

FERMENTASI BUNGKIL INTI SAWIT SECARA SUBSTRAT PADAT DENGAN MENGGUNAKAN *ASPERGILLUS NIGER*

SUPRIYATI, T. PASARIBU, H. HAMID, dan A. SINURAT

Balai Penelitian Ternak
P.O. Box 221, Bogor 16002, Indonesia

(Diterima dewan redaksi 14 Januari 1998)

ABSTRACT

SUPRIYATI, T. PASARIBU, H. HAMID, and A. SINURAT. 1998. Solid state fermentation of palm kernel meal by using *Aspergillus niger*. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 3 (3): 165-170.

The solid state fermentation technique on palm kernel meal by using *Aspergillus niger* wild type and NRRL 337 was studied. The fermentation was carried out at 30°C for 3 days continued with enzymatic process at room temperature and 40°C for 2 days. The result showed that at the third days of fermentation spores started to grow on the surface. The 3rd days fermentation can improve protein content and *in vitro* digestibility (IVDMD) with minimal loss of dry matter. The dry matter contents at 3 days fermentation were 48.88 and 48.83% for product using *Aspergillus niger* wild type and NRRL 337. Combination 3 days fermentation and 2 days enzymatic process at room temperature by using *Aspergillus niger* NRRL 337 type gave the best product with optimal IVDMD value and protein digestibility of 51.47 and 71.33%.

Key words : Palm kernel meal, fermentation, *Aspergillus niger*

ABSTRAK

SUPRIYATI, T. PASARIBU, H. HAMID, dan A. SINURAT. 1998. Fermentasi bungkil inti sawit secara substrat padat dengan menggunakan *Aspergillus niger*. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 3 (3): 165-170.

Dalam penelitian ini dipelajari teknik fermentasi substrat padat pada bungkil inti sawit dengan menggunakan *Aspergillus niger* tipe liar dan NRRL 337. Fermentasi dilakukan pada suhu 30°C selama 3 hari yang dilanjutkan dengan proses enzimatik pada suhu kamar dan 40°C selama 2 hari. Hasil pengamatan menunjukkan pada hari ke-3 fermentasi, permukaan substrat mulai ditumbuhi spora. Lama fermentasi 3 hari dapat meningkatkan kadar protein kasar (PK) dan nilai pencernaan bahan kering (KBK) secara *in vitro* dengan kehilangan bahan kering (BK) yang minimal. Kandungan bahan kering pada hari ke-3 fermentasi, masing-masing adalah 48,88 dan 48,83% untuk produk yang menggunakan *Aspergillus niger* tipe liar dan NRRL 337. Kombinasi lama fermentasi 3 hari dan proses enzimatik pada suhu kamar dengan menggunakan *Aspergillus niger* tipe NRRL 337 memberikan hasil produk yang terbaik dengan KBK dan pencernaan protein secara *in vitro* yang optimal, yaitu 51,47 dan 71,33%.

Kata kunci : Bungkil inti sawit, fermentasi, *Aspergillus niger*

PENDAHULUAN

Potensi kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di dunia cukup besar, yaitu sebesar 4 milyar ton. Di Indonesia, komoditas kelapa sawit cukup besar sehingga akan mendukung potensi bungkil inti sawit (BIS) yang merupakan hasil sampingan dari proses pembuatan minyak inti sawit. DEVENDRA (1977) mengemukakan bahwa pada pengolahan inti sawit menghasilkan sekitar 45% minyak inti sawit sebagai hasil utama dan bungkil inti sawit sekitar 45% sebagai hasil sampingan.

Palatabilitas bungkil inti sawit pada ternak non-ruminansia adalah rendah sehingga dalam BIS perlu ditambah dengan bahan pakan lain yang disukai

ternak. Kandungan zat nutrisi BIS bervariasi, terutama kandungan serat kasar (SK)-nya tetapi proteinnya cukup tinggi. Menurut DEVENDRA (1977), BIS mengandung SK 14,49%, sedangkan menurut LUBIS (1980) adalah 24%. Variasi ini disebabkan oleh adanya perbedaan umur tanaman, teknik ekstraksi, daerah asal atau jenis kelapa sawit (ARITONANG, 1984). Penggunaan BIS sampai 10% tidak mengganggu penampilan produksi ayam (LUBIS, 1980) dan tidak menurunkan nilai gizi ransum (NATODAS, 1989). HARDINI (1989) melaporkan bahwa penggunaan BIS fermentasi tidak mempengaruhi persentase karkas ayam pedaging.

Salah satu alternatif peningkatan mutu bahan pakan adalah teknik fermentasi secara substrat padat.

Fermentasi dengan menggunakan kapang memungkinkan terjadinya perombakan komponen bahan yang sulit dicerna menjadi lebih tersedia, sehingga diharapkan pula nilai nutrisinya meningkat.

Kualitas produk fermentasi tergantung pada jenis mikroba serta medium padat yang digunakan. Kadar protein produk fermentasi umbi singkong menggunakan *Aspergillus niger* lebih baik dibandingkan dengan *Rhizopus oligosporus* (KOMPIANG *et al.*, 1994). Hasil fermentasi bungkil kelapa menunjukkan bahwa kapang *Eupenicillium javanicum* mempunyai daya cerna bahan kering dan protein *in vitro* lebih tinggi daripada hasil fermentasi dengan *Aspergillus niger* NRRL 337 (HARYATI *et al.*, 1997 dan PURWADARIA *et al.*, 1997). Kapang *Aspergillus niger* tipe NRRL 337 tidak dapat tumbuh dengan baik pada medium limbah kopi (ZAENUDIN *et al.*, 1996).

Dalam penelitian ini dipelajari teknik fermentasi secara substrat padat pada BIS dengan menggunakan *Aspergillus niger* tipe liar dan NRRL 337.

MATERI DAN METODE

Bungkil inti sawit (BIS) kering diperoleh dari hasil ikutan pengolahan sawit di Medan, Sumatera Utara. Kapang yang dipergunakan adalah *Aspergillus niger* tipe liar (koleksi Balai Penelitian Ternak) dan NRRL (North Carolina Research Laboratory, USA) 337. Mineral anorganik dan bahan kimia yang dipergunakan adalah teknis dan proanalisis.

Perlengkapan penelitian yang digunakan antara lain adalah dandang, loyang plastik, kantong plastik dan pengaduk.

Prosedur fermentasi

Bungkil inti sawit ditambah air sebanyak 600 ml per kg BIS, kemudian ditiriskan, agar tidak terlalu basah. Bahan yang telah ditiriskan, dikukus dan dibiarkan sampai uap air keluar dan ditutup, kemudian dibiarkan selama 30 menit. Proses selanjutnya didinginkan hingga suhunya $\pm 70^{\circ}\text{C}$ dan diaduk bersama campuran mineral (KOMPIANG *et al.*, 1994). Setelah itu dicampur dengan kapang *Aspergillus niger* sebanyak 6-10 g per kilogram bahan, diaduk sampai merata dan dimasukkan ke dalam loyang plastik (*tray*). Selanjutnya difermentasi pada suhu 30°C selama 3 hari, kemudian dilakukan proses enzimatik selama 2 hari dengan cara dipadatkan dalam kantong plastik dengan kondisi hampa udara. Pada proses enzimatik dipergunakan suhu ruang dan 40°C . Tahap selanjutnya adalah pengeringan dalam oven pada suhu 60°C selama lebih kurang 2 hari.

Pengamatan pertumbuhan kapang dilakukan setiap hari. Parameter yang diukur adalah bahan

kering (BK), protein kasar (PK), kecernaan bahan kering (KBK) dan kecernaan protein. Untuk hasil produk fermentasi dilakukan analisis proksimat.

Percobaan disusun menggunakan rancangan faktorial dengan faktor pertama, yaitu jenis kapang (2 isolat : *Aspergillus niger* tipe liar dan NRRL 337) dan faktor kedua, yaitu suhu enzimatik (kamar dan 40°C). Setiap perlakuan terdiri atas 3 ulangan dan perbedaan antar perlakuan dibandingkan dengan uji beda nyata terkecil (STEEL dan TORRIE, 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan umum terhadap hasil fermentasi

Pengamatan terhadap pertumbuhan *Aspergillus niger* dilakukan pada pertumbuhan kapang yang ditandai dengan adanya miselium dan konidia. Pertumbuhan kapang selama fermentasi dapat dilihat pada Tabel 1. Pertumbuhan kapang *A. niger* tipe liar pada medium BIS lebih cepat terbentuk spora dibandingkan dengan *A. niger* tipe NRRL 337. Hal ini dikarenakan masing-masing jenis kapang mempunyai sifat khas yang berbeda.

Tabel 1. Pertumbuhan kapang secara visual

Hari ke-	<i>Aspergillus niger</i>	
	Liar	NRRL 337
0	-	-
1	+	-
2	++	+
3	+++*	+++*
4	+++*	+++*
5	****	****

Keterangan :

- Tidak ada pertumbuhan

+ Ada pertumbuhan miselium $\pm 25\%$ dari luas permukaan medium

* Ada pertumbuhan spora $\pm 25\%$ dari permukaan medium

Perlakuan fermentasi pada BIS menghasilkan struktur, warna dan bau yang berbeda dari BIS sebelum fermentasi. Struktur hasil fermentasi tampak padat, hal ini disebabkan oleh pertumbuhan miselium dan konidia yang mengikat butir-butir BIS.

Pada fermentasi 0 sampai 12 jam, pertumbuhan kapang belum terlihat, karena masih dalam tahap adaptasi. Selanjutnya, hari pertama sampai ketiga fermentasi pertumbuhan sel kapang meningkat sejalan dengan meningkatnya jumlah spora yang tumbuh di permukaan substrat. Dari dua tipe *Aspergillus niger*

yang berbeda ternyata pertumbuhan kapang pada medium yang menggunakan *A. niger* tipe liar koleksi Balitnak lebih cepat dibandingkan dengan medium *A. niger* NRRL 337. Hal ini menandakan bahwa pertumbuhan *A. niger* NRRL 337 lebih lambat, sejalan dengan laporan terdahulu bahwa pertumbuhan spora *A. niger* NRRL 337 pada medium limbah kopi dan limbah singkong lebih lambat (KOMPIANG *et al.*, 1994; ZAENUDIN *et al.*, 1996).

Perubahan bahan kering

Perubahan bahan kering selama proses fermentasi dapat dilihat pada Tabel 2. Pada hari pertama fermentasi ternyata sudah terjadi perubahan kadar bahan kering sebesar 0,20 dan 0,26%, masing-masing pada medium yang menggunakan *A. niger* tipe liar dan NRRL 337. Pada hari ke-3 bahan kering menurun kembali menjadi 48,88 dan 48,83%. Hal ini ditandai dengan banyaknya air yang diproduksi sehingga ada air yang jatuh ke permukaan substrat fermentasi. Dengan banyaknya air yang diproduksi membuktikan bahwa pada hari ke-3 proses fermentasi dalam keadaan optimal. Walau demikian, kadar bahan kering selama proses fermentasi tidak nyata dipengaruhi baik oleh perlakuan lama maupun oleh jenis kapang yang dipergunakan.

Tabel 2. Perubahan bahan kering selama fermentasi (% BK)

Proses	Hari ke-	<i>Aspergillus niger</i>	
		Liar	NRRL 337
Fermentasi	0	48,62 ^a	48,81 ^a
	1	48,82 ^a	49,07 ^a
	2	49,23 ^a	49,09 ^a
	3	48,88 ^a	48,83 ^a
Enzimatis	1	57,88 ^c	55,50 ^c
	2	54,42 ^b	53,50 ^b

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada lajur dan baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata (P<0,05)

Air yang dihasilkan dalam proses fermentasi dapat dilihat pada baki plastik penutup substrat. Produksi air paling banyak pada hari ketiga fermentasi, yaitu pada saat pertumbuhan kapang optimum. Pemanenan dilakukan pada saat pertumbuhan kapang optimum. WINARNO dan FARDIAZ (1979) menyatakan bahwa fermentasi kapang pada umumnya membutuhkan waktu antara 2 sampai 5 hari.

Setelah proses fermentasi 3 hari dilanjutkan dengan proses enzimatik, yang setelah satu hari proses

enzimatis BK meningkat menjadi 57,88 dan 55,50%, masing-masing untuk tipe liar dan NRRL 337. Pada hari ke-2 proses enzimatik BK menurun kembali menjadi 54,42 dan 53,50%. Adanya peningkatan kadar bahan kering pada hari pertama membuktikan bahwa pada proses enzimatik ini terjadi pelepasan kadar air. Hal ini menunjukkan terjadinya aktivitas enzim.

Dalam aktivitasnya kapang menggunakan karbohidrat sebagai sumber karbon. Pemecahan karbohidrat akan diikuti pembebasan energi, karbondioksida dan air. Panas yang dibebaskan menyebabkan suhu substrat meningkat. BUCKLE *et al.* (1987) menyatakan bahwa untuk hidup semua organisme membutuhkan sumber energi yang diperoleh dari metabolisme bahan pangan tempat organisme berada di dalamnya. Dalam hal ini, yang berperan sebagai sumber energi adalah karbohidrat yang terkandung dalam bungkil inti sawit dan sebagai sumber nitrogen berasal dari urea yang ditambahkan.

Perubahan protein kasar BIS hasil fermentasi

Fermentasi terhadap BIS menyebabkan adanya perubahan kandungan nutrisi bahan pakan tersebut. Kandungan protein kasar dan sejati selama proses fermentasi berbeda nyata dengan yang tanpa fermentasi (Tabel 3).

Tabel 3. Kadar protein kasar, protein sejati dan serat deterjen netral (SDN) BIS sebelum dan setelah fermentasi (%BK)

Parameter	Proses	<i>Aspergillus niger</i>	
		Liar	NRRL 337
Protein kasar	Tanpa fermentasi	14,19 ^a	
	Fermentasi 3 hari	25,17 ^b	25,55 ^b
	Enzimatis 2 hari	35,61 ^c	36,43 ^c
Protein sejati	Tanpa fermentasi	13,59 ^a	
	Fermentasi 3 hari	19,75 ^b	20,25 ^b
	Enzimatis 2 hari	24,35 ^c	25,06 ^c
SDN	Tanpa fermentasi	63,96 ^a	
	Fermentasi 3 hari	57,42 ^b	57,14 ^b
	Enzimatis 2 hari	53,12 ^c	51,94 ^c

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada lajur dan baris yang sama untuk setiap parameter menunjukkan adanya perbedaan nyata (P<0,05)

Dengan dilakukannya proses enzimatik ternyata semakin meningkat kandungan proteinnya, yang membuktikan bahwa pada proses ini terjadi suatu aktivitas biokimia oleh adanya enzim yang ada pada medium. Dari data di atas ternyata penggunaan kapang tipe NRRL 337 lebih baik daripada tipe liar. Hal ini dikarenakan tipe NRRL 337

lebih spesifik aktivitasnya untuk medium yang mempunyai kandungan lemak cukup tinggi. Hal ini diamati pula oleh PURWADARIA *et al.* (1997) bahwa penggunaan kapang tipe NRRL 337 pada fermentasi bungkil kelapa yang tinggi kandungan lemaknya, lebih baik daripada menggunakan kapang tipe liar.

Kenaikan kadar protein BIS yang difermentasi ini diduga akibat adanya kerja dari mikroba dan adanya penambahan protein yang terdapat dalam sel mikroba itu sendiri. SUDARMADJI *et al.* (1989) menyatakan bahwa selama proses pertumbuhan, selain dihasilkan enzim, juga dihasilkan protein enzim ekstraselular dan protein hasil metabolisme kapang sehingga terjadi peningkatan kadar protein kasar dan sejati.

Nilai KBK dan pencernaan protein pada BIS hasil fermentasi pada suhu enzimatis yang berbeda

Kecernaan bahan kering (KBK) meningkat dari 40,65% menjadi 45,00 dan 50,78% untuk produk fermentasi 3 hari masing-masing menggunakan *A. niger* tipe liar dan NRRL 337. KBK pada proses enzimatis 2 hari tidak berbeda nyata dengan KBK pada proses fermentasi, yaitu 52,48 dan 53,12%.

Hasil analisis nutrisi pada BIS hasil fermentasi 3 hari dengan menggunakan *A. niger* NRRL 337 dengan lama enzimatis 2 hari pada suhu enzimatis yang berbeda (Tabel 4) ternyata nilai ketiga nutrisi (PK, KBK dan pencernaan protein) lebih baik pada enzimatis suhu kamar. Tidak efektifnya suhu 40°C pada proses enzimatis dikarenakan suhu optimum berkembangnya *A. niger* adalah 35-37°C (SUDARMADJI *et al.*, 1989). Suhu dalam kantong pada proses enzimatis diperkirakan sekitar 30-35°C, sehingga pada proses enzimatis yang disimpan pada suhu kamar diperoleh nilai pencernaan yang tinggi. Hal ini diamati pula oleh PURWADARIA *et al.* (1994) bahwa pada proses enzimatis bungkil kelapa ternyata suhu kamar lebih efektif dibandingkan dengan suhu 50°C.

Nilai pencernaan protein produk BIS tanpa fermentasi adalah 63,87% dan setelah fermentasi 3 hari menjadi 73,05 dan 74,91% untuk masing-masing produk yang menggunakan *A. niger* liar dan NRRL 337. Sementara itu, dengan proses enzimatis ternyata pencernaan proteinnya lebih rendah dibandingkan dengan proses fermentasi, yaitu menjadi 68,79 dan 71,33% untuk masing-masing produk yang menggunakan *A. niger* liar dan NRRL 337. Hal ini membuktikan bahwa pada proses enzimatis pemecahan bahan yang tidak dapat dicerna lebih dominan yang ditandai dengan meningkatnya KBK.

Tabel 4. Nilai KBK dan pencernaan protein (KP) produk fermentasi 3 hari dan enzimatis 2 hari pada suhu kamar dan 40°C (%BK)

Parameter	Proses	<i>Aspergillus niger</i>	
		Liar	NRRL 337
Kecernaan bahan kering (KBK)	Tanpa fermentasi	40,65 ^a	
	Fermentasi 3 hari	45,69 ^b	49,35 ^c
	Enzimatis suhu kamar	46,03 ^b	51,47 ^c
	Enzimatis suhu 40°C	44,30 ^b	48,92 ^c
Kecernaan protein (KP)	Tanpa fermentasi	63,87 ^a	
	Fermentasi 3 hari	73,05 ^d	74,91 ^d
	Enzimatis suhu kamar	68,79 ^b	71,33 ^c
	Enzimatis suhu 40°C	67,72 ^b	70,49 ^c

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada lajur dan baris yang sama untuk setiap parameter menunjukkan adanya perbedaan nyata (P<0,05)

Kualitas produk fermentasi BIS yang menggunakan *A. niger* NRRL 337 yang diproses enzimatis pada suhu kamar

Pada Tabel 5 terlihat bahwa kandungan PK, PS, abu, P dan air mengalami peningkatan, sedangkan kandungan SDN, SK dan lemak kasar menurun. Peningkatan PK, PS, abu dan P ini disebabkan karena pada proses fermentasi ditambahkan sumber N anorganik (urea) dan mineral. Kadar PK dapat ditingkatkan dari 14,19 menjadi 36,43%, dengan kandungan PS sebesar 25,06%. Selisih antara PK dan PS adalah nitrogen yang bukan protein seperti urea dan amonia. Kadar abu meningkat dari 3,50 menjadi 7,75%. Peningkatan yang cukup tinggi ini disebabkan dalam proses fermentasi ditambahkan mineral, antara lain kalium klorida (KCl), diamoniumfosfat (DAP), dan magnesium sulfat (MgSO₄). Nilai P meningkat dari 0,71 menjadi 0,88%, sedangkan kadar Ca hampir tetap, yaitu 0,36%, dikarenakan pada proses sama sekali tidak ditambahkan sumber Ca.

Kandungan SDN dan SK hasil fermentasi mengalami penurunan. Hal ini diduga akibat pertumbuhan mikroba yang memerlukan beberapa zat pakan, di antaranya serat kasar sebagai substrat. Seperti pendapat SATIAWIHARJA (1984) dalam hal proses fermentasi, maka medium berfungsi sebagai sumber karbon, nitrogen dan energi. Penurunan serat kasar produk fermentasi bisa juga diakibatkan oleh tercernanya bagian dari serat kasar oleh mikroba yang

biasanya sulit dicerna oleh ternak monogastrik. Hal ini didukung oleh pendapat WINARNO dan FARDIAZ (1979) yang menyatakan selain itu proses fermentasi menyebabkan terjadinya pemecahan oleh enzim-enzim tertentu terhadap bahan-bahan yang tidak dapat dicerna, misalnya selulosa dan hemiselulosa menjadi gula sederhana.

Tabel 5. Kandungan zat nutrisi BIS dan produk fermentasi yang menggunakan *A. niger* NRRL 337 dan dienzimatis pada suhu kamar (% BK)

Parameter	Tanpa fermentasi	Fermentasi
Protein kasar (PK)	14,19	36,43
Protein sejati (PS)	13,59	25,06
Lemak kasar (LK)	9,60	6,70
Serat deterjen netral	63,96	51,75
Serat kasar (SK)	21,70	19,75
Abu	3,50	7,75
Kalsium (Ca)	0,36	0,35
Fosfor (P)	0,71	0,88

Penurunan kandungan lemak kasar dari 9,60 menjadi 6,70% dikarenakan adanya lemak yang dikonsumsi oleh kapang untuk pertumbuhannya. Hal ini diamati pula oleh HARYATI *et al.* (1997) bahwa pada substrat bungkil kelapa terjadi penurunan kadar lemak selama fermentasi dengan menggunakan kapang *A. niger* NRRL 337. Dengan terjadinya penurunan pada substrat yang kandungan lemaknya cukup tinggi seperti bungkil inti sawit dan bungkil kelapa menunjukkan bahwa *A. niger* NRRL mungkin menghasilkan enzim lipase. BALCAO *et al.* (1996) mengatakan bahwa beberapa reaksi katalisis terjadi oleh enzim lipase antara lain hidrolisis, sintesis ester dan alkoholisis. Dengan adanya aktivitas enzim lipase, maka produk fermentasi yang dihasilkan, kadar lemaknya berkurang.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kapang yang baik untuk proses fermentasi pada substrat BIS adalah *A. niger* tipe NRRL 337. Lama proses fermentasi 3 hari dan dikombinasikan dengan proses enzimatik selama 2 hari pada suhu kamar memberikan kadar protein dan pencernaan bahan kering yang paling baik serta turunnya kandungan serat.

DAFTAR PUSTAKA

- ARITONANG, D. 1984. Pengaruh Penggunaan Bungkil Inti Sawit dalam Ransum Babi yang Sedang Tumbuh. Disertasi Doktor. Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- BALCOA, V.M., A.L. PAIVA, and F.X. MALCATA. 1996. Review bioreactor with immobilized lipases : State of the art. *Enzyme and Microbial Technology* 18:392-416.
- BUCKLE, K.A., G.H. EDWARD, dan M. WOOTON. 1987. *Ilmu Pangan*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- DEVENDRA, C. 1977. *Utilization of Feedingstuffs from the Oil Palm*. Malaysian Society of Animal Productions. Serdang, Malaysia.
- HARDINI, D. 1989. Pengaruh Penggunaan Bungkil Inti Sawit dan Polard yang Difermentasi dengan Jamur *Aspergillus oryzae* dalam Ransum Ayam Broiler. Karya Ilmiah. Fakultas Peternakan, IPB. Bogor.
- HARYATI, T., T. PURWADARIA, J. DARMA, dan B. TANGENDAJA. 1997. Production of extracellular glycosidases by *Eupenicillium javanicum* and *Aspergillus niger* NRRL 337 on the coconut meal substrate. Second Conference on Agriculture Biotechnology. Jakarta, June 13-15, 1995. Indonesia. Hal. 517-522.
- KOMPIANG, I P., J. DARMA, T. PURWADARIA, A. SINURAT, dan SUPRIYATI. 1994. Laporan Hasil Penelitian Protein *Enrichment* : Studi Cassava *Enrichment* melalui Proses Biologi untuk Ternak Monogastrik. Balitnak bekerjasama dengan Proyek Pengembangan Penelitian Pertanian Nasional Badan Litbang Pertanian.
- LUBIS, D.A. 1980. *Ilmu Makanan Ternak*. PT. Pembangunan Jakarta.
- NATODAS, C. 1989. Pengaruh Penggunaan Enzim Selulase pada Pollard dan Bungkil Sawit dalam Ransum terhadap Pertumbuhan Ayam Pedaging. Karya Ilmiah. Fakultas Peternakan, IPB. Bogor.
- PURWADARIA, T., T. HARYATI, dan J. DARMA. 1994. Isolasi dan seleksi kapang mesofilik penghasil mananase. *Ilmu dan Peternakan* 2: 26-29.
- PURWADARIA, T., T. HARYATI, A.P. SINURAT, J. DARMA, and T. PASARIBU. 1997. In vitro nutrient value of coconut meal fermented with *Aspergillus niger* NRRL 337 at different enzymatic incubation temperatures. Proceedings Second Conference on Agriculture Biotechnology. Jakarta, 13-15 June 1995. Indonesia. Hal. 532-542.
- SATIAWIHARJA, B. 1984. *Fermentasi Media Padat dan Manfaatnya*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Indonesia.
- SUDARMADJI, S., R. KASMIDJO, SARDJONO, D. WIBOWO, S. MARGINO, dan S.R. ENDANG. 1989. *Mikrobiologi Pangan*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

- STEEL, R.G.D. and J. H. TORRIE. 1991. *Principles and Procedure of Statistic a Biometrical Approach*. 2nd Edition McGraw-Hill. International Book Co., London.
- WINARNO, F.G. dan S. FARDIAZ. 1979. *Biofermentasi dan Biosintesa Protein*. Angkasa. Bandung.
- ZAENUDIN, D., SUPRIYATI, dan I P. KOMPIANG. 1996. Fermentasi Limbah Kopi dengan Menggunakan *Aspergillus niger*. Laporan Penelitian Balai Penelitian Ternak. 1995/1996. Bogor.