baik pada pH sekitar 5,0 atau sedikit dibawahnya.

C. Pengaruh Dosis Asam Humat dan Lama Fermentasi Terhadap Kandungan Serat Kasar

Rataan kandungan protein kasar BISF berkisar antara 8,98 % sampai 21,16 % (Tabel 4). Kandungan protein kasar tertinggi didapatkan pada perlakuan dengan dosis 100 ppm yaitu 21,105 %. Kandungan protein kasar tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan protein kasar BIS sebelum difermentasi yaitu 16,07%.

Tabel 4. Rataan Kandungan Serat Kasar (%BK) Bungkil Inti Sawit Fermentasi.

Dosis asam Humat	Lama fermentasi			Rataan
	B1	B2	B3	
A1	17,67 ^b	9,92 ^e	13,67 ^c	13,75
A2	11,64 ^d	8,98 ^f	10 ^e	10,20
A3	21,16 ^a	12,52 ^c	17,54 ^b	17,08
Rataan	16,82	10,47	13,74	

Keterangan : Superskrip yang berbeda antara perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara dosis asam humat dengan lama fermentasi, begitu juga masing-masing faktor memperlihatkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan serat kasar BISF (Lampiran 7). Hasil uji DMRT terdapat interaksi antara dosis asam humat terhadap kandungan serat kasar dengan lama fermentasi ($P < 0,01$) (Lampiran 8). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa SK pada perlakuan A2B2 lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya ($P < 0,01$)

Hal ini disebabkan oleh kerja enzim selulase yang dapat merombak komponen makromolekul seperti selulosa menjadi mikromolekul seperti glukosa, sehingga selulosa sebagai komponen SK dalam substrat (campuran BIS dan feses) akan menurun. Pada perlakuan A2B2 terlihat bahwa peran asam humat pada level 100 ppm sangat baik mendukung pertumbuhan *Trichoderma harzianum* sehingga pada level tersebut asam humat dapat dikatakan berfungsi sebagai growth promotor. Hal yang sama juga didukung oleh (Hensen, 1998) bahwa asam humat dapat digunakan sebagai growth promotor pertumbuhan mikroorganisme. KOMPIANG et al (2005) menambahkan suplementasi asam humat pada air minum ayam dapat meningkatkan pertumbuhan *Bacillus spp* pada saluran cerna ayam pedaging.

Pada penambahan asam humat 0 ppm baik pada hari ke 5, hari ke 7 serta hari ke 9 memperlihatkan kapang tumbuh kurang subur karena tidak adanya penambahan asam humat, tetapi pada hari ke 7 lebih baik daripada hari ke 5 dan 9. Pada dosis asam humat 100 ppm kandungan serat kasar pada lama fermentasi 7 hari lebih baik daripada lama fermentasi 5 hari dan 9 hari. Dosis asam humat 100 ppm adalah dosis yang optimal bagi pertumbuhan kapang, karena lama fermentasi 5 hari menyebabkan kapang belum tumbuh sempurna, sedangkan pada hari ke 9 kapang sudah melebihi batas waktu pertumbuhannya, karena lama waktu fermentasi terbaik bagi kapang *Trichoderma harzianum* adalah 7 hari.

Sedangkan pada dosis asam humat 200 ppm baik pada lama fermentasi 5 hari, 7 hari dan 9 hari juga memperlihatkan penurunan serat kasar, dimana lama fermentasi 7 hari memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan lama fermentasi 5 hari dan 9 hari. Pada lama fermentasi 5 hari kapang belum tumbuh optimal, karena kapang baru mengalami fase pertumbuhan awal, sedangkan pada lama fermentasi 9 hari kapang juga tidak bisa tumbuh subur karena dengan penambahan asam humat 200 ppm akan meningkatkan pH substrat 9,68 (Lampiran 3), sesuai dengan pendapat Frazier dan Westhoff (1981) bahwa dalam pertumbuhannya *Trichoderma harzianum* bersifat aerob dan membutuhkan O₂ dalam jumlah yang cukup, suhu optimum berkisar antara 25 – 35°C dan pH optimum 4 – 6.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perlakuan A2B2 yaitu dosis 100 ppm dengan lama fermentasi 7 hari memberikan hasil terbaik dengan kandungan bahan kering 39,92% dan kandungan protein kasar 21,11% serta kandungan serat kasar 8,98%.



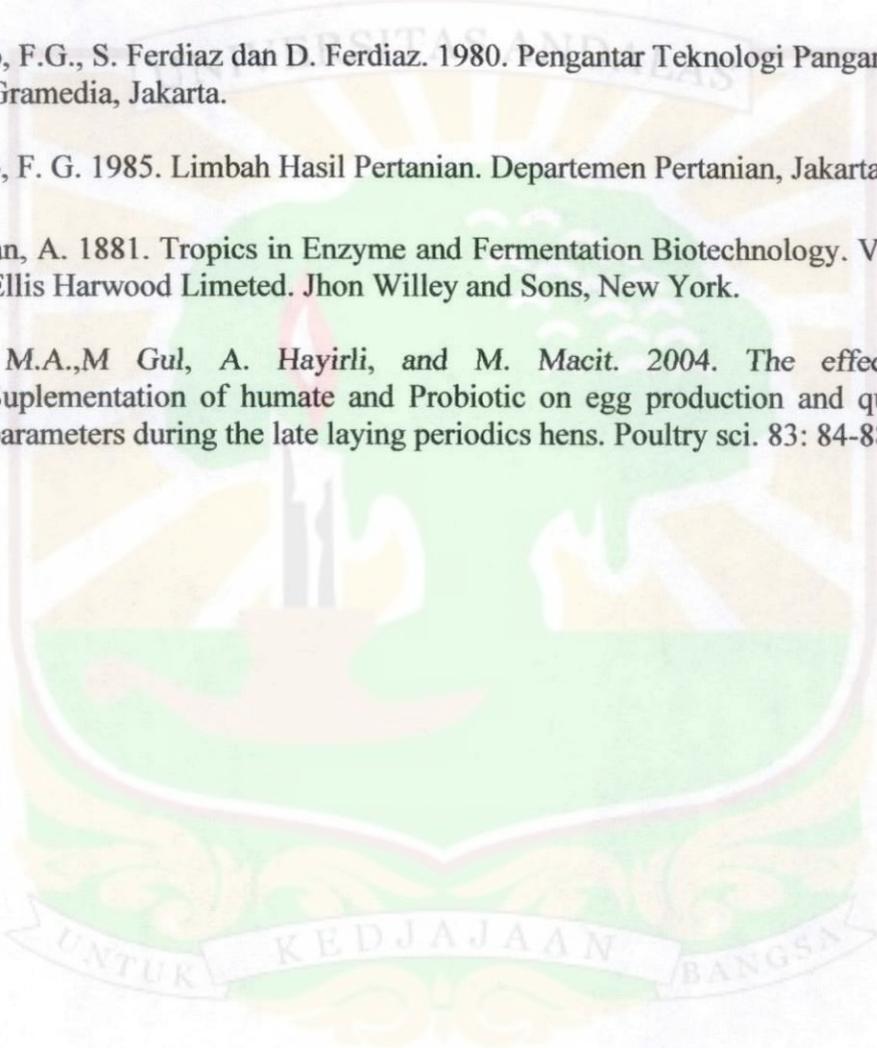
DAFTAR PUSTAKA

- Aritonang, 1986. Perkebunan Kelapa Sawit Sumber Pakan Ternak di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian* V (4) : 93-99.
- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. fleet and M.Wooton. 1987. Ilmu Pangan. Diterjemahkan oleh H. Purnomo dan Adiono. University Indonesia Press, Jakarta.
- Crueger, W and A. Crueger. 1990. *Biotechnologi : A Textbook of Industrial Microbiology* 2nd ed. Science Tech Publisher, Wisconsin.
- Derianti, L. 1996. Pengaruh pemakaian bungkil inti sawit sebagai pengganti bungkil kedele dalam ransom terhadap pertumbuhan ayam broiler. Skripsi. Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Padang.
- Elizabeth, J dan S.P Ginting. 2004. Pemanfaatan hasil sampingan kelapa sawit sebagai bahan pakan ternak sapi potong. Prosiding Lokakarya Nasional. Departemen Pertanian Bogor.
- Enviromate, T. M. 2002. *Effect of humic acid on animal and humans (literature review and current research)*, Efect of humic acid, Enviromate Inc. 8571. Boat Club Road, Forth Worth, Texas 76719. <http://www.enviromateinc.com/effect.she.asp>
- F.A.O. 2002. Faostat agriculture data. <http://Appps.fao.org>. Diakses tanggal 12 Oktober 2008 pukul 15.37 WIB.
- Fardiaz, S. 1988. Fermentasi Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Fardiaz, S. 1989. Fisiologi Fermentasi. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Fardiaz, S. 1992. Mikrobiologi Pangan. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Harnentis, Misrawati, Mirzah. 2005. Teknologi Pengolahan Bungkil Inti Sawit untuk Meningkatkan Daya Gunanya Sebagai Pakan Ternak Unggas. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. XIII. Departemen Pendidikan Nasional.
- Hensen, D. O. 1998. Aquatic humic substance. <http://en.wikipedia.org>. Diakses tanggal 10 Mei 2010 pukul 02.20 WIB.
- Huck, T.A., N. Porter, M.E.Bushell. 1991. Effect of Hamates on Microbial Activity Gen. Microbiol. Vol. 137. Issue 10. Pages 2321-2329.

- Humate. 2003. Humate of Indonesia. <http://www.humate-indonesia.co.cc>. Diakses tanggal 21 Maret 2010 pukul 14.15 WIB.
- Jay,L.M. 1978. Modern Food Microbiologi. D Van Nostrund Company, New York, Toronto, London.
- Kompiang, I P, Deamayanti Z. T. Haryati. 2005. Peningkatan Efektifitas Probiotik. Kupulan Hasil-hasil Penelitian APBN 2004. Buku II : Ternak Non-Ruminansia. Balai Penelitian Ternak. Bogor 156 – 169.
- Kompiang, I P. dan Supriyati. 2006. Pengaruh asam humat terhadap kinerja ayam pedaging. *JITV (in press)*.
- Kucukersan, S., K. Kucukersan, I. Colpan, E. Goncoglu, Z. Reisli, D. Yesilbag. 2005. The effect of humic acid on egg production and egg traits of laying hen. *Vet. Med-Czech*, 50, 2005, (9) : 406-410.
- Kuhad, R.C., A. Singh, K.K. Tripathi, R.K. Saxena, dan K. Eriksson. 1997. Mikroorganisms as Alternative Source Prorein. *Nutr. Rev* 55, 65-75.
- Manjas, Eva. 2007. Petunjuk Praktek Perbanyakkan Massal *Trichoderma Harzianum*. UPTD Balai Diklat Pertanian Tanaman Pangan dan Holtikultura, Padang.
- Mirawati, A. Djulardi, dan A. Darma, 2006. Teknologi bioproses tepung bulu ayam untuk meningkatkan bioavailabilitinya sebagai pakan unggas. Laporan Penelitian Fundamental. Dikti.
- Mirawati. 2008. Peran asam humat dalam bioteknologi fermentasi bungkil inti sawit untuk meningkatkan daya gunanya sebagai pakan unggas. Proposal Penelitian. Program Pasca Sarjana. Universitas Andalas, Padang.
- Moat, A.G. 1979. Microbial Physiology. A Wiley Interscience Publication. John Wiley and son Inc, New York.
- Moeljoharjo, D.S. 1979. Pengantar Biokimia. Dept. Biokimia Fakultas Kedokteran Hewan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Moore, E and Landecker. 1982. Fundamental of the Fungi. Prentice-Hall. In Englewood Cliff. New Jersey.
- Mustafa, A. B. 1988. The use of palm kernel cake as annual feed (Part I). *Asian Livestock* Vol. XIII, No. 2. FAO Regional Office, Bangkok.
- PTPN. 2009. Luas perkebunan kelapa sawit nasional. <http://www.datacon.co.id>. Diakses tanggal 2 Maret 2010 pukul 14.15 WIB.

- Purwantisari, Susiana, dkk. 2005. Produksi biofungisida berbahan baku mikroba antagonis indigenous untuk pengendalian penyakit londoh pada tanaman kentang di centra penanaman kentang di Jawa Tengah. <http://issuu.com/publishgold/docs/8-biofungisida>. Diakses tanggal 10 Mei 2010 pukul 15.18 WIB.
- Rizal, Y. 2006. Ilmu Nutrisi Unggas. Andalas University Press, Padang.
- Sabrina, Nuraini, MH, Abas, Boyon, R. Zein. 2001. Peningkatan Kualitas Bungkil Inti Sawit Melalui Pendekatan Bioteknologi dengan Berbagai Jenis Kapang. Laporan Penelitian Hibah Bersaing, Dikti.
- Saono, S. 1976. Pemanfaatan Jasad Renik dalam Pengolahan Hasil Sampingan atau Sisa-sisa Hasil Produksi Pertanian. Berita LIPI.18 (4) : 1-11. Jakarta.
- Senn, T. L and A. R. Kingman, 1973. A review of humus and humic acids. Research Series Report No. 145. South Carolina Agricultural Experiment Station, Clemson, Sc.
- Shurtleft, W. And A. Aoyagi. 1979. A Super Food from Indonesia. The Book of tempeh. Harper and Raw. Newe York.
- Steel, R. G. D and J. H. Torrie. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistik Suatu Pendekatan Biometrik, Ed.2, Cet.2. Alih bahasa B. Sumantri. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Stevenson, F.J. 1994. Humus Chemictry, Genesis, Compotition, Reactions. A Wiley-Interscience & sons. New York. 496 pp.
- Sukara, E dan E.T. Atmowijoyo. 1980. Pemanfaatan ubi kayu untuk produksi enzim amylase, optimasi nutrisi untuk fermentasi substrat cair dengan menggunakan kapang *Rhizopus sp.* Prosiding Seminar Nasional UPT-EEP. hal. 506-507.
- Sulaiman. 1988. Studi pembuatan protein mikroba dengan ragi amiolitik dan ragi simbal pada media padat dengan bahan ubi kayu (*Manihot utilissima*). Laporan Penelitian. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sulfida. 2002. Pengaruh pemberian bungkil inti sawit yang difermentasi dengan kapang *Trichoderma harzianum* dalam ransom broiler. Skripsi. Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Padang.
- Supriadi. 1997. Pengaruh penggunaan bungkil inti sawit terhadap organ fisiologi itik periode pertumbuhan. Skripsi. Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Padang.
- Tan, K. H. 1996. *Principle of Soil Chemistry. Third Edition Reviced and Expanded*, Marcel Decker, Inc New York.

- Ulfah. 1996. Pengaruh penggunaan bungkil inti sawit dalam ransum puyuh (*Cortunix cortunix japonica*) periode petelur. Skripsi. Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Padang.
- Widayati, E. dan Y. Widalestari. 1996. Pengolahan limbah untuk pakan ternak. Majalah Trubus, Surabaya.
- William, S. and Akiko. 1979. the Microbiology and Chemistry of tempeh *Fermentation. The book of Tempeh Profesional. Harper and Row Publisher.*
- Winarno, F.G., S. Ferdiaz dan D. Ferdiaz. 1980. Pengantar Teknologi Pangan. PT. Gramedia, Jakarta.
- Winarno, F. G. 1985. Limbah Hasil Pertanian. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Wiswman, A. 1881. Tropics in Enzyme and Fermentation Biotechnology. Vol. 4. Ellis Harwood Limeted. Jhon Willey and Sons, New York.
- Yoruk, M.A.,M Gul, A. Hayirli, and M. Macit. 2004. The effect of Suplementation of humate and Probiotic on egg production and quality parameters during the late laying periodics hens. Poultry sci. 83: 84-88.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Kandungan Zat Makanan Bungkil Inti Sawit

Bahan	Bahan Kering (%)	Protein Kasar (%)	Serat Kasar (%)
Bungkil Inti Sawit	87,30	16,07	21,35

Keterangan : Hasil Analisis Laboratorium Teknologi Industri Pakan Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Padang 2009.

Lampiran 2. Kandungan Zat Makanan Bungkil Inti Sawit Sebelum Fermentasi

Bahan	Bahan Kering (%)	Protein Kasar (%)	Serat Kasar (%)
A1B0	87,94	16,99	22,66
A2B0	87,86	16,5	22,83
A3B0	87,56	16,25	23,46

Lampiran 3. Kandungan pH Bungkil Inti Sawit Selama Fermentasi

Dosis asam Humat	Lama fermentasi		
	B1 (5 hari)	B2 (7 hari)	B3 (9 hari)
A1 (0 ppm)	6,63	5,88	8,23
A2 (100 ppm)	6,53	5,86	7,48
A3 (200 ppm)	7,57	6,67	9,68

Lampiran 4. Kandungan Bahan Kering Bungkil Inti Sawit Fermentasi (%)

Dosis asam	Lama fermentasi			jumlah	rataan
	Humat	B1	B2		
A1		49,09	48,64	50,01	
		49,23	48,02	50,17	
Jumlah		98,32	96,66	100,18	295,16
Rataan		49,16	48,33	50,09	49,19
A2		47,22	39,85	48,22	
		46,22	39,98	48,7	
Jumlah		93,44	79,83	96,92	270,19
Rataan		46,72	39,915	48,46	45,03
A3		45,07	42,11	45,85	
		44,56	43,15	46,22	
Jumlah		89,63	85,26	92,07	266,96
Rataan		44,82	42,63	46,04	44,49
Total		281,39	261,75	289,17	832,31
rata-rata		46,89	43,63	48,19	46,24

Penurunan Bahan Kering Bungkil Inti Sawit Fermentasi (%)

Dosis asam	Lama fermentasi			jumlah	rataan
	Humat	B1	B2		
A1		44,18	44,69	43,13	
		44,02	45,39	42,95	
Jumlah		88,2	90,08	86,08	264,36
Rataan		44,1	45,04	43,04	44,06
A2		46,25	54,64	45,11	
		47,39	54,49	44,57	
Jumlah		93,64	109,13	89,68	292,45
Rataan		46,82	54,57	44,84	48,74
A3		48,53	51,91	47,64	
		49,11	50,72	47,21	
Jumlah		97,64	102,63	94,85	295,12
Rataan		48,82	51,32	47,43	49,19
Total		279,48	301,84	270,61	851,93
rata-rata		46,58	50,31	45,10	47,33

Rata-rata perlakuan

Dosis asam Humat	Lama fermentasi			Rataan
	B1 (5 hari)	B2 (7 hari)	B3 (9 hari)	
A1 (0 ppm)	44,1 ^f	45,04 ^c	43,04 ^g	44,06
A2 (100 ppm)	46,82 ^d	54,57 ^a	44,84 ^f	48,74
A3 (200 ppm)	48,82 ^c	51,32 ^b	47,43 ^c	49,19
Rataan	46,58	50,31	45,10	

Perhitungan Statistik

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{Y^c}{rab} \\
 &= \frac{(851,93)^2}{18} \\
 &= 40321,37
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKT &= \sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk}^2 - FK \\
 &= (44,18^2 + \dots + 47,21^2) - FK \\
 &= 224,05
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKA &= \frac{\sum_i (a_i)^2}{rb} - FK \\
 &= \frac{(264,36)^2 + (292,45)^2 + (295,12)^2}{6} - FK \\
 &= 96,8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKP &= \frac{\sum_i \sum_j Y_{ij}^2}{r} - FK \\
 &= \frac{(88,2^2 + \dots + 94,85^2)}{2} - FK \\
 &= 222
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKB &= \frac{\sum_j (b_j)^2}{ra} - FK \\
 &= \frac{(279,48)^2 + (301,84)^2 + (270,61)^2}{6} - FK \\
 &= 86,34
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKAB &= JKP - JKA - JKB \\
 &= 222 - 96,8 - 86,34 \\
 &= 38,86
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKS &= JKT - JKA - JKB - JKAB \\
 &= 224,05 - 96,8 - 86,34 - 38,86 \\
 &= 2,05
 \end{aligned}$$

Tabel Analisis Ragam

SK	Db	JK	KT	Fhit	Ftab	
					0.05	0.01
A	2	96,8	48,4	210,43**	4,26	8,02
B	2	86,34	43,17	187,69**	4,26	8,02
AB	4	38,86	9,715	42,24**	3,63	6,42
Sisa	9	2,05	0,23			
Total	17	224,05				

Ket : ** = berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)
 ns = berbeda tidak nyata ($P < 0,05$)

Uji Lanjut DMRT Terhadap Penurunan Bahan Kering

$$SE = \sqrt{\frac{KTS}{r}} = \sqrt{\frac{0,23}{2}} = 0,34$$

P	SE	SSR 0,05	LSR 0,05	SSR 0,01	LSR 0,01
2	0.34	3,2	1,09	4,6	1,56
3	0.34	3,34	1,14	4,86	1,65

Nilai rata-rata interaksi faktor A1 terhadap faktor B

$$A1B2 = 45,04$$

$$A1B1 = 44,1$$

$$A1B3 = 43,04$$

Pengujian :

Perlakuan	Selisih	LSR 5%	LSR 1%	Ket
A1B2 - A1B1	0.94	1,09	1,56	ns
A1B2 - A1B3	2	1,14	1,65	**
A1B1 - A1B3	1.06	1,09	1,56	ns

Nilai rata-rata interaksi faktor A2 terhadap faktor B

A2B2 = 54,57

A2B1 = 46,82

A2B3 = 44,84

Pengujian :

Perlakuan	Selisih	LSR 5%	LSR 1%	Ket
A2B2 - A2B1	7,75	1,14	1,65	**
A2B2 - A2B3	9,73	1,14	1,65	**
A2B1 - A2B3	1,98	1,09	1,56	**

Nilai rata-rata interaksi faktor A3 terhadap faktor B

A3B2 = 51,32

A3B1 = 48,82

A3B3 = 47,43

Pengujian :

Perlakuan	Selisih	LSR 5%	LSR 1%	Ket
A3B2 - A3B1	2,5	1,14	1,65	**
A3B2 - A3B3	3,89	1,14	1,65	**
A3B1 - A3B3	1,39	1,09	1,56	**

Nilai rata-rata interaksi faktor B1 terhadap faktor A

A3B1 = 48,82

A2B1 = 46,82

A1B1 = 44,1

Pengujian :

Perlakuan	Selisih	LSR 0.05	LSR 0.01	Ket
A3B1 - A2B1	2	1,09	1,56	**
A3B1 - A1B1	4,72	1,14	1,65	**
A2B1 - A1B1	2,72	1,14	1,65	**

Nilai rata-rata interaksi faktor B2 terhadap faktor A

A2B2 = 54,57

A3B2 = 51,32

A1B2 = 45,04

Pengujian :

Perlakuan	Selisih	LSR 5%	LSR 1%	Ket
A2B2 - A3B2	3,25	1,09	1,56	**
A2B2 - A1B2	9,53	1,14	1,65	**
A3B2 - A1B2	6,28	1,14	1,65	**

Nilai rata-rata interaksi faktor B3 terhadap faktor A

A3B3 = 47.43

A2B3 = 44.84

A1B3 = 43.04

Pengujian :

Perlakuan	Selisih	LSR 5%	LSR 1%	Ket
A3B3 - A2B3	2,59	1,14	1,65	**
A3B3 - A1B3	4,39	1,14	1,65	**
A2B3 - A1B3	1,8	1,09	1,56	**

Lampiran 5. Kandungan Protein Kasar Bungkil Inti Sawit Fermentasi (%)

Dosis asam	Lama fermentasi			jumlah	rataan
	B1	B2	B3		
Humat	B1	B2	B3		
A1	18,74	19,5	17,74		
	18,18	18,91	18,07		
Jumlah	36,92	38,41	35,81	111,14	
Rataan	18,46	19,21	17,91		
A2	17,57	20,94	18,46		
	18,57	21,27	18,57		
Jumlah	36,14	42,21	37,03	115,38	
Rataan	18,07	21,11	18,52		19,23
A3	16,63	19,36	17,83		
	16,54	18,91	17,43		
Jumlah	33,17	38,27	35,26	106,7	
Rataan	16,59	19,135	17,63		17,78
Total	106,23	118,89	108,1	333,22	
rata-rata	17,71	19,82	18,02		18,51

Peningkatan Protein Kasar Bungkil Inti Sawit Fermentasi (%)

Dosis asam	Lama fermentasi			jumlah	rataan
	B1	B2	B3		
Humat	B1	B2	B3		
A1	10,3	14,77	4,41		
	7	11,3	6,36		
Jumlah	17,30	26,07	10,77	54,14	
Rataan	8,65	13,04	5,39		9,02
A2	6,49	26,91	11,88		
	12,55	28,91	12,55		
Jumlah	19,04	55,82	24,43	99,29	
Rataan	9,52	27,91	12,22		16,55
A3	2,34	19,14	9,72		
	1,79	16,37	7,26		
Jumlah	4,13	35,51	16,98	56,62	
Rataan	2,07	17,755	8,49		9,44
Total	40,47	117,4	52,18	210,05	
rata-rata	6,75	19,57	8,69		11,67

Rata-rata perlakuan

Dosis asam Humat	Lama fermentasi			Rataan
	B1 (5 hari)	B2 (7 hari)	B3 (9 hari)	
A1(0 ppm)	8,65 ^c	13,04 ^b	5,39 ^c	9,02
A2 (100 ppm)	9,52 ^b	27,91 ^a	12,22 ^b	16,55
A3 (200 ppm)	2,07 ^d	17,76 ^b	8,49 ^c	9,44
Rataan	6,75	19,57	8,69	

Perhitungan Statistik

$$\begin{aligned}FK &= \frac{Y^2}{rab} \\ &= \frac{(210,05)^2}{18} \\ &= 2451,17\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}JKT &= \sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk}^2 - FK \\ &= (10,3^2 + \dots + 7,26^2) - FK \\ &= 958,04\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}JKA &= \frac{\sum_i (a_i)^2}{rb} - FK \\ &= \frac{(54,14^2 + 99,29^2 + 56,62^2)}{6} - FK \\ &= 214,74\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}JKP &= \frac{\sum_i \sum_j Y^2_{i,j}}{r} - FK \\ &= \frac{(17,30^2 + \dots + 16,98^2)}{2} - FK \\ &= 917,07\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}JKB &= \frac{\sum_j (b_j)^2}{ra} - FK \\ &= \frac{(40,47^2 + 117,4^2 + 52,18^2)}{6} - FK \\ &= 572,72\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKAB &= JKP - JKA - JKB \\
 &= 917,07 - 214,74 - 572,72 \\
 &= 129,61
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKS &= JKT - JKA - JKB - JKAB \\
 &= 958,04 - 214,74 - 572,72 - 129,61 \\
 &= 40,97
 \end{aligned}$$

Tabel Analisis Ragam

SK	Db	JK	KT	Fhit	F.tab	
					0.05	0.01
A	2	214,74	107,37	23,59**	4,26	8,02
B	2	572,72	286,36	62,94**	4,26	8,02
AB	4	129,61	32,40	7,12**	3,63	6,42
Sisa	9	40,97	4,55			
Total	17	958,04				

Ket : ** = berbeda sangat nyata

Uji Lanjut DMRT Terhadap Peningkatan Protein Kasar

$$SE = \sqrt{\frac{KTS}{r}} = \sqrt{\frac{4,55}{2}} = 1,51$$

P	SE	SSR 0,05	LSR 0,05	SSR 0,01	LSR 0,01
2	1,51	3,2	4,83	4,6	6,95
3	1,51	3,34	5,04	4,86	7,34

Nilai rata-rata interaksi faktor A1 terhadap faktor B

$$A1B2 = 13,04$$

$$A1B1 = 8,65$$

$$A1B3 = 5,39$$

Pengujian :

Perlakuan	Selisih	LSR 5%	LSR 1%	Ket
A1B2 - A1B1	4,39	4,83	6,95	ns
A1B2 - A1B3	7,65	5,04	7,34	**
A1B1 - A1B3	3,26	4,83	6,95	ns

Nilai rata-rata interaksi faktor A2 terhadap faktor B

A2B2 = 27,91

A2B3 = 12,22

A2B1 = 9,52

Pengujian :

Perlakuan	Selisih	LSR 5%	LSR 1%	Ket
A2B2 - A2B3	15,56	5,04	7,34	**
A2B2 - A2B1	18,39	5,04	7,34	**
A2B3 - A2B1	2,7	4,83	6,95	ns

Nilai rata-rata interaksi faktor A3 terhadap faktor B

A3B2 = 17,76

A3B3 = 8,49

A3B1 = 2,07

Pengujian :

Perlakuan	Selisih	LSR 5%	LSR 1%	Ket
A3B2 - A3B3	9,27	5,04	7,34	**
A3B2 - A3B1	15,69	5,04	7,34	**
A3B3 - A3B1	6,42	4,83	6,95	*

Nilai rata-rata interaksi faktor B1 terhadap faktor A

A2B1 = 9,52

A1B1 = 8,65

A3B1 = 2,07

Pengujian :

Perlakuan	Selisih	LSR 0.05	LSR 0.01	Ket
A2B1 - A1B1	0,87	4,83	6,95	ns
A2B1 - A3B1	7,45	5,04	7,34	**
A1B1 - A3B1	6,58	4,83	6,95	*

Nilai rata-rata interaksi faktor B2 terhadap faktor A

A2B2 = 27,91

A3B2 = 17,91

A1B2 = 13,04

Pengujian :

Perlakuan	Selisih	LSR 5%	LSR 1%	Ket
A2B2 - A3B2	10	5,04	7,34	**
A2B2 - A1B2	14,87	5,04	7,34	**
A3B2 - A1B2	4,87	4,83	6,95	*

Nilai rata-rata interaksi faktor B3 terhadap faktor A

A2B3 = 12,22

A3B3 = 8,49

A1B3 = 5,39

Pengujian :

Perlakuan	Selisih	LSR 5%	LSR 1%	Ket
A2B3 - A3B3	3,73	4,83	6,59	ns
A2B3 - A1B3	6,83	5,04	7,34	*
A3B3 - A1B3	3,1	4,83	6,59	ns

Lampiran 6. Kandungan Serat Kasar Bungkil Inti Sawit Fermentasi (%)

Dosis asam	Lama fermentasi			jumlah	rataan
	B1	B2	B3		
Humat					
A1	17,76	9,69	14,27		
	17,58	10,14	13,06		
Jumlah	35,34	19,83	27,33	82,5	
Rataan	17,67	9,915	13,665		13,75
A2	11,28	8,71	9,51		
	11,99	9,24	10,49		
Jumlah	23,27	17,95	20	61,22	
Rataan	11,635	8,975	10		10,203
A3	20,95	12,69	17,42		
	21,36	12,38	17,66		
Jumlah	42,31	25,07	35,08	102,46	
Rataan	21,155	12,535	17,54		17,077
Total	100,92	62,85	82,41	246,18	
rata-rata	16,82	10,475	13,735		13,677

Penurunan Serat Kasar Bungkil inti sawit fermentasi (%)

Dosis asam	Lama fermentasi			jumlah	rataan
	B1	B2	B3		
Humat					
A1	21,62	57,24	37,03		
	22,14	55,25	42,37		
Jumlah	43,76	112,49	79,4	235,65	
Rataan	21,88	56,245	39,7		39,28
A2	50,59	61,85	58,35		
	47,48	59,53	54,05		
Jumlah	98,07	121,38	112,4	331,85	
Rataan	49,035	60,69	56,2		55,31
A3	6,44	45,91	25,24		
	8,95	47,23	24,22		
Jumlah	15,39	93,14	49,46	157,99	
Rataan	7,695	46,57	24,73		26,33
Total	157,22	327,01	241,26	725,49	
rata-rata	26,203	54,502	40,21		40,31

Rata-rata perlakuan

Dosis asam Humat	Lama fermentasi			Rataan
	B1 (5 hari)	B2 (7 hari)	B3 (9 hari)	
A1 (0 ppm)	21,88 ^c	56,25 ^a	39,7 ^d	39,28
A2 (100 ppm)	49,04 ^b	60,69 ^a	56,2 ^a	55,31
A3 (200 ppm)	7,69 ^f	46,57 ^c	24,73 ^c	26,33
Rataan	26,20	54,50	40,21	

Perhitungan Statistik

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{Y^2}{rab} \\
 &= \frac{(725,49)^2}{18} \\
 &= 29240,88
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKT &= \sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk}^2 - FK \\
 &= (21,62^2 + \dots + 24,22^2) - FK \\
 &= 5404,85
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKA &= \frac{\sum_i (a_i)^2}{rb} - FK \\
 &= \frac{(235,65^2 + 331,85^2 + 157,99^2)}{6} - FK \\
 &= 2528,48
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKP &= \frac{\sum_i \sum_j Y_{ij}^2}{r} - FK \\
 &= \frac{(43,76^2 + \dots + 49,46^2)}{2} - FK \\
 &= 5367,17
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKB &= \frac{\sum_j (b_j)^2}{ra} - FK \\
 &= \frac{(157,22)^2 + (327,01)^2 + (241,26)^2}{6} - FK \\
 &= 2402,46
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKAB &= JKP - JKA - JKB \\
 &= 5367.17 - 2528.48 - 2402.46 \\
 &= 436.23
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKS &= JKT - JKA - JKB - JKAB \\
 &= 5404.85 - 2528.48 - 2402.46 - 436.23 \\
 &= 37.68
 \end{aligned}$$

Tabel Analisis Ragam

SK	Db	JK	KT	Fhit	Ftab	
					0.05	0.01
A	2	2528.48	1264.24	301.73**	4,26	8,02
B	2	2402.46	1201.23	286.69**	4,26	8,02
AB	4	436.23	109.06	26.03**	3,63	6,42
Sisa	9	37.68	4.19			
Total	17	5404.85				

Ket : ** = berbeda sangat nyata

Uji Lanjut DMRT

$$SE = \sqrt{\frac{KTS}{r}} = \sqrt{\frac{4,19}{2}} = 1,45$$

P	SE	SSR 0,05	LSR 0,05	SSR 0,01	LSR 0,01
2	1,45	3,2	4,64	4,6	6,67
3	1,45	3,34	4,84	4,86	7,05

Nilai rata-rata interaksi faktor A1 terhadap faktor B

$$A1B2 = 56,25$$

$$A1B3 = 39,7$$

$$A1B1 = 21,88$$

Pengujian :

Perlakuan	Selisih	LSR 5%	LSR 1%	Ket
A1B2 - A1B3	16,55	4,64	6,67	**
A1B2 - A1B1	34,37	4,84	7,05	**
A1B3 - A1B1	17,82	4,84	7,05	**

Nilai rata-rata interaksi faktor A2 terhadap faktor B

A2B2 = 60,69

A2B3 = 56,2

A2B1 = 49,04

Pengujian :

Perlakuan	Selisih	LSR 5%	LSR 1%	Ket
A2B2 - A2B3	4,49	4,64	6,67	ns
A2B2 - A2B1	11,49	4,84	7,05	**
A2B3 - A2B1	7,16	4,84	7,05	**

Nilai rata-rata interaksi faktor A3 terhadap faktor B

A3B2 = 46,57

A3B3 = 24,73

A3B1 = 7,69

Pengujian :

Perlakuan	Selisih	LSR 5%	LSR 1%	Ket
A3B2 - A3B3	21,84	4,84	7,05	**
A3B2 - A3B1	38,88	4,84	7,05	**
A3B3 - A3B1	17,04	4,64	6,67	**

Nilai rata-rata interaksi faktor B1 terhadap faktor A

A2B1 = 49,04

A1B1 = 21,88

A3B1 = 7,69

Pengujian :

Perlakuan	Selisih	LSR 0.05	LSR 0.01	Ket
A2B1 - A1B1	27,16	4,84	7,05	**
A2B1 - A3B1	41,35	4,84	7,05	**
A1B1 - A3B1	21,88	4,64	6,67	**

Nilai rata-rata interaksi faktor B2 terhadap faktor A

A2B2 = 60,69

A1B2 = 56,25

A3B2 = 46,57

Pengujian :

Perlakuan	Selisih	LSR 5%	LSR 1%	Ket
A2B2 - A1B2	4,44	4,64	6,67	ns
A2B2 - A3B2	14,44	4,84	7,05	**
A1B2 - A3B2	9,68	4,84	7,05	**

Nilai rata-rata interaksi faktor B3 terhadap faktor A

A2B3 = 56,2

A1B3 = 39,7

A3B3 = 24,73

Pengujian :

Perlakuan	Selisih	LSR 5%	LSR 1%	Ket
A2B3 - A1B3	16,5	4,84	7,05	**
A2B3 - A3B3	31,47	4,84	7,05	**
A1B3 - A3B3	14,97	4,64	6,67	**



RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Padang pada tanggal 25 November 1987 yang merupakan puteri dari Bapak Luthfi, SH, S.PdI dan Ibu Zulimar, SP. Penulis merupakan anak pertama dari dua orang bersaudara.

Pendidikan awal dimulai dari TK Amanah, Padang pada tahun 1992. Penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 49 Kuranji pada tahun 1993 dan selesai pada tahun 1999. Kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SLTP Negeri 18 Padang dan selesai pada tahun 2002. Tahun 2005 penulis menyelesaikan pendidikan Menengah Atas di SMAN 5 Padang. Pada tahun yang sama penulis diterima di Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Andalas melalui SPMB.

Pada tanggal 14 Juli sampai 30 Agustus 2008 penulis melaksanakan KKN di kenagarian Taram, Kabupaten 50 Kota. Farm Experience penulis ikuti dari tanggal 1 September 2008 sampai tanggal 17 Maret 2009 di Unit Pelaksanaan Teknis (UPT) Fakultas Peternakan Universitas Andalas Padang. Pada tanggal 8 Oktober 2008 sampai tanggal 30 Desember 2008 melaksanakan penelitian di Laboratorium Teknologi Pakan dan Industri Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Andalas.

Penulis

HANNY KURNIA LESTARI