

# PENGARUH LEVEL EFFECTIVE MICRO ORGANISMS-4 (EM<sub>4</sub>) DAN JENIS SUBSTRAT TERHADAP KUALITAS BOKASHI PAKAN TERNAK

Oleh  
Mirza h \*, Nurlis Muis \*, Yuliandri \*\*

## ABSTRACT

An experiment was conducted to study the effects of substrate type and Effective Microorganisms-4 (EM-4) levels on the change of dry matter, crude protein, crude fiber, ash, crude fat and NPN contents Bokashi Pakan Ternak (BPT).

The experiment was designed in Completely Randomized Design, using factorial set of treatment 2 x 3 with two replications. The first factor (A) was two substrate type (A1 = poultry manure), and A2 = beef cattle manure). The second factor (B) was three EM-4 levels (B1 = 5 ml, B2 = 10 ml, and B3 = 15 ml).

The results of experiment showed that there was interaction effects ( $P < 0.01$ ) between substrate type and levels of EM-4 on increased of percentage crude protein of BPT, but the other proximate analysis no interaction effects. However, the substrate type and levels of EM-4 factors influenced high significantly ( $P < 0.01$ ) on decreased crude fiber of BPT.

The conclusion of experiment is aerobic fermentation of poultry and beef cattle manure with EM-4 can be upgraded by controlled fermentation process to a high protein and decreased of crude fiber. Using poultry manure substrate and levels of EM-4 15 ml is optimal treatment to product BPT, contains about 50,35 % crude protein higher than the original manure, and decreased of crude fiber 29,73 %.

Keyword: manure, fermentation, effective microorganisms-4, nutrient

## I. PENDAHULUAN

Pakan merupakan kebutuhan mutlak yang harus dipenuhi ternak unggas untuk proses-proses metabolis sehingga dapat tumbuh dan berproduksi. Biaya pakan pada ternak unggas merupakan yang terbesar dari seluruh biaya produksi. Untuk menekan biaya pakan serendah mungkin, maka perlu dicari bahan baku alternatif. Salah satu bahan alternatif adalah limbah industri peternakan seperti feses atau kotoran ternak. Feses ternak yang sering digunakan adalah kotoran ayam dan sapi. Kotoran ternak mengandung nilai gizi yang cukup tinggi. Berdasarkan analisa Laboratorium Gizi Non Ruminansia Fakultas Peternakan Universitas Andalas Padang (2000), kotoran ayam mengandung protein kasar 14,12%, lemak 4,59%, serat kasar 24,81%, abu 37,85% dan BETN 18,63%. sedangkan kotoran sapi mengandung bahan kering 54,18%, protein kasar 6,28%, lemak 2,89%, serat kasar 34,83%, abu 21,97% dan BETN 34,03%.

Dalam memanfaatkan kotoran ternak dalam ransum ternak perlu perlakuan tertentu dalam pengolahannya. Proses pengolahan ini menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan komposisi dan kualitas dari kotoran tersebut. Perubahan-perubahan tersebut antara lain disebabkan adalah adanya proses biodegradasi feses itu

sendiri, perombakan oleh organisme untuk memecah komposisi feses seperti oleh larva dan cacing tanah, proses fermentasi, peningkatan kualitas melalui pencernaan aerobik dan proses oksidasi.

Proses fermentasi pada kotoran ini berarti NPN dari asam uric yang merupakan racun dalam kotoran akan dirubah menjadi tidak beracun, dimana N dari asam uric ini digunakan oleh bakteri menjadi masa sel (protein sel tunggal) yang mengandung asam amino lebih baik dibandingkan kotoran saja. Tingginya protein murni pada produk fermentasi kotoran ini akan memungkinkan digunakan sebagai bahan pakan sumber protein pada ternak unggas.

Menurut Arndt *et. al.* (1979), perlu perlakuan pengolahan terhadap kotoran sebelum digunakan dalam ransum. Perlakuan ini dapat meningkatkan palatabilitas, membunuh bakteri patogen dan mengurangi bau amonia. Sehubungan kandungan  $NH_3$ -nya (gas amonia) yang masih tinggi, jika kotoran itu langsung ditambahkan dalam ransum akan menyebabkan menurunnya konsumsi ransum tersebut. Untuk mengatasi hal tersebut, harus dilakukan pengolahan. Salah satu cara adalah dengan proses fermentasi. Proses fermentasi dapat memperbaiki kandungan gizi dan meningkatkan kualitas pakan serta memanfaatkan zat-zat makanan yang belum terserat sebelumnya. Di samping itu, fermentasi juga dapat menghasilkan rasa dan aroma yang disukai ternak, meningkatkan palatabilitas dan memberikan daya simpan (pengawetan) yang lebih baik dari bahan asalnya (Rahman, 1989).

Melalui bantuan fermentasi dengan menggunakan  $EM_4$  (Effective Microorganisms-4), kotoran ternak dapat dirubah menjadi bahan pakan yang berkualitas yang disebut dengan Bokhasi Pakan Ternak. Bokashi merupakan hasil fermentasi bahan organik (jerami, sampah organik, pupuk kandang/kotoran ternak dan lain-lain) dengan menggunakan  $EM_4$ . Dalam pembuatan BPT ini faktor level inokulum dan jenis substrat sangat berpengaruh terhadap kualitas BPT yang dihasilkan. B P T ini dapat digunakan untuk pakan ternak sebagai pakan tambahan (feed additive).

Berdasarkan uraian di atas dilakukan suatu penelitian yang bertujuan "untuk mengetahui pengaruh level penggunaan  $EM_4$  dan jenis substrat (feses ayam dan sapi) terhadap kandungan zat-zat makanan dan sifat organoleptik. Hipotesis penelitian ini adalah terdapatnya interaksi antara level penggunaan  $EM_4$  dengan jenis substrat pada pembuatan bokashi pakan ternak terhadap perubahan kandungan zat-zat makanan.

## 2. MATERI DAN METODE PENELITIAN

### Materi Penelitian dan Peralatan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis kotoran yaitu kotoran sapi dan kotoran ayam ras petelur. Jumlah sampel yang diambil masing-masing kotoran adalah 2 kg untuk setiap perlakuan. Bahan lain yang digunakan untuk proses fermentasi adalah dedak, gula dan air serta  $EM_4$ . Sedangkan alat-alat yang digunakan antara lain adalah terdiri dari kantong semen, kantong plastik, timbangan teknis, sendok, pengaduk, alat penjepit dan seperangkat alat analisis proksimat.

### Metode Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan susunan perlakuan pola faktorial  $2 \times 3$  dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah dua jenis substrat/kotoran (A), yaitu :  $A_1$  = Kotoran ayam  $A_2$  = Kotoran sapi. Faktor kedua 3 level EM<sub>4</sub> (B), yaitu :  $B_1$  = 5 ml,  $B_2$  = 10 ml dan  $B_3$  = 15 ml

Model matematis rancangan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

### Prosedur Penelitian

1. Masing-masing kotoran dikeringkan dan digiling, selanjutnya dicampur merata dengan dedak (80 : 20). Setelah itu, 100 ml air ditambah gula sebanyak 12 gram dan kemudian ditambahkan EM<sub>4</sub> sebagai inokulum sesuai perlakuan. Larutan tersebut kemudian dicampur/ diaduk sedikit demi sedikit hingga bahan tersebut benar-benar merata dan homogen.
2. Media tadi dimasukkan kedalam kantong semen lalu dipadatkan dan bahan atau sampel tersebut dibuat tipis dengan ketebalan 1 – 1,5 cm. Kemudian sampel tersebut ditutup dan dimasukkan lagi kedalam kantong plastik yang bertujuan supaya sampel yang dibuat benar-benar dalam keadaan anaerob.
3. Setelah tiga hari sampel dikeluarkan dari rak fermentasi kemudian sampel tersebut ditimbang untuk mengetahui berat sampel setelah fermentasi lalu sampel dibuka. Untuk mengetahui apakah sampel yang difermentasi berhasil menjadi bokashi atau tidak ditandai dengan warna dari bokashi coklat kekuningan, baunya seperti bau tape tidak panas dan teksturnya gembur. Setelah itu bahan yang telah berubah menjadi bokashi tadi dikeringkan didalam oven (suhu 60 °C). Setelah sampel kering lalu sampel tersebut ditimbang lagi dan selanjutnya sampel sudah siap untuk dianalisa dilaboratorium.

Peubah yang diamati dalam penelitian ini adalah : Bahan Kering, Protein Kasar Lemak Kasar, Serat Kasar, Abu, BETN. Semua data yang diperoleh diuji dengan uji statistik menggunakan analisis keragaman (Anova) dari program Stats ver 2.6. Perbedaan antar perlakuan diuji lanjut dengan DMRT.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pengaruh Perlakuan terhadap Persentase Penurunan Bahan Kering, Peningkatan Protein Kasar dan Penurunan Serat Kasar

Rataan persentase penurunan kandungan bahan kering, peningkatan protein kasar dan penurunan serat kasar dari produk Bokashi Pakan Ternak (BPT) dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil analisis ragam pada Tabel 1, menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara level EM-4 dan jenis substrat terhadap kandungan bahan kering dan serat kasar, tetapi interaksinya sangat nyata ( $P < 0.01$ ) terhadap kandungan protein kasar BPT. Kandungan bahan kering sangat nyata ( $P < 0.01$ ) dipengaruhi oleh level EM-4,

sedangkan serat kasar, sangat nyata ( $P < 0.01$ ) dipengaruhi oleh level EM-4 dan jenis substratnya.

Tabel 1. Rataan penurunan kandungan BK, peningkatan PK dan penurunan SK pada BPT (%)

Peubah	Jenis Substrat (A)	Level EM-4			Rataan
		B1 = 5 ml	B2 = 10 ml	B3 = 15 ml	
Bahan Kering	A1	33,58	30,22	30,02	31,27
	A2	36,80	29,76	27,93	
	Rataan	35,19 <sup>a</sup>	29,99 <sup>b</sup>	28,98 <sup>b</sup>	
Protein Kasar	A1	28,67 <sup>a</sup>	40,32 <sup>b</sup>	50,35 <sup>c</sup>	39,78
	A2	22,62 <sup>a</sup>	25,56 <sup>ab</sup>	30,58 <sup>b</sup>	
	Rataan	25,65	32,94	40,47	
Serat Kasar	A1	18,71	21,77	29,73	23,40 <sup>a</sup>
	A2	15,78	17,91	23,26	
	Rataan	17,25	19,84	26,50	

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0.01$ )

Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa bahan kering BPT semakin menurun dengan makin meningkatnya level EM-4. Hal ini disebabkan oleh terdapatnya perbedaan populasi mikro organisme. Bertambahnya level inokulum ini maka proses fermentasi terjadi lebih cepat, sehingga perombakan bahan kering seperti serat kasar atau karbohidrat lebih banyak untuk dapat bertumbuh. Sesuai dengan pendapat Sulaiman (1988), bahwa semakin banyak level inokulum (EM-4) yang digunakan maka semakin cepat proses fermentasi berlangsung sehingga akan menurunkan kandungan bahan kering produk.

Pada protein kasar terjadi interaksi antara level EM-4 dan jenis substrat. Persentase peningkatan kandungan protein kasar BPT pada substrat kotoran ayam (A1), level EM-4 15 ml berbeda sangat nyata ( $P < 0.01$ ) lebih tinggi dibandingkan level EM-4 10 ml dan level EM-4 5 ml, begitu juga level EM-4 10 ml berbeda sangat nyata ( $P < 0.01$ ) lebih tinggi dibandingkan level EM-4 5 ml. Pada substrat kotoran sapi (A2), level EM-4 15 ml memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ( $P > 0.05$ ) dibandingkan level EM-4 10 ml, tetapi berbeda nyata ( $P < 0.05$ ) lebih tinggi dibandingkan level EM-4 5 ml, sedangkan level EM-4 10 ml memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ( $P > 0.05$ ) dibandingkan level EM-4 5 ml. Terlihat bahwa semakin tinggi level EM-4 maka semakin tinggi pula peningkatan kandungan protein kasar, baik pada substrat kotoran ayam maupun substrat kotoran sapi. Hal ini disebabkan oleh perbedaan populasi mikro organisme pada masing-masing perlakuan. Semakin tinggi level EM-4 yang digunakan

maka populasi mikro organisme yang ada pada substrat tersebut semakin banyak, sehingga banyak Nitrogen dari asam uric yang dapat dikonversikan atau digunakan oleh bakteri menjadi sel masa yang mengandung protein murni dalam bentuk single cell protein (SCP) atau protein sel tunggal (PST). Muller (1977), menyatakan bahwa hasil akhir pada proses fermentasi feses yang bersifat aerobic adalah protein sel tunggal dan ragi yang sangat memberi pengaruh terhadap hasil akhir dan kualitas BPT, dimana sebesar 50 % dari protein kasar dan beberapa asam aminonya mempunyai susunan hampir mirip dengan bungkil kedelai. Disamping itu, peningkatan kandungan protein ini juga disebabkan oleh makin banyaknya produksi enzim pada level EM-4 yang tinggi, dimana enzim itu sendiri adalah juga merupakan protein juga (Fardiaz, 1988).

Dilihat dari sisi level EM-4, pada kondisi level EM-4 5 ml (B1), persentase peningkatan protein kasar pada substrat kotoran ayam berbeda sangat nyata ( $P < 0.01$ ) lebih tinggi dibandingkan substrat kotoran sapi, begitu juga pada level EM-4 10 ml (B2) dan level EM-4 15 ml (B3). Hal ini disebabkan oleh aktivitas mikro organisme yang ada pada EM-4 dalam merombak zat-zat makanan yang ada pada substrat untuk pertumbuhan dan perkembangbiakannya. Pada Tabel 1 juga terlihat bahwa peningkatan kandungan protein kasar pada substrat kotoran ayam lebih tinggi dibandingkan substrat kotoran sapi, baik pada level 5 ml, 10 ml maupun 15 ml. Hal ini disamping disebabkan jenis ransum yang dimakan oleh masing-masing ternak, dimana pada ternak ayam ransum banyak berasal dari konsentrat yang mengandung nutrien yang tinggi terutama protein yang akan dimanfaatkan oleh mikro organisme sebagai kerangka Carbon dan Nitrogen untuk pertumbuhan dan perkembangbiakannya, juga disebabkan oleh aktivitas dari mikro organisme dalam merombak zat-zat makanan, sehingga mikro organisme tumbuh subur dan terbentuk protein tubuh dalam bentuk sel massa lebih banyak. Sesuai dengan pendapat Sukara dan Atmowidjojo (1987), terjadinya peningkatan protein kasar disebabkan adanya pertumbuhan dan perkembangbiakan mikro organisme yang merubah komponen penyusun media tumbuh menjadi suatu masa sel, sehingga terbentuk protein yang berasal dari tubuh mikro organisme itu sendiri yang akan meningkatkan protein kasar bahan pakan.

Dari Tabel 1 dapat dilihat juga bahwa peningkatan protein kasar pada substrat kotoran ayam lebih tinggi dibandingkan kotoran sapi. Hal ini disebabkan pada substrat kotoran ayam mengandung nutrien terutama proteinnya lebih tinggi sehingga mikro organisme dapat tumbuh dan berkembangbiak lebih cepat dibandingkan dengan substrat kotoran sapi yang mengandung energi lebih rendah karena tingginya kandungan serat kasar (Albar, 1978). Di samping itu, menurut penelitian Austic *et al* (1978), menyimpulkan bahwa kotoran ayam dapat ditingkatkan kualitasnya melalui fermentasi yang terkontrol menjadi materi yang mengandung protein tinggi dan potensial untuk dijadikan makanan ternak monogastrik dan unggas. Hasil analisis mereka menunjukkan protein sel tunggal dari fermentasi kotoran ayam mendapatkan kandungan protein murni sebesar 40 % dan asam-asam amino lysin 3,4 %, methionine 1,0 – 1,16 % dan cystin 0,16 %. Dinyatakan juga bahwa produk fermentasi kotoran ayam petelur mengandung komposisi asam amino hampir mirip dibandingkan dengan praksi protein sel tunggal, kecuali lysin lebih rendah.

Pada penurunan kandungan serat kasar tidak terdapat interkasi antara level EM-4 dengan jenis substrat, tetapi faktor level EM-4 dan jenis substrat memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ( $P < 0.01$ ) terhadap persentase penurunan serat kasar BPT. Dari

Tabel 1 dapat dilihat bahwa faktor jenis substrat (A), kotoran ayam menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0.05$ ) lebih tinggi dibandingkan substrat kotoran sapi. Hal ini disebabkan ransum ayam petelur mengandung kuantitas nutrisi yang lebih tinggi terutama protein dan karbohidrat yang akan dimanfaatkan sebagai sumber karbon dan nitrogen untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan mikro organisme, sehingga mikro organisme pada substrat tumbuh lebih banyak. Mikro organisme yang lebih banyak akan menghasilkan enzim selulase lebih banyak pula yang akan merombak selulosa menjadi bahan yang lebih sederhana sehingga serat kasar BPT menjadi menurun. Keadaan ini menyebabkan persentase penurunan serat kasar lebih besar pada kotoran ayam dibandingkan kotoran sapi. Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa level EM-4 memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $P < 0.01$ ) terhadap persentase penurunan serat kasar, dimana semakin tinggi level E-4 maka persentase penurunan serat kasar semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh perbedaan populasi mikro organisme pada masing-masing perlakuan, makin tinggi level E-4 maka semakin banyak pula enzim yang dihasilkan, sehingga perombakan selulosa lebih banyak. Sesuai dengan pendapat Oore and Landdecker (1982), bahwa mikro organisme akan merombak selulosa yang terdapat pada substrat guna mendapatkan energi, sehingga kandungan serat kasar BPT menjadi menurun. Akibatnya adalah terjadi penurunan serat kasar yang lebih banyak pada penggunaan level EM-4 lebih tinggi.

## 2. Pengaruh Perlakuan terhadap penurunan kandungan lemak, abu dan peningkatan kandungan BETN

Rataan penurunan kandungan lemak, abu dan peningkatan kandungan BETN dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rataan penurunan kandungan lemak, abu dan peningkatan BETN

Peubah	Jenis Substrat (A)	Level EM-4			Rataan
		B1 = 5 ml	B2 = 10 ml	B3 = 15 ml	
Lemak Kasar	A1	26,32	26,46	27,92	26,90
	A2	25,60	36,33	37,92	33,28
	Rataan	25,96	31,40	32,92	
Abu	A1	14,53	14,66	16,21	14,93
	A2	18,04	14,37	11,55	16,65
	Rataan	16,29	14,22	13,88	
BETN	A1	9,40	12,16	14,92	12,16
	A2	10,46	9,34	6,17	9,01
	Rataan	10,75	10,75	10,55	

Keterangan: berbeda tidak nyata

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara level EM-4 dan jenis substrat tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P > 0.05$ ) terhadap penurunan

kandungan lemak, abu dan peningkatan kandungan BETN produk BPT. Begitu juga faktor level EM-4 dan jenis substrat secara mandiri juga menunjukkan perbedaan yang tidak nyata.

Tidak terdapatnya perbedaan penurunan kandungan lemak BPT masing perlakuan disebabkan level EM-4 yang digunakan rentangannya masih relatif kecil, sehingga tidak mempengaruhi kandungan lemak BPT. Tetapi secara angka-angka terlihat ada kecenderungan perubahan besarnya penurunan kandungan lemak ini. Semakin tinggi level EM-4 maka semakin tinggi penurunan kandungan lemak. Namun pengujian secara statistik hasilnya tidak berbeda nyata. Hal ini mungkin disebabkan mikro organisme untuk hidup membutuhkan energi, sehingga pada level EM-4 tertinggi (15 ml) mengalami penurunan yang semakin besar. Selain itu penurunan ini juga disebabkan di dalam EM-4 juga terdapat *Lactobacillus Sp*, yang mempunyai sifat lipolitik yang dapat merombak lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Sesuai dengan pendapat Winarno dan Fardiaz (1991), bahwa *Lactobacillus Sp* mempunyai sifat lipolitik yang dapat merombak lemak menjadi asam lemak dan gliserol yang dapat digunakan sebagai sumber energi dan lemak adalah sumber energi kedua di samping karbohidrat yang sangat dibutuhkan.

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa kadar abu, walaupun terjadi perubahan atau penurunan tetapi tidak cukup bermakna. Hal ini disebabkan dengan level EM-4 yang dilakukan, sampai 15 ml belum memperlihatkan pengaruh yang nyata. Di samping itu, pada proses fermentasi tidak banyak mempengaruhi kandungan abu atau mineral. Hal ini sesuai dengan pendapat Reed (1975), bahwa perlakuan fermentasi tidak berpengaruh terhadap kandungan abu (bahan organik) substrat. Hasil penelitian hampir sama dengan hasil yang diperoleh Shuler et al. (1979), yang menggunakan bakteri *Fluorescen Sp* pada kotoran ayam, kandungan abunya sebesar 12 – 19 %, Kalsium 1,9 – 2,5 % dan Phospor 1,5 – 2,8 %.

Tabel 2 juga dapat dilihat bahwa terdapat peningkatan persentase BETN pada produk BPT. Dari data dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan yang semakin besar pada jenis substrat kotoran ayam dibandingkan substrat kotoran sapi. Tetapi secara statistik tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Hal ini mungkin disebabkan aktivitas bakteri *Lactobacillus Sp* dalam menghasilkan enzim selulase banyak serat kasar yang dirombak menjadi glukosa yang merupakan komponen dari BETN. Dari glukosa yang dihasilkan itu ada yang digunakan seluruhnya oleh bakteri untuk sumber energi, dan ada pula yang tidak menggunakan glukosa tersebut seluruhnya sehingga banyak tinggal di dalam substrat. Keadaan ini yang menyebabkan kandungan BETN meningkat. Hal ini didukung oleh penelitian Frazier and West Hoff (1978), bahwa *Lactobacillus Sp* lebih banyak menghasilkan enzim selulase yang digunakan untuk menghidrolisa komponen seperti selulosa menjadi senyawa yang lebih sederhana, sehingga semakin banyak glukosa yang dihasilkan.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat interaksi yang nyata antara level EM-4 dan jenis substrat terhadap peningkatan kandungan protein kasar dan dapat menurunkan kandungan serat kasar BPT. Sedangkan kandungan lemak, abu dan BETN tidak dipengaruhi oleh perlakuan. Persentase peningkatan protein tertinggi/terbaik

terdapat pada perlakuan menggunakan substrat kotoran ayam petelur dengan level EM-4 15 ml, yaitu dengan peningkatan protein kasar sebesar 50,35 % dan penurunan serat kasar sebesar 29,73 %.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Albar, 1978. Ilmu Gizi Ternak Ruminansia Pedaging. Proyek Pengadaan Bahan Pentuluhan dan Pelatihan Petugas Peternakan. Dirjen Peternakan. Jakarta
- Arndt, D. L., D. L. Day and Hatfield. 1979. Proecessing and Handling of Animal Excreta a for Refeeding. J. Anim. Scie. 48 : 157 - 160.
- Austic, R.E., Henry, A.E., Shuler, M.L., Kargi, F., Seerly, J.R.H.W. and Vashon, R.C. 1978. Microbial processing of poultry manure for feeding to poultry. Poultry Sci., 57 (4), 1116.
- Fardiaz, S. 1988. Fisiologi Fermentasi. P A U Pangan dan Gizi IPB Bogor. Pt. Gramedia. Jakarta.
- Frazier, W. C and Westhoff, D.C. 1978. Food Microbiology. McGrow Hill Book Co. New York.
- Muller, Z.O. 1980. New feed resoources, in FAO Animal Production and Health Paper 4: 365- 94.
- Rahman, A. 1989. Pengantar Teknologi Fermentasi. Depdikbud. PAU Pangan dan Gizi. IPB. Bogor.
- Reed, G. 1975. Enzyme in Food Processing. Academic Press. New York.
- Shuler, M.L., Roberts, E.D., Mitchell, D.W., Kargi, F., Austic, R.E., Henry, A., Vashon, R. and Seely, H.W., Jr. 1979. Process for the aerobic conversion of poultry manure into high-protein feedstuff. Biotechnol. Bioeng. 21,19-39.
- Sukara, E dan A.H. Atmowidjojo. 1980. Pemanfaatan ubi kayu untuk produksi enzim amilase dan protein sel tunggal dalam optimasi nutrisi untuk proses fermentasi substrat cair dengan menggunakan kapang *Rhizopus oligosporus*. Seminar Nasional UPT-EPG. Lampung.
- Sulaiman. 1988. Studi proses protein mikroba dengan ragi amilolitik dan ragi simba pada media padat dengan bahan baku ubi kayu. Tesis Fakultas Teknik Pertanian. IPB. Bogor.
- Winarno, F.G dan S. Fardiaz. 1991. Biofermentasi dan Biosintesis Protein. Angkasa. Bandung