



**OPTIMALISASI FERMENTASI ROTI AFKIR DENGAN EM-4
DAN PENAMBAHAN UREA, ABU SEKAM, SERTA FOSFOR
TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN KASAR
DAN SERAT KASAR**

SKRIPSI

JUNITA J SARI T.M
I 211 00 063



PERPUSTAKAAN PUSAT	
Tgl. Terima	25 - 10 - 05
Asal Dari	Fak. Peternakan
Banyaknya	1 (Satu) ek
Harga	H -
No. Inventaris	240/25-10-05
No. Klas	

**JURUSAN NUTRISI DAN MAKANAN TERNAK
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2005**



OPTIMALISASI FERMENTASI ROTI AFKIR DENGAN EM-4 DAN
PENAMBAHAN UREA, ABU SEKAM, SERTA FOSFOR
TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN KASAR
DAN SERAT KASAR

Oleh

JUNITA J. SARI TM
I 211 00 063

Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Peternakan pada
Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan
Universitas Hasanuddin, Makassar

**JURUSAN NUTRISI DAN MAKANAN TERNAK
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2005**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Optimalisasi Fermentasi Roti Afkir dengan EM-4 dan Penambahan Urea, Abu Sekam, serta Fosfor Terhadap Kandungan Protein Kasar dan Serat Kasar.

Nama : **Junita J. Sari TM**

No. Pokok : 1211 00 063

Jurusan : Nutrisi dan Makanan Ternak

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh :



Ir. Svahriani Svahrir, M.Si
Pembimbing Utama



A. Mujitisa, S.Pt, MP
Pembimbing Anggota

Diketahui Oleh :



Prof. Dr. Ir. Basit Webb, M.Sc
Dekan



I. Smartoyo, M.Agr.S
Ketua Jurusan

Tanggal Lulus : 6 Agustus 2005

RINGKASAN

Junita J. Sari TM (1 211 00 063). Optimalisasi Fermentasi Roti Afkir dengan EM-4 dan Penambahan Urea, Abu Sekam, serta Fosfor Terhadap Kandungan Protein Kasar dan Serat Kasar. Di bawah Bimbingan Syahriani Syahrir dan A. Mujnisa.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan protein kasar dan serat kasar roti afkir yang diberi urea, abu sekam, dan fosfor yang difermentasi dengan Effective Microorganism-4 (EM-4).

Penelitian ini disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan, yaitu P1 (Roti afkir + EM-4), P2 (Roti afkir + EM-4 + Urea), P3 (Roti afkir + EM-4 + Urea + Abu sekam), dan P4 (Roti afkir + EM-4 + Urea + abu sekam + Fosfor). Setiap perlakuan sebanyak 2 kg roti afkir. Fermentasi dilakukan selama 4 hari dan pengamatan fisik serta pengukuran suhu dilakukan 2 kali sehari. Peubah yang diamati adalah protein kasar dan serat kasar.

Hasil sidik ragam memperlihatkan bahwa fermentasi roti afkir dengan berbagai perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan protein kasar dan tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap kandungan serat kasarnya.

Disimpulkan bahwa perlakuan P2, P3, dan P4 lebih tinggi kandungan protein kasarnya dibandingkan pada perlakuan P1. hal tersebut menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan urea maka semakin efektif proses fermentasi, dan memberikan pengaruh peningkatan protein kasar roti afkir.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan segala karunia-Nya yang selalu menyertai dan memberi kekuatan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Dengan selesainya skripsi ini, maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Ir. Syahriani Syahrir, M.Si sebagai pembimbing utama (atas ide dan motivasi yang diberikan membuat penulis semangat) dan Ibu Andi Mujnisa, S.Pt sebagai pembimbing anggota dimana ditengah-tengah kesibukan mereka, masih meluangkan waktunya untuk memberikan dorongan, bimbingan, petunjuk dan arahan yang sangat berarti, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada Bapak Dekan Fakultas Peternakan, Bapak ketua Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Bapak dan Ibu dosen serta segenap karyawan dan karyawanati Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin atas segala bimbingan, bantuan dan sarana yang diberikan kepada penulis selama mengikuti pendidikan di Fakultas Peternakan ini.
3. Terkhusus penulis haturkan terima kasih yang tidak terhingga kepada almarhum Ayahanda tercinta Abd. Muthalib Makki dan Ibunda Hj. Sumyati Thalib dengan penuh kasih sayang, kesabaran, ketulusan dan dengan segala jerih payah mengasuh, membimbing dan mendoakan penulis selama pendidikan hingga



selesai. Juga kepada kakak-kakakku (Hasanuddin, Mas Tono, Iriany, Muh. Tavip, Susianna, Rismawati, Muh. Djanad, Muh. Fadli) terima kasih atas materi dan morilnya yang diberikan kepada penulis.

4. Sahabatku Sumarni suka duka selama dibangku kuliah hingga meraih gelar sarjana bersama " U are the best friend ". Teman sepenelitian Uci (kamu orang pertama yang kukenal di peternakan), Sutriani rekan sepenelitian atas kerjasama yang baik selama berlangsung penelitian ini.
5. Buat teman-teman Matrik's 00 "Dombing Band" (Masking S.Pt, Suharlim S.Pt, Jamal, Takdir, Bowo, Rahman), "Crew Silase Ikan" (Anti, Nunu, Ani, Asrul), "Crew Teletabis" (Ika, Serli, Selvi, Mimi), "Crew Limbah Hayati"(Arief, Mita, Mute, Nur), "Crew Ampas Kelapa (Nadi & Wita), "Crew Modies" (Lisa, Indra, Anna, Kiki, Nani + iqbal), "Duo" (Ilo & Arie), yang duluan meraih S.Pt (Irma, Eni, Maya, Rita, Nanni, Darna, Inet, Lia, Iche, Uni, wana, Yanti, ira), teman-temanku "Semangat" (Epping, Elin, Nina, Suhara, Aulia, Donatus, fahrul, wahab, suhud, Awal, Dasni) dan "X Matrik's 00" (Roswana, Etha, Kaka, A.asri, Amma, Eky, Roby, Yunsarun) **"GOOD LUCK FOR ALL"**.
6. Teman seperjuangan di posko KKN (Ronny, Mas By, Rika, Asma, Nur, Irma, Nanna) kekompakan, canda tawa end foto-foto yang menyilaukan "thanks for everything".
7. Cawana (K'Ote & K'iwan) tempat print sekaligus belajar komputer end lagu-lagunya asik deh. K'Sahrul, Ibu Nini, Pak Hasan (jangan bosan di lab, masih banyak butuh bimbingan di lab)

8. Adik-adik angkatan 2001, 2002, 2003, dan 2004 terus belajar masih banyak kesempatan jangan disia-siakan (kesempatan tidak datang 2x). Khususnya pengurus himpunan baik buruk HUMANIKA ada ditangan kalian.
BERSEMANGAT!!!

9. Sameone (yang telah memberi suasana dihati saya) terima kasih atas segala perhatian, kasih sayang dan dukungan yang telah diberikan selama ini.

Sebagai manusia biasa, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, namun dengan segala kerendahan hati penulis persembahkan hasil upaya keras ini yang masih sederhana, semoga dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Makassar, Agustus 2005

Junita J. Sari TM

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
RINGKASAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
PENDAHULUAN	
Latar Belakang.....	1
Perumusan Masalah.....	2
Hipotesa.....	3
Tujuan dan Kegunaan.....	3
TINJAUAN PUSTAKA	
Gandum Sebagai Bahan Pakan.....	4
Roti Afkir Sebagai Pakan ternak.....	5
Fermentasi.....	7
Effective Microorganism-4 (EM-4).....	8
Urea.....	10
Fosfor.....	11
Abu Sekam.....	12
Protein Kasar dan Serat Kasar.....	12

MATERI DAN METODE PENELITIAN	
Waktu dan Tempat Penelitian	15
Materi Penelitian	15
Metode Penelitian.....	15
Pelaksanaan Penelitian.....	16
Peubah yang Diukur.....	18
Pengolahan Data.....	20
HASIL DAN PEMBAHASAN	
Kondisi Fisik Fermentasi Roti Afkir Pada Berbagai Perlakuan	21
Kandungan Protein Kasar dan Serat Kasar Fermentasi Roti Afkir	23
KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan	26
Saran.....	26
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
HASIL ANALISIS BAHAN	
RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Kandungan Kimia Gandum, Beras dan Jagung	5
2.	Komposisi Kimia Roti yang Dikeringkan.....	6
3.	Rataan Suhu Fermentasi Roti Afkir pada Pagi Hari	21
4.	Rataan Kandungan Protein Kasar dan Serat Kasar Fermentasi Roti Afkir Pada Berbagai Perlakuan.....	23

DAFTAR GAMBAR

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Skema Proses Fermentasi Dedak dan Feses Ayam dengan EM-4	9
2.	Skema Pembuatan Fermentasi Roti Afkir	17
3.	Grafik Suhu Fermentasi Roti Afkir pada Pagi Hari	21

DAFTAR LAMPIRAN

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Tabel dan Hasil Perhitungan Kandungan Protein Kasar Fermentasi Roti Afkir dengan EM-4 dan Penambahan Urea, Abu Sekam, serta Fosfor	29
2.	Tabel dan Hasil Perhitungan Kandungan Serat Kasar Fermentasi Roti Afkir dengan EM-4 dan Penambahan Urea, Abu Sekam, serta Fosfor	33
3.	Denah Pengacakan Berbagai Perlakuan Fermentasi Roti Afkir	36



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Secara umum penyediaan pakan yang berkesinambungan sepanjang waktu dengan kualitas dan kuantitas yang memadai merupakan salah satu faktor penentu dalam keberhasilan suatu usaha peternakan. Penyediaan pakan harus diusahakan dengan biaya murah, mudah diperoleh dan tidak bersaing dengan kebutuhan manusia. Selain itu zat-zat pakan tersebut harus seimbang dan berkualitas karena dibutuhkan oleh ternak untuk pertumbuhan yang optimal.

Ditinjau dari segi ekonomi, ketersediaan pakan merupakan faktor yang menentukan berhasil tidaknya suatu usaha peternakan karena biaya pakan dapat mencapai 60 – 70 % dari total biaya pemeliharaan. Oleh karena itu perlu dicari cara untuk menekan biaya pakan, misalnya mengganti bahan pakan konvensional dengan nonkonvensional berupa hasil ikutan pertanian dan agroindustri tanpa mengabaikan kualitasnya.

Roti afkir adalah salah satu hasil ikutan dari pengolahan tepung gandum yang dapat dijadikan sebagai bahan pakan. Bahan ini dapat dijumpai di pabrik yang memproduksi roti untuk dikonsumsi manusia, dan untuk membedakan roti afkir secara fisik ialah ditandai dengan adanya jamur pada roti dan tidak layak lagi dikonsumsi. Untuk itu perlu diadakan proses pengolahan roti afkir agar dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak.

Suatu teknologi pengolahan yang diperkirakan memberi hasil yang positif ialah difermentasikan dengan Effective Microorganism-4 (EM-4) dengan penambahan urea, abu sekam, fosfor. Hal ini dilakukan karena dalam EM-4 mengandung bakteri-bakteri fotosintetik yang berfungsi menghasilkan asam-asam amino dan mampu meningkatkan nitrogen dari udara bebas, selain itu terdapat bakteri penghasil asam laktat yang dalam proses fermentasi akan merenggangkan ikatan lignin dan selulosa serta memfermentasikannya tanpa menimbulkan pengaruh merugikan terhadap bahan organik.

Untuk meningkatkan nilai nutrisi dari roti afkir maka perlu ditambahkan suplemen bahan yang menjadi pembatas kandungan gizi roti afkir misalnya sumber protein dan mineral. Sehubungan dengan hal tersebut diatas, maka dilakukan penelitian mengenai pengaruh dari fermentasi roti afkir dengan EM-4 yang diberi urea sebagai sumber N serta abu sekam dan fosfor sebagai sumber mineral yang merupakan alternatif bahan suplemen dalam memfermentasi roti afkir. Bahan-bahan tersebut mudah diperoleh pada tingkat petani/peternak.

Perumusan Masalah

Fermentasi dengan Effective Microorganism-4 sudah dikenal dapat meningkatkan nilai nutrisi suatu bahan pakan, mengurangi bau dan meningkatkan palatabilitas. Roti afkir merupakan limbah pabrik roti yang tidak dimanfaatkan. Agar supaya nilai nutrisinya meningkat dan dapat dimanfaatkan untuk ternak, maka dilakukan fermentasi roti afkir. Untuk mengefektifkan proses fermentasi EM-4

ditambah urea, abu sekam, serta fosfor, namun belum diketahui penambahan bahan yang paling efisien dalam meningkatkan kualitas fermentasi.

Hipotesa

Dengan adanya fermentasi roti afkir dengan menggunakan Effective Microorganism-4 (EM-4) dan penambahan urea, abu sekam, serta fosfor dapat mempengaruhi kandungan protein kasar dan serat kasar.

Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan protein kasar dan serat kasar roti afkir yang diberi urea, abu sekam, serta fosfor yang difermentasi dengan Effective Microorganism-4 (EM-4).

Kegunaan dari penelitian ini sebagai informasi dan petunjuk kepada masyarakat tentang penggunaan Effective Microorganism-4 (EM-4) untuk memfermentasikan roti afkir dengan penambahan urea, abu sekam, serta fosfor sehingga dapat memperbaiki nilai gizinya.

TINJAUAN PUSTAKA

Gandum Sebagai Bahan Pakan

Menurut para ahli botani gandum adalah tanaman yang berasal dari beberapa daerah, meliputi daerah luas yang membentang dari Asia Tengah (India Bagian Barat Laut, Kashmir, Afganistan, Tadjikistan, Uzbekistan, dan bagian barat Tian Shan) ke Timur Dekat (Asia Kecil, Transkaukasia, Iran, dan Dataran Tinggi Turkmenistan), daerah sekitar laut tengah, dan Ethiopia. Gandum (*Triticum sativum*) merupakan bangsa *poales*, *monokotyledonaeae*, famili *poaceae* (*graminae*) dan tergolong dalam padi-padian khususnya di daerah iklim sedang dan yang paling disukai bangsa kulit putih pada masa sekarang ini. Tanaman tersebut telah lama dibudidayakan manusia, kira-kira sejak 6000 tahun yang lalu. Sebagai tanaman yang berasal dari daerah subtropis, maka dewasa ini terutama melalui usaha-usaha manusia dibidang pemuliaan tanaman dan budidaya tanaman, penyebaran tanaman gandum meluas ke daerah iklim sedang dan daerah tropis (Nurmala, 1998).

Gandum umum dipakai dibanyak negara sebagai sumber energi utama dalam ransum unggas. Dari segi nilainya sebagai bahan pakan yang penting apakah gandum itu lunak atau keras, karena akan berpengaruh terhadap komposisinya, terutama protein. Gandum yang keras lebih banyak mengandung protein dan sekaligus pati (Amrullah, 2004).

Nurmala (1998) menyatakan bahwa gandum merupakan sumber karbohidrat yang terpenting di dunia, selain itu juga mengandung protein, mineral dan vitamin. Gandum banyak mengandung vitamin B1, B2, dan B6. Kandungan kimia gandum dibandingkan beras dan jagung dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Kimia Gandum, Beras dan Jagung

Kandungan Kimia	Gandum		Beras	Jagung (Yellow Us. No.2)
	Keras (hard)	Lunak (soft)		
Air %	12,34	13,88	-	11,00
Abu %	1,54	1,41	1,90	1,03
Protein %	11,93	10,48	8,76	7,84
Lemak kasar %	1,60	1,68	2,00	3,78
Serat Kasar %	2,28	1,91	1,00	2,89
Pati %	57,13	57,49	77,00	-
Energi, kcal/kg	3910,00	3782,00	-	3786,00

Sumber : Nurmala, 1998.

Roti Afkir Sebagai Pakan Ternak

Roti adalah produk makanan yang terbuat dari fermentasi tepung terigu dan ragi atau bahan pengembang lainnya, kemudian dipanggang. Pada awalnya roti terbuat dari bahan sederhana, dengan cara pembuatan yang sederhana pula. Roti dibuat dari gandum yang digiling menjadi terigu murni dan dicampur air kemudian dibakar di atas batu panas atau oven (Mudjajanto dan Yulianti, 2004).

Roti afkir merupakan hasil ikutan pabrik roti yang di tarik dari peredaran karena tidak layak lagi dikonsumsi, ditandai dengan bau tengik dan adanya jamur pada roti. Roti afkir dapat diperoleh dalam jumlah banyak di daerah perkotaan

dimana untuk satu perusahaan kecil produksi roti afkir yang dikeringkan yaitu 150 kg/hari. Amrullah (2004) menyatakan bahwa roti afkir dapat diperoleh dalam jumlah banyak di daerah perkotaan besar, sayang sekali komposisinya sangat bervariasi karena perbedaan dalam bahan makanan yang digunakan dan juga filler yang ditambahkan.

Toko roti umumnya menggunakan berbagai jenis gandum yang diolah menjadi roti, kue, biskuit, tepung, serta roti yang dikeringkan dan dapat digunakan sebagai pakan ternak untuk pakan pengganti. Roti tersebut mengandung lemak dan karbohidrat yang mudah dicerna. Roti yang dikeringkan kandungan vitamin A, protein, dan mineralnya rendah. Kandungan garam yang terdapat pada roti tersebut cukup tinggi yaitu 3,5 %, sehingga penggunaan dalam ransum ternak terbatas. Penggunaan dalam ransum ternak unggas maksimal 15 %, ternak babi maksimal 100%, dan ternak sapi maksimal 30 % (Ensminger and Olentine, 1978).

Tabel 2. Komposisi Kimia Roti yang Dikeringkan.

Kandungan Kimia Roti Kering	Komposisi
Bahan Kering	92 %
Abu	4,3 %
Serat Kasar	1,6 %
Lemak Kasar	11,4 %
Bahan Ekstra Tanpa Nitrogen (BETN)	71,6 %
Protein Kasar	11,1 %
Kalsium	0,16 %
Fosfor	0,35 %
Energi Metabolisme	4144 kcal/kg

Sumber : Ensminger dan Olentine, 1978.

Fermentasi

Fermentasi adalah proses perubahan kimiawi yang terjadi pada suatu bahan sebagai akibat (hasil) dari aktifitas suatu sistem enzim dari mikroorganisme (Srigandono, 1991). Fermentasi terbagi dua tipe berdasarkan tipe kebutuhan akan oksigen yaitu tipe aerobik dan anaerobik. Tipe aerobik adalah fermentasi yang pada prosesnya memerlukan oksigen. Sedangkan tipe anaerobik adalah fermentasi yang pada prosesnya tidak memerlukan oksigen. Beberapa mikroorganisme dapat mencerna bahan energinya tanpa adanya oksigen (Afrianti, 2004).

Fermentasi dapat menyebabkan perubahan sifat bahan pangan, sebagai akibat dari pemecahan nutrien yang dikandung bahan pangan tersebut. Fermentasi diartikan sebagai pemecahan gula menjadi alkohol dan CO_2 , misalnya perubahan laktosa menjadi asam laktat oleh bakteri *streptococcus lactis* pada kondisi anaerob. Mikroba yang berperan dalam proses fermentasi umumnya dari jenis kapang, khamir dan bakteri (Winarno dan Fardiaz, 1990). Selanjutnya Afrianti (2004) menyatakan bahwa fermentasi merupakan cara yang mudah, praktis, murah, dan aman dalam mengolah pakan karena keunggulan dari fermentasi yaitu memberikan penampakan dan cita rasa yang khas serta menurunkan senyawa beracun seperti anti *tirosin*, serta meningkatkan nilai gizi.



Effective Microorganism-4 (EM-4)

Teknologi Effective Microorganism-4 sangat bermanfaat dalam bidang peternakan. Minuman dan makanan ternak, bila dicampur EM-4 akan memperbaiki komposisi dan jumlah mikroorganisme yang berada dalam perut ternak, pada ternak yang minum atau disemprot EM-4 bau kotorannya akan berkurang atau hilang sama sekali akibatnya produksi ternak dapat meningkat (Wididana, dkk, 1996).

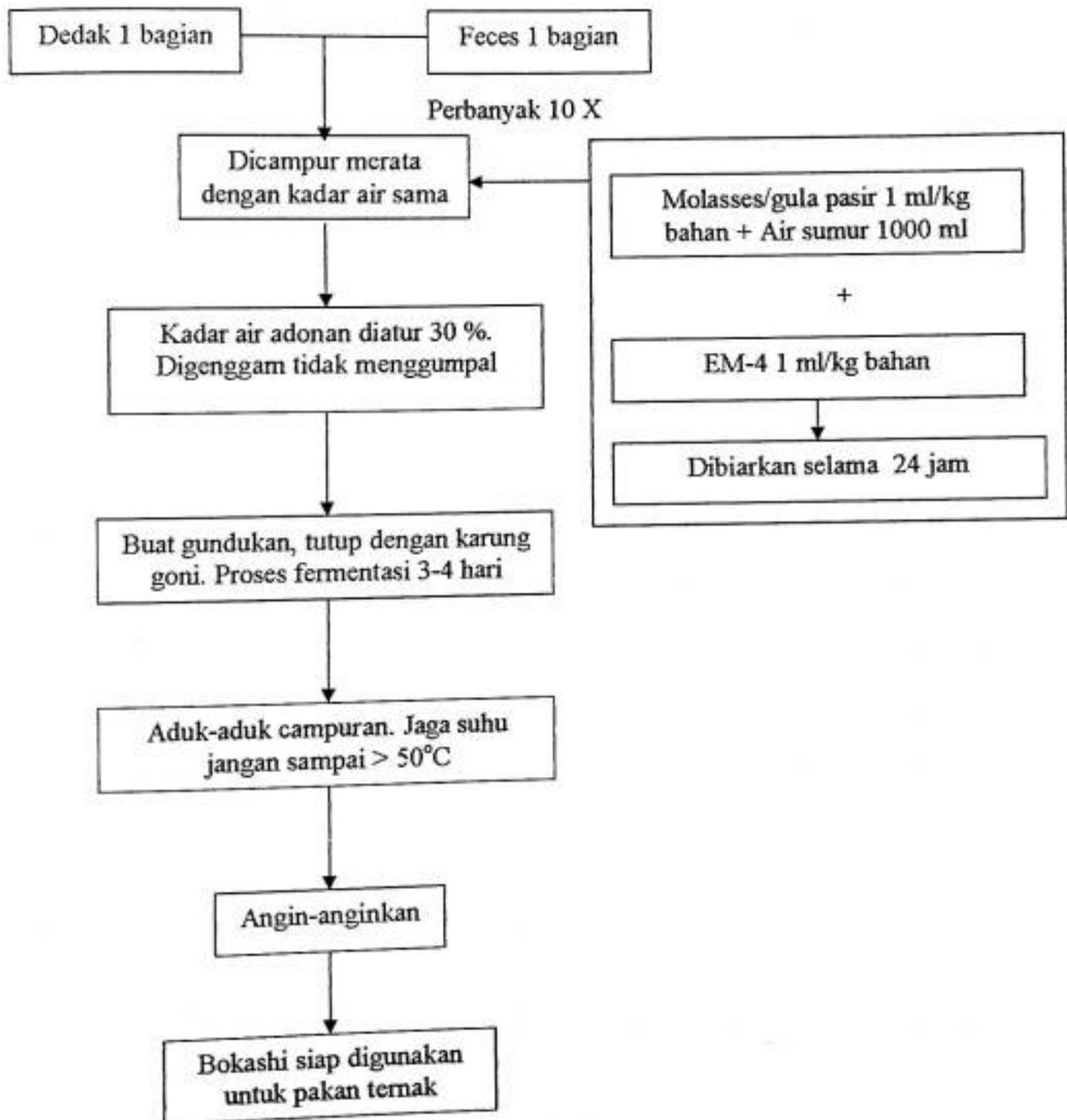
Beberapa pengaruh penggunaan EM-4 antara lain adalah mempercepat proses dekomposisi limbah dan sampah organik sehingga lingkungan kandang menjadi tidak bau, ternak tidak mengalami stres dan meningkatkan nafsu makan ternak (Hamid, 1995).

Wididana, dkk (1996) menyatakan bahwa bakteri fotosintetik merupakan salah satu bakteri yang terdapat dalam Effective Microorganism-4 yang berfungsi menghasilkan asam-asam amino. Disamping itu bakteri ini mengikat nitrogen dari udara bebas sehingga jumlah nitrogen yang digunakan lebih tersedia untuk mensintesis asam amino lainnya dan diperlukan dalam jumlah yang seimbang.

Selain bakteri fotosintetik, bakteri lain yang terdapat dalam EM adalah bakteri asam laktat, bakteri ini berfungsi menghancurkan bahan-bahan organik seperti lignin dan selulosa serta menfermentasikannya tanpa memisahkan pengaruh yang diakibatkan oleh bahan-bahan organik tidak terurai (Anonim, 1997).

Fermentasi dedak dan feses ayam petelur dengan menggunakan EM-4

dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :



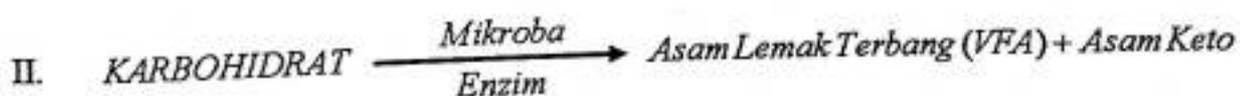
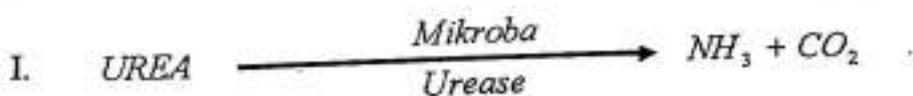
Gambar 1. Skema Proses Fermentasi Dedak dan Feses Ayam dengan EM-4 (Anonim, 2003).

Urea

Urea adalah pupuk buatan hasil persenyawaan NH_4 (amonia) dengan CO_2 . Bahan dasarnya biasanya berupa gas alam dan merupakan hasil ikutan dari tambang minyak bumi. Kandungan N total berkisar antara 45-46 %. Urea mempunyai sifat higroskopis atau mudah menyerap air dari udara. Pada kelembaban udara 73 % urea akan berubah menjadi air karena uap air di udara di tarik ke dalam pupuk (Marsono dan Sigit, 2004).

Pitojo (1995) menyatakan bahwa urea mengandung unsur hara tunggal yaitu nitrogen. Unsur nitrogen berperan menambah kadar protein, lemak dan berbagai persenyawaan organik lainnya. Selanjutnya dijelaskan Poerwowidodo (1992) bahwa urea mengandung unsur nitrogen yang bermanfaat dalam mensintesa protein. Kandungan nitrogen yang tinggi mempercepat pengubahan karbohidrat menjadi protein dan sebagian kecil dipergunakan penyusunan dinding sel, terutama karbohidrat bebas nitrogen seperti kalsium pekat, selulosa, lignin berkadar rendah.

Skema konversi urea menjadi protein menurut Ensminger and Olentine (1979) sebagai berikut :



IV. *ASAM AMINO* $\xrightarrow[\text{Enzim}]{\text{Mikroba}}$ *Protein Mikroba*

V. *PROTEIN MIKROBA* $\xrightarrow[\text{Abomasum dan Usus Halus}]{\text{Enzim dalam}}$ *Asam Amino Bebas*

VI. Asam Amino Bebas kemudian diserap

Fosfor

Rasyaf (1992) menyatakan bahwa fosfor banyak peranannya dalam proses-proses di dalam tubuh ayam, seperti untuk pembentukan kulit telur, untuk pertumbuhan tulang-belulang, paruh, dan lain-lain. Pentingnya fosfor menyebabkan penyusunan ransum selalu memperhatikan mineral ini ketika menyusun ransum dari berbagai bahan makanan. Kekurangan mineral ini mirip dengan kekurangan vitamin D, kelainan yang terjadi adalah pertumbuhan lambat, lumpuh.

Pupuk SP-36 merupakan pilihan untuk memenuhi kebutuhan mineral fosfor karena keunggulan yang dimilikinya yaitu : kandungan fosfor dalam bentuk P_2O_5 sebesar 36 %, larut dalam air, tidak mudah mengisap air sehingga dapat disimpan cukup lama dalam kondisi penyimpanan yang baik, dapat dicampur dengan pupuk urea atau pupuk ZA pada saat penggunaan (Anonim, 2002).

Penggunaan mineral fosfor dalam pakan dapat memperbaiki nilai gizi serta membantu pembentukan protein, karena fosfor merupakan salah satu penyusun protein. Anggorodi (1994) menyatakan bahwa protein adalah zat yang mengandung karbon, hidrogen, nitrogen, oksigen, sulfur, dan fosfor.

Abu Sekam

Pada proses penggilingan gabah, sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa/limbah penggilingan. Dari Hasil pembakaran sekam padi menunjukkan bahwa kandungan SiO_2 mencapai 80–90%. proses penggilingan gabah akan menghasilkan 16,3 – 28 % sekam. Sekam dikategorikan sebagai biomassa yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti bahan baku industri, pakan ternak, dan energi (Nugraha S. dan Setiawati, 2001).

Abu sekam merupakan hasil pembakaran sekam padi yang pada hakikatnya hanyalah limbah, ternyata merupakan sumber silika yang cukup tinggi (Anonim, 1999). Penambahan arang kayu/abu sekam, zeolite maupun abu kayu dalam pembuatan bokashi sebagai sumber mineral bagi mikroorganisme untuk hidup (Anonim, 2004).

Protein Kasar dan Serat Kasar

Protein adalah zat organik yang mengandung karbon, hidrogen, nitrogen, oksigen, sulfur, dan fosfor. Zat tersebut merupakan zat makanan utama yang mengandung nitrogen. Protein dalam bahan makanan, termasuk dalam zat-zat yang mengandung nitrogen. Untuk mengetahui kadar protein dari bahan makanan tersebut perlu ditentukan kadar proteinnya secara kimiawi, kemudian angka tersebut dikalikan dengan faktor 6,25. Faktor tersebut digunakan karena zat nitrogen mewakili kurang lebih 16 % dari protein ($100 : 16 = 6,25$). Fungsi protein dalam tubuh adalah



memperbaiki jaringan, pertumbuhan jaringan baru, metabolisme kedalan zat-zat vital dalam fungsi tubuh, dan hormon-hormon tertentu (Anggorodi, 1994).

Protein kasar dalam analisa yang mendekati angka nyata (proksimat) hanya menggambarkan komposisi asam-asam amino dalam protein, untuk maksud ini diperlukan analisa khusus lebih lanjut. Protein kasar mengandung senyawa protein murni dan senyawa NPN. Protein mewakili nitrogen yang ditemukan terikat dalam ikatan-ikatan peptida untuk membentuk protein sedangkan senyawa NPN nitrogen yang berasal dari senyawa bukan protein dan tanaman termasuk asam amino, nitrogen lipide, amine-amine, amide-amide, purine-purine, nitrat-nitrat, alkaloid dan vitamin (Tillman, dkk, 1998).

Anggorodi (1994) menyatakan bahwa protein sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup karena merupakan protoplasma aktif dalam semua sel hidup. Selain itu fungsi protein dalam tubuh antara lain: memperbaiki jaringan tubuh, pertumbuhan jaringan baru, metabolisme untuk energi, sebagai komponen dari enzim-enzim yang esensial bagi fungsi tubuh yang normal dan hormon-hormon tertentu.

Serat kasar adalah semua zat-zat organik yang tidak dapat larut dalam H_2SO_4 0,3 N dan NaOH 1,5 N yang berturut-turut dimasak selama 30 menit, misalnya sesulosa, lignin, dan pentosa-pentosa. Selulosa tidak dapat dicerna oleh enzim-enzim saluran pencernaan ayam karena tidak terdapat enzim selulose (Anggorodi, 1985). Serat kasar merupakan bagian dari karbohidrat yang hanya dapat dimanfaatkan oleh ayam dalam jumlah kecil sehingga kandungannya dalam ransum perlu dibatasi (Lubis, 1973).

Saluran pencernaan unggas relatif pendek dan laju pakan unggas melalui saluran relatif cepat, sehingga mikroorganisme mempunyai waktu yang sangat pendek untuk mencerna serat kasar (Anggorodi, 1985). Selanjutnya dijelaskan bahwa walaupun daya cerna serat kasar pada unggas relatif rendah tapi serat kasar mempunyai peranan untuk merangsang perkembangan alat-alat pencernaan menjadi mampu beradaptasi terhadap bahan-bahan pakan yang mempunyai kandungan serat kasar tinggi. Peranan lain yaitu memberi tekanan atau distensi pada saluran pencernaan, mengabsorpsi air, dan membantu gerak peristaltik usus (Maynard dan Loosli, 1979).

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan bulan April – Mei 2005 yang terbagi dalam 2 tahap. Tahap I yaitu fermentasi roti afkir selama 4 hari yang bertempat di Animal Centre Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar dan Tahap II analisis kandungan protein kasar dan serat kasar di Laboratorium Kimia Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar.

Materi Penelitian

Alat-alat yang digunakan adalah thermometer, gelas ukur, timbangan, karung goni serta alat-alat yang digunakan dalam analisa proksimat.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Roti afkir, effective Microorganism-4 (EM-4), air sumur, molases, Urea, abu sekam, fosfor, dan bahan-bahan kimia untuk analisa protein kasar dan serat kasar.

Metode Penelitian

Penelitian ini diatur berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan unit percobaan sebanyak 2 kg roti afkir, dengan empat perlakuan dan masing-masing empat ulangan dengan susunan perlakuan sebagai berikut :

P1 = Roti afkir + EM-4

P2 = Roti afkir + EM-4 + Urea 1 %

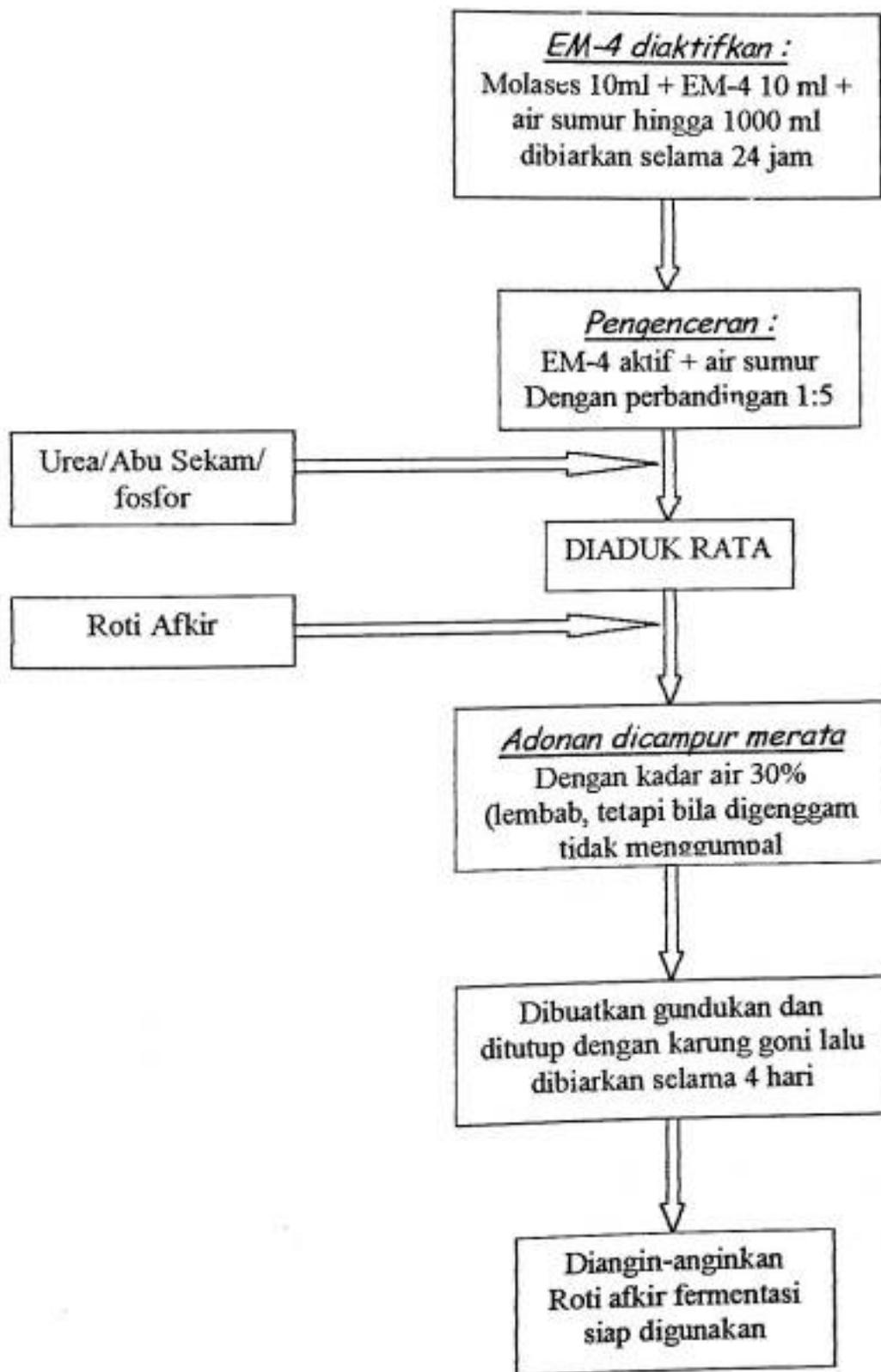
P3 = Roti afkir + EM-4 + Urea 1 % + Abu sekam 1 %

P4 = Roti afkir + EM-4 + Urea 1 % + Abu sekam 1% + Fosfor 1 %

Pelaksanaan Penelitian

1. Em-4 terlebih dahulu diaktifkan dengan melarutkan 10 ml EM-4 dan molases 10 ml ditambahkan air sumur hingga mencapai 1000 ml, kemudian dibiarkan selama 24 jam.
2. Em-4 diencerkan dengan perbandingan 1:5 (75 ml Em-4 + 375 ml air untuk 1 kg bahan).
3. Selanjutnya urea, abu sekam atau fosfor dicampur dan diaduk merata.
4. Kemudian roti afkir dicampur pada bahan yang telah dicampur sebelumnya.
5. Larutan EM-4 disiram secara perlahan-lahan ke dalam adonan secara merata dan diaduk sampai kadar air ± 30 % (lembab, tetapi bila digenggam tidak menggumpal).
6. Adonan digundukkan dan ditutup dengan karung goni lalu dibiarkan selama 4 hari.
7. Mempertahankan suhu gundukan $40^{\circ} - 50^{\circ} C$, karung penutup dibuka dan gundukan adonan dibolak-balik, kemudian ditutup lagi dengan karung goni.
8. Pengamatan fisik dan pengukuran suhu dilakukan 2 kali sehari.
9. Setelah 4 hari roti afkir telah selesai difermentasi. Diangin-angikan terlebih dahulu dan siap digunakan.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat diagram berikut ini :



Gambar 2 . Skema pembuatan fermentasi roti afkir



Peubah yang Diukur

Peubah yang diukur adalah protein dan serat kasar roti afkir fermentasi.

Analisis protein kasar dan serat kasar dengan metode Analisa Proksimat.

a. Analisa Protein

Menimbang sampel 0,5 g (a g), kemudian dimasukkan kedalam labu Kjeidahl. Menambahkan 1 sendok the campuran selenium dan 10 ml H_2SO_4 , dikocok sehingga seluruh sampel terbasahi oleh H_2SO_4 kemudian didestruksi (dalam lemari asam) di atas alat pemanas listrik hingga jernih. Didinginkan dan diencerkan dengan aquades sampai tanda garis (pengenceran b kali). Menyiapkan H_3BO_3 2 % sebanyak 10 ml memasukkan ke dalam labu erlenmeyer, kemudian menambahkan indikator metil merah 3 tetes. Larutan tersebut dipipet sebanyak 10 ml, kemudian dimasukkan ke dalam labu destilasi dan menambahkan dengan 10 ml NaOH 40 % serta aquades 100 ml. Alat destilasi dijalankan sampai larutan penampung N mencapai 50 ml (penampung N = 3 tetes indikator + asam borat). Dititrasi dengan H_2SO_4 0,02 N sampai terjadi perubahan warna (c ml). Keberhasilan analisa ini ditandai dengan terjadinya perubahan warna hijau menjadi merah pada labu penampung N.

Rumus yang digunakan :

$$\text{Kadar protein} = \frac{\text{ml titrasi} \times NH_2SO_4 \times 0,014 \times 6,25 \times b}{\text{Beratsampel}(g)} \times 100 \%$$

Dimana :

b = Faktor pengencer

b. Analisa Serat Kasar (SK)

Menimbang sampel 0,5 g (a g), kemudian dimasukkan kedalam labu erlenmeyer 500 ml, ditambahkan 50 ml H_2SO_4 0,3 N, kemudian dididihkan selama 30 menit. Menambahkan 25 ml NaOH 1,5 N, kemudian didihkan selama 30 menit, menyaring dengan menggunakan Sintered Glass no.1 dengan pompa vakum lalu dicuci dengan menggunakan 50 ml air panas, 50 ml H_2SO_4 0,3 N, 50 ml air panas, dan 25 ml alkohol 95 %. Dikeringkan dalam oven pada suhu $105^\circ C$ selama 12 jam, kemudian didinginkan dalam desikator dan menimbang (b g). Kemudian ditanur selama 3 jam (serat kasar merupakan kehilangan berat sesudah pengabunan) kemudian menimbang (c g).

Rumus yang digunakan :

$$\text{Kadar serat kasar} = \frac{b - c}{a} \times 100\%$$

Dimana :

a = berat sampel

b = berat sampel + sintered glass sebelum di oven

c = berat sampel + sintered glass setelah ditanur

Pengolahan Data

Data yang diperoleh dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 kali ulangan, model matematikanya :

$$Y_{ij} = \mu + A_i + \Sigma_{ij}$$

Di mana :

Y_{ij} = Nilai pengamatan tingkat penggunaan EM-4 ke-i pada ulangan ke-j

μ = Nilai tengah (rata-rata umum)

A_i = Pengaruh tingkat penggunaan EM-4 ke-i

Σ_{ij} = Error percobaan dari galat ke-i pada pengamatan ke-j

Jika perlakuan berpengaruh nyata, dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT)

(Gaspersz, 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

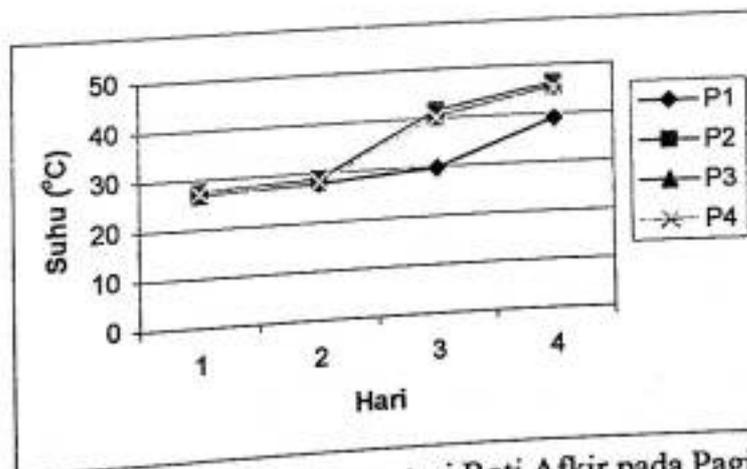
Kondisi Fisik Fermentasi Roti Afkir Pada Berbagai Perlakuan

A. Suhu Fermentasi Roti Afkir

Suhu fermentasi yang dihasilkan merupakan salah satu cara yang paling mudah diamati untuk mengetahui efektivitas proses fermentasi. Hasil pengukuran suhu fermentasi bokasi roti afkir dengan penambahan urea, abu sekam, dan fosfor dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 3 di bawah ini.

Tabel 3. Rataan Suhu Fermentasi Roti Afkir pada Pagi Hari

Hari	Perlakuan			
	P1	P2	P3	P4
1	27,25	27,5	27	27,25
2	28	28,75	28,25	28,25
3	29,75	41,5	40,25	40
4	39	46,25	45,5	45



Gambar 3. Grafik Suhu Fermentasi Roti Afkir pada Pagi Hari

Hasil dari Tabel 3 dan Gambar 3 memperlihatkan perubahan suhu fermentasi roti afkir dengan berbagai perlakuan pada pagi hari meningkat, meskipun peningkatan suhu setiap harinya sangat lambat pada perlakuan P1. Sedangkan pada perlakuan P2, P3 dan P4 suhu yang optimal dicapai pada hari ketiga. Fermentasi dikategorikan baik apabila suhu yang dihasilkan adalah suhu optimal antara 40°C – 50°C dan jika suhu lebih dari 50°C diupayakan untuk menstabilkan suhu tersebut dengan membolak-balik adonan. Sesuai pendapat Wididana, dkk (1996) bahwa bila suhu fermentasi melebihi 50°C dapat mengakibatkan bokasi menjadi rusak karena terjadi pembusukan, oleh karena itu bokasi harus dibolak-balik dan diaduk agar udara masuk sehingga suhu kembali normal.

B. Bau, Warna dan Tekstur Fermentasi Roti Afkir

Dilihat dari fisik hasil fermentasi roti afkir dengan EM-4 dan penambahan urea, abu sekam, serta fosfor tercium baunya yang spesifik atau bau khas hasil fermentasi yaitu beraroma harum (bau tape), hal tersebut menunjukkan bahwa bokasi roti afkir dalam keadaan yang baik. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Anonim (1997) bahwa bokasi sebagai bahan organik yang difermentasi biasanya ditemukan dalam bentuk serbuk atau butiran, dan bokasi akan matang serta siap digunakan bila memberikan bau yang khas sedap, tapi bila berbau busuk atau tidak sedap maka pembuatan bokasi dinyatakan tidak berhasil atau gagal. Sedangkan warna fermentasi roti afkir dengan berbagai perlakuan mulai hari pertama warna coklat muda sampai hari keempat warna coklat tua yang bertekstur halus.

Kandungan Protein Kasar dan Serat Kasar Fermentasi Roti Afkir

Kandungan protein kasar dan serat kasar fermentasi roti afkir pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rataan Kandungan Protein Kasar dan Serat Kasar Fermentasi Roti Afkir pada Berbagai Perlakuan.

Peubah	Perlakuan			
	P1	P2	P3	P4
Protein Kasar (%)	14,35 ^a	17,77 ^b	17,05 ^b	16,63 ^b
Serat Kasar (%)	0,98	1,15	1,17	1,10

Keterangan : Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan sangat nyata ($P < 0,01$).

Berdasarkan sidik ragam fermentasi roti afkir dengan EM-4 dan penambahan urea, abu sekam, serta fosfor berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan protein kasar roti afkir. Rataan kandungan protein kasar roti afkir fermentasi pada P1 = 14,35%; P2 = 17,17; P3 = 17,05; P4 = 16,63. Kandungan protein kasar roti afkir sebelum fermentasi 12,97 %, hal tersebut menunjukkan bahwa setiap perlakuan mengalami peningkatan kandungan protein kasar. Kandungan protein kasar pada perlakuan P1 lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan P2, P3, dan P4.

Protein kasar cenderung meningkat karena mikroorganisme bekerja menguraikan bahan organik secara optimum untuk menghasilkan asam amino sebagai penyusun protein. Menurut Wididana, dkk (1996) bahwa bakteri fotosintetik merupakan salah satu bakteri yang terdapat dalam EM-4 yang berfungsi

menghasilkan asam-asam amino. Disamping itu bakteri ini mengikat nitrogen dari udara bebas sehingga jumlah nitrogen yang digunakan lebih tersedia untuk mensintesa asam amino lainnya dan diperlukan dalam jumlah yang seimbang. Sumbangan N juga diperoleh dari urea sekitar 45 – 46 %. Penimbangan 1 % urea mampu mensuplai protein kasar 2,8 % sehingga total protein kasar yang diberikan yaitu 15, 77 % (protein roti afkir sebelum fermentasi yaitu 12,97 %). Menurut Mc Ilory (1997) bahwa penambahan urea dapat meningkatkan total N bahan makanan sehingga turut menunjang kenaikan protein kasar.

Hasil uji beda nyata terkecil (BNT) menunjukkan bahwa perlakuan P1 (roti afkir + EM-4) berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) pada perlakuan P2, P3, dan P4 dengan penambahan bahan suplemen. Pada perlakuan P2 tidak berbeda nyata dengan P3 dan P4, hal tersebut menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan urea maka semakin efektif proses fermentasi dan memberikan pengaruh peningkatan protein kasar roti afkir, sehingga abu sekam dan fosfor tidak perlu ditambahkan jika urea sudah tersedia.

Peningkatan kandungan protein kasar mengindikasikan adanya protein atau senyawa nitrogen lainnya selama proses fermentasi terjadi. Apabila dibandingkan dengan kandungan protein roti afkir sebelum difermentasi yang hanya 12,97 % maka peningkatan kandungan protein setelah proses fermentasi cukup besar. Peningkatan ini sangat menguntungkan ditinjau dari segi nutrisi karena memperbaiki kualitas pakan. Apabila peningkatan kandungan protein kasar disertai dengan perenggangan ikatan lignin dan selulosa dan hemiselulosa maka proses fermentasi tersebut akan

lebih menguntungkan lagi. Hal ini sesuai dengan pendapat Akin yang dikutip Ismartoyo (1996) bahwa adanya pelonggaran ikatan lignosellulosa dan ligno hemisellulosa oleh aktivitas enzim selulase yang dihasilkan bakteri dan jamur menyebabkan sellulosa dan hemisellulosa yang terikat pada lignium menjadi renggang.

Rataan kandungan serat kasar roti afkir dengan berbagai perlakuan setelah difermentasi berturut-turut adalah P1 = 0,98 %, P2 = 1,15 %, P3 = 1,17 %, dan P4 = 1,10 %. Sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap kandungan serat kasar fermentasi roti afkir. Perlakuan tidak berpengaruh nyata pada serat kasar kemungkinan disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme dalam EM-4 tidak signifikan mencerna serat kasar karena banyaknya tersedia bahan-bahan yang mudah larut terutama BETN. Oleh karena itu jumlah serat kasar dalam roti afkir yang difermentasi tidak berubah. Hal ini sesuai dengan pendapat Tilman, dkk (1998) bahwa serat kasar mengandung lignin dan selulosa, yang tidak dapat dicerna sebaik atau secepat bahan ekstrak tanpa nitrogen, dan terutama terdiri dari pati.



KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan kandungan protein kasar dan serat kasar fermentasi roti afkir dengan penambahan urea, abu sekam, dan fosfor sebagai berikut:

- ◆ Fermentasi roti afkir pada berbagai perlakuan mengalami peningkatan. Kandungan protein kasarnya pada perlakuan P1 lebih rendah dibandingkan pada perlakuan P2, P3, dan P4 yang sudah ditambahkan bahan suplemen.
- ◆ Fermentasi Roti afkir pada berbagai perlakuan tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap kandungan serat kasar, tetapi berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan protein kasar fermentasi roti afkir.

Saran

Dengan melihat potensi yang dimiliki roti afkir, maka perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan fermentasi roti afkir sebagai bahan pakan alternatif yang diterapkan langsung pada ternak.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti Herlina. R. 2004. Keunggulan Makanan Fermentasi. Dosen Jurusan Teknologi Pangan Unpas <http://www.pikiranrakyat.com/cetak/0604/24/cakrawala/lainnya02.htm>
- Anggorodi, R. 1985. Ilmu Makanan Ternak Unggas Kemajuan Mutakhir. Universitas Hasanuddin Press, Jakarta.
- _____. 1994. Ilmu Makanan Ternak Umum. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Anonim. 1997. Effective Microorganism-4 (EM-4). PT. Kapas Garuda Putih, Ujung Pandang.
- _____. 1999. Penerapan Spouted-bed dalam Pembuatan Natrium Silika dari Abu Sekam Padi : Hidrodinamika, Perpindahan Massa, dan Perolehan Silikat. <http://www.Ip.Itb.Ac.Id/product/vol31 no1/johnner/johnner.html>.
- _____. 2002. Pupuk SP-36 Sebagai Sumber Fosfor. [Http://www.PT. Petrokimia Gresik.com](http://www.PT.PetrokimiaGresik.com)
- _____. 2003. Penuntun Praktikum Nutrisi Unggas dan Nutrisi Unggas Terapan. Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar.
- _____. 2004. Pembuatan Kompos dengan Teknologi Fermentasi. [http://www.Geocities. Com/Persampahan/Kompos 2 doc-sok - view as html - more from this site.](http://www.Geocities.Com/Persampahan/Kompos 2 doc-sok - view as html - more from this site)
- Ensminger, M. E. and C. G. Olentine. 1979. Feed and Nutrition Complete. First Edition. The Ensminger Publishing Company California, USA.
- Gaspersz Vincent. 1991. Metode Perancangan Percobaan. CV. Armico, Bandung.
- Hamid, S.H.A. 1995. Kyusei Nature Farming With Effective Microorganism (EM) Technology, Paper Presented of The ASEAN Seminar/Workshop and Training on Vegetable Production, Lembaga Bandung.

- Ismartoyo, 1996. Studies In Vitro and In Vivo on the Nutritive Value of Whole Conttonssed (*Gossypium sp*) for sheep. A Thesis Presented the Degree of Doctor of Philosophy (PhD). University of Aberdeen, United Kingdom.
- Lubis, D.A., 1973. Ilmu Makanan Ternak Umum. PT. Gramedia, Jakarta.
- Marsono dan Sigit Paulus. 2004. Pupuk Akar Jenis dan Aplikasi. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Maynard, L.A. and J.K. Loosli. 1979. Animal Nutrition. 5th ed. McGraw-Hill Publishing Co; inc. New York.
- Mc. Ilroy, R. S. 1007. Pengantar Budidaya Padang Rumput Tropik. Pradaya Paramita, Jakarta.
- Mudjajanto Setyo E. dan Yulianti Noor, L. 2004. Membuat Aneka Roti. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Nugraha S. dan Setiawati Jetty. 2001. Peluang Agribisnis arang Sekam. <http://www.pustakabogor.net>
- Nurmala Tati. 1998. Serealia Sumber Karbohidrat Utama. PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Poerwowidodo. 1992. Telaan Kesuburan Tanah. Angkasa, Bandung.
- Pitijo, S. 1995. Penggunaan Urea Tablet. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Rasyaf, M. 1992. Pengolaan Peternakan Unggas Pedaging. Kanisius, Yogyakarta.
- Srigandono Bambang. 1991. Kamus Istilah Peternakan. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Tillman, A.D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo, S. Lebdosoekojo. 1998. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wididana, G.N., dan T. Higa dan S. K. Riyatmo. 1996. Tanya Jawab Teknologi Effective Microorganism. Penerbit Koperasi Karyawan Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Winarno, F. G dan S. Fardiaz. 1990. Biofermentasi dan Biosintesa Protein. Angkasa, Bandung.