

EVALUASI NILAI GIZI LUMPUR SAWIT FERMENTASI DENGAN *ASPERGILLUS NIGER* SETELAH PROSES PENGERINGAN DENGAN PEMANASAN

T. PURWADARIA, A. P. SINURAT, SUPRIYATI, H HAMID, dan I. A. K. BINTANG

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

(Diterima dewan redaksi 3 September 1999)

ABSTRACT

PURWADARIA T., A. P. SINURAT, SUPRIYATI, H. HAMID, and I. A. K. BINTANG. 1999. Nutritive value of palm oil sludge fermented with *Aspergillus niger* after thermal drying process. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 4 (4): 257-263.

Solid substrate fermentation by *Aspergillus niger* has been carried out to improve the nutritive value of palm oil sludge (POS). POS was fermented aerobically for four days in a fermentor chambers (28°C, RH 80%), with 60% moisture content. Some of the product was further incubated anaerobically for 2 days at 28°C. Both products from aerobic and anaerobic fermentation processes were dried by various methods, i.e. sunlight, oven at 60°C, oven with blower at 40°C, at the moisture content less than 11%. Results of the drying methods were also compared with the fresh fermented product. Statistic analysis using factorial design (2 x 4) showed that there was no interaction between kind of fermentation processes (aerobic and anaerobic) and drying methods (fresh, sunlight, oven 60°C, and blower 40°C) for almost all parameters except total α -amino acid content. Significant results ($p < 0.05$) were obtained on the drying methods for parameters of crude protein, true protein, *in vitro* dry matter and protein digestibilities, and mannanase and cellulase activities. There were no significant results between treatments in the crude fiber analysis and soluble nitrogen content. Significant results also did not occur between treatment of aerobic and anaerobic fermentation processes for almost all parameters except for dry matter digestibilities. Results from true protein and *in vitro* digestibilities show that the fresh fermented product has the best nutritive value, while product dried by sunlight was best among other drying processes. Results from *in vivo* of protein and energy digestibilities show that there were better metabolizable energy and protein for product with aerobic process and dried with oven and blower treatments, while sunlight drying was best for product processed in anaerobic condition. Although fresh fermented product gave better result from *in vitro* digestibilities and enzyme activity analyses, for some reasons (easy handling and preservation) sunlight drying gave best results for products processed under anaerobic condition, especially when sunlight drying is cheap.

Key words: Palm oil sludge, fermentation product, *Aspergillus niger*, thermal drying

ABSTRAK

PURWADARIA, T., A. P. SINURAT, SUPRIYATI, H. HAMID, dan I. A. K. BINTANG. 1999. Evaluasi nilai gizi lumpur sawit fermentasi dengan *Aspergillus niger* setelah proses pengeringan dengan pemanasan. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 4 (4): 257-263.

Peningkatan nilai nutrisi lumpur sawit (LS) telah dilakukan dengan proses fermentasi substrat padat menggunakan *Aspergillus niger*. LS kering difermentasi secara aerob selama empat hari dalam ruang fermentor (28°C, RH 80%), dan kadar air substrat 60%. Sebagian produk kemudian diinkubasi secara anaerob selama 2 hari pada suhu 28°C. Masing-masing produk kemudian dikeringkan dengan berbagai perlakuan: dengan sinar matahari (pada lantai beton), dalam oven 60°C dan oven blower 40°C, sampai mencapai kadar air lebih kecil dari 11%. Hasil analisis produk fermentasi kering juga dibandingkan dengan produk segar. Analisis statistik dengan rancangan faktorial (2 x 4) menunjukkan tidak terdapatnya interaksi antara proses fermentasi (aerob dan anaerob) dan proses pengeringan (segar, sinar matahari, oven 60°C, dan oven blower 40°C) untuk seluruh parameter kecuali kadar total α -asam amino. Perbedaan nyata ($P < 0,05$) terdapat pada perlakuan pengeringan untuk penentuan protein kasar, protein sejati, daya cerna bahan kering (DCBK) dan daya cerna protein sejati (DCPS) *in vitro*, aktivitas mananase dan selulase, sedangkan pada penentuan serat kasar dan nitrogen terlarut tidak terdapat perbedaan nyata. Perlakuan inkubasi aerob dan anaerob tidak berbeda nyata pada seluruh parameter tersebut, kecuali DCBK. Hasil analisis kadar protein sejati dan DCPS menunjukkan bahwa produk fermentasi segar merupakan perlakuan terbaik, sedangkan di antara perlakuan pengeringan sinar matahari merupakan yang terbaik. Hasil daya cerna protein dan energi *in vivo* menunjukkan daya cerna protein dan energi yang lebih tinggi pada proses aerob dengan pengeringan oven dan blower, sedangkan dengan perlakuan sinar matahari hasil tertinggi diperoleh pada proses anaerob. Walaupun produk segar memberikan nilai analisis *in vitro* dan aktivitas enzim yang lebih tinggi,

berdasarkan kemudahan penggunaan dan pengawetan, sinar matahari merupakan metode yang paling baik untuk pengeringan hasil fermentasi anaerob. Apalagi bila metode pengeringan tersebut berbiaya rendah.

Kata kunci: Lumpur sawit, produk fermentasi, *Aspergillus niger*, pengeringan dengan pemanasan

PENDAHULUAN

Salah satu masalah pokok dalam pengembangan produksi peternakan, terutama unggas di Indonesia, adalah penyediaan pakan. Meskipun Indonesia menghasilkan bahan pakan seperti jagung, tepung ikan dan dedak, namun jumlahnya belum mencukupi. Oleh karena itu, kebutuhan pakan terutama untuk sumber energi dan protein seperti jagung, bungkil kedelai dan tepung ikan dipenuhi melalui impor. Krisis ekonomi yang menimpa Indonesia yang berakibat dengan tingginya nilai valuta asing menyebabkan harga pakan meningkat. Pemecahan masalah dapat dilakukan dengan penggunaan pakan alternatif yang banyak di Indonesia seperti bahan limbah perkebunan bungkil dan lumpur sawit dan bungkil kelapa. Hanya saja penggunaan bahan limbah tersebut pada pakan unggas dibatasi oleh kadar serat yang tinggi, kadar protein dan daya cerna yang rendah (YEONG, 1982; ZAMORA *et al.*, 1989). Teknologi fermentasi substrat padat dengan kapang *Aspergillus niger* dapat digunakan untuk peningkatan nilai gizi bahan tersebut (PASARIBU *et al.*, 1998; PURWADARLA *et al.*, 1998; SINURAT *et al.*, 1998).

Produk fermentasi LS bersifat lebih mudah dicerna, mengandung kadar serat yang lebih rendah, kadar protein yang lebih tinggi, dan mengandung aktivitas enzim mananase dan selulase. Aktivitas enzim pada produk fermentasi tersebut merupakan hal yang positif, karena dapat membantu pencernaan pakan (CHESSON, 1987). Seperti halnya pada penggunaan produk fermentasi umbi ketela (cassapro) dapat menghilangkan sifat hambatan yang ditimbulkan oleh kadar ransum dedak yang tinggi dalam ransum ayam pedaging (KOMPIANG *et al.*, 1995). Penghilangan hambatan diduga terjadi karena aktivitas enzim hidrolisis di dalam produk fermentasi.

Dalam penelitian terdahulu pengawetan produk fermentasi lumpur sawit dilakukan dengan pengeringan dalam oven dengan suhu 60°C. Proses pengeringan tersebut menurunkan nilai aktivitas enzim (PURWADARLA *et al.*, 1998; SINURAT *et al.*, 1998). Selain itu, pada umumnya pemanasan mengubah struktur protein dan karbohidrat (MULLER dan TOBIN, 1980). Tinggi suhu dan biaya pemanasan merupakan faktor yang juga perlu diperhatikan. Pemanasan dengan sinar matahari akan mengurangi biaya produksi dan mempunyai suhu yang lebih rendah daripada suhu oven 60°C. Pengeringan dengan sinar matahari lazim dilakukan untuk mengeringkan bahan pakan seperti gaplek (GOMEZ dan V ALDIVIESSA, 1984). Pengeringan

pada gaplek tersebut cukup efektif dan dapat menurunkan kadar sianida. Oven *blower* juga dapat digunakan untuk pengeringan dengan suhu yang lebih rendah (40°C). Dalam penelitian ini dipelajari teknologi pengeringan yang paling baik untuk mendapatkan nilai gizi produk fermentasi lumpur sawit yang optimal.

MATERI DAN METODE

Inokulum

Inokulum diperoleh dari isolat *A. niger* yang ditumbuhkan pada substrat beras (PURWADARLA *et al.*, 1994b). Kapang diinokulasikan pada substrat beras yang telah dicampur dengan air (1 : 1), diaroni dan dikukus selama 30 menit. Kemudian kultur diinkubasi pada suhu 28°C sampai substrat tertutup rapat oleh spora selama 5-7 hari. Produk dikeringkan pada suhu 40°C dan digiling.

Proses fermentasi

Proses fermentasi LS mengikuti proses yang dilakukan sebelumnya (PURWADARLA *et al.*, 1998). LS kering ditambah air dengan perbandingan 1 : 1 (1 kg LS dengan 1,2 liter air), campuran mineral, diaduk dan dibiarkan selama 1 jam. Komposisi campuran mineral teknis untuk 1 kg LS kering terdiri atas 36 g amonium sulfat, 20 g urea, 7,5 g NaH₂PO₄, 2,5 g MgSO₄ dan 0,75 g KCl. Campuran LS dengan mineral kemudian dikukus selama 30 menit, didinginkan dan ditambah 2% inokulum. Setelah diaduk rata, campuran ini disimpan di atas baki plastik dan diinkubasi pada suhu 28°C selama 4 hari (fermentasi aerob), kemudian produk dihancurkan dan dipadatkan dalam kantong plastik dan diinkubasi pada suhu 28°C selama dua hari (fermentasi anaerob).

Aktivitas enzim

Penentuan aktivitas enzim mananase pada ekstrak produk LS dilakukan menurut PURWADARLA *et al.* (1994a), dengan larutan gum *locust bean* (manan 0,5%) sebagai substrat. Aktivitas selulase ditentukan sebagai aktivitas CMC_{Case} (HAGGETT *et al.*, 1979), dengan larutan CMC 1,0% sebagai substrat. Kedua uji enzim ditentukan pada pH 5,8 dan suhu 40°C selama inkubasi 30 menit dan gula reduksi yang terbentuk diukur dengan metode dinitrosalisilat (DNS) menurut MILLER (1959). Satu unit aktivitas enzim mananase dinyatakan

pada 1 μ mol manosa yang dilepaskan enzim dalam satu menit pada kondisi uji, sedangkan 1 μ mol glukosa dilepaskan oleh 1 unit selulase.

Analisis kimia

Kadar serat kasar ditentukan menurut VAN SOEST dan ROBERTSON (1968), kadar air, protein kasar, nitrogen terlarut, dan total α -asam amino (TAAA) ditentukan menurut AOAC (1984). Kadar protein sejati (PS) merupakan selisih protein kasar dengan nitrogen terlarut x 6,25, sedangkan daya cerna bahan kering (DCBK) dan daya cerna protein sejati (DCPS) *in vitro* ditentukan menurut SAUNDERS *et al.* (1973). Uji *in vivo* juga dilakukan untuk menentukan energi metabolis dan daya cerna protein mengikuti metode SIBBALD (1976). Analisis kimia dilakukan terhadap contoh produk fermentasi LS pada inkubasi aerob 4 hari dan diikuti dengan inkubasi anaerob 2 hari (4 + 2). Pada tiap waktu inkubasi tersebut contoh dikeringkan dengan 3 cara, yaitu sinar matahari pada baki aluminium di atas beton, oven 60°C, dan *blower* 40°C. Hasil analisis kimia juga dibandingkan dengan analisis contoh segar sebelum dikeringkan pada inkubasi aerob (4) dan anaerob (4 + 2).

Rancangan percobaan

Data nilai gizi yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan sidik ragam pola faktorial 2 x 4 (STEEL dan TORRIE, 1980), dengan faktor utama jenis inkubasi (aerob dan anaerob) dan perlakuan pengeringan (segar, sinar matahari, oven dan *blower*). Kecuali untuk penentuan kadar serat, karena analisis dilakukan pada contoh kering saja, metode pengeringannya hanya tiga taraf (2 x 3). Uji lanjutan antar perlakuan dilakukan dengan LSD dengan bantuan analisis program Statgraf.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kadar air produk fermentasi setelah pengeringan dengan matahari menunjukkan bahwa perlakuan dengan sinar matahari cukup efektif (Tabel I). Lama pengeringan untuk mencapai kadar air di bawah 11% juga menunjukkan bahwa lama pengeringan dengan matahari dengan suhu lebih rendah daripada suhu oven lebih cepat daripada pengeringan dengan oven. Hal ini berkaitan dengan kondisi cuaca pada waktu itu yang tidak lembab, sehingga proses penguapan atau pelepasan molekul air dari produk berlangsung baik. Pada pengeringan dengan oven 60°C, karena kapasitas oven terisi penuh, pertukaran udara menjadi tidak sempurna sehingga diperlukan waktu yang lebih lama. Oven dengan *blower* menunjukkan waktu pengeringan yang lebih cepat. Selain itu, adanya baki aluminium pada lantai beton juga merupakan

pengantar panas yang cukup baik untuk pengeringan dengan sinar matahari. Oleh karena itu, pengeringan tersebut terlaksana pada suhu yang lebih rendah dan waktu yang lebih singkat, yang diduga akan berpengaruh pada nilai gizi LS fermentasi, karena makin lama pemanasan, mutu semakin turun (KILARA dan SHARKASI, 1986). Pengeringan yang cepat dan kadar air <10% diperoleh, karena LS kurang menyukai penyerapan air. Pada kadar air lebih dari 55% telah terjadi kelebihan air. Dapat disimpulkan bahwa pengeringan terhadap produk fermentasi lumpur sawit yang mempunyai kapasitas pengikatan molekul air yang rendah dapat dan lebih ekonomis dilakukan dengan panas matahari.

Perlakuan jenis pengeringan tidak memberikan interaksi nyata dengan inkubasi aerob dan anaerob pada nilai kadar protein kasar, nitrogen terlarut dan protein sejati (Tabel 2). Kadar protein kasar dan sejati tertinggi didapatkan pada bentuk segar, sedangkan pada kadar nitrogen terlarut tidak terdapat perbedaan nyata. Di antara perlakuan pengeringan, kadar protein kasar dan protein sejati pengeringan sinar matahari cenderung lebih tinggi. Hasil tersebut terjadi akibat denaturasi atau perubahan molekul protein karena pemanasan berupa agregasi dan degradasi molekul (MULLER dan TOBIN, 1980). Suhu pemanasan yang lebih tinggi lebih menurunkan kadar protein. Oleh karena itu, kadar protein (nitrogen) tertinggi di antara perlakuan pengeringan didapatkan pada pengeringan dengan sinar matahari. Terdapat pula kemungkinan kelebihan nitrogen anorganik (urea dan amonium sulfat) dan peptida pendek diuraikan menjadi amoniak selama proses pengeringan. Oleh karena itu, kadar protein produk segar jauh lebih tinggi daripada produk kering. Perubahan molekul protein juga mempengaruhi kadar total α -asam amino (TAAA) (Tabel 3). Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara jenis pengeringan dan jenis inkubasi pada kadar TAAA ($P < 0,05$). Kadar TAAA tertinggi didapatkan pada inkubasi aerob oven, *blower* dan inkubasi anaerob sinar matahari. Dalam penelitian terdahulu baik secara *in vitro* (PASARIBU *et al.*, 1998), maupun *in vivo* (SUSANTI, 1998) menunjukkan bahwa proses fermentasi aerob yang dilanjutkan dengan anaerob lebih baik daripada proses aerob saja. Oleh karena itu pengeringan dengan sinar matahari pada inkubasi anaerob merupakan yang terbaik. Secara tidak terduga kadar TAAA pada produk segar, terutama produk anaerob, lebih rendah daripada produk kering. Beberapa peneliti selalu mengatakan bahwa pengeringan dengan panas akan merusak asam amino tersedia seperti triptofan, sistin dan histidin (MULLER dan TOBIN, 1980). Kadar TAAA yang lebih tinggi pada bahan kering pada penelitian ini sulit dimengerti. Data yang valid dapat diperoleh bila masing-masing kadar asam amino ditentukan.

Tabel 1. Pengaruh berbagai perlakuan pengeringan terhadap kadar air produk fermentasi

Jenis sampel	Jenis pengeringan	Suhu pengeringan (0C)	Waktu pengeringan (jam)	Kadar air produk (%)
Aerob 4 hari	Oven	60	50	2,19
	Oven <i>blower</i>	40	24	4,93
	Sinar matahari	32	7,5	6,70
Anaerob (Aerob + 2 hari)	Oven	60	55	3,22
	Oven <i>blower</i>	40	24	5,26
	Sinar matahari	39	12	4,26

Tabel2. Kadar protein kasar, nitrogen terlarut, protein sejati, dan kadar serat dalam berbagai perlakuan pengeringan produk fermentasi lumpur sawit

Jenis perlakuan	Protein kasar (%)	Nitrogen terlarut (% x 6,25)	Protein sejati (%)	Serat (%)
Perlakuan pengeringan				
Segar	27,7 ^b	5,94	22,0 ^c	TD
Sinar matahari	24,6 ^{ab}	5,62	19,0 ^{ab}	14,9
Oven	24,2 ^a	5,70	18,5 ^a	16,2
Blower	23,8 ^a	5,30	18,5 ^a	16,0
Proses fermentasi				
Aerob	25,0	5,47	19,4	15,9
Anaerob	25,1	5,76	19,4	15,5

Superskrip yang berbeda dalam kolom dan faktor yang sama menyatakan perbedaan nyata ($P < 0,05$)
TD adalah tidak dilakukan analisis

Pengeringan dengan pemanasan umumnya meningkatkan palatabilitas makanan dan meningkatkan kelarutan hemiselulosa dan pektin. Hal ini menyebabkan nilai DCBK tertinggi produk kering fermentasi LS didapatkan pada perlakuan pemanasan tertinggi dengan oven 60°C (Tabel 4). Sementara itu, nilai DCBK produk segar tidak berbeda nyata dengan oven 60°C, dan lebih tinggi daripada pengeringan dengan sinar matahari dan *blower*. Hal ini berhubungan dengan kemampuan aktivitas enzim hidrolitik yang pada produk segar lebih tinggi dibandingkan dengan produk kering (Tabel 5). Selain ada perbedaan nyata yang didapatkan antar perlakuan jenis pengeringan, nilai DCBK juga berbeda nyata pada jenis inkubasi. Nilai DCBK inkubasi anaerob lebih tinggi daripada anaerob. Hal ini terjadi karena pada proses anaerob enzim hidrolisis masih berfungsi menguraikan molekul besar menjadi lebih kecil dan meningkatkan daya cerna (PASARIBU *et al.*, 1998).

Kadar serat pada setiap perlakuan tidak berbeda nyata. Hal ini terjadi karena variasi analisis yang besar,

terlihat dari rata-rata kadar serat akibat pengeringan sinar matahari menunjukkan nilai yang lebih rendah (Tabel 2). Pengeringan pada suhu yang lebih tinggi meningkatkan kadar serat (KILARA and SHARKASI, 1986). Walaupun demikian pengaruh kenaikan kadar serat tidak begitu besar seperti yang terjadi pada kentang yang mengandung kadar pati yang tinggi dan diuraikan pada pemanasan. Pengurangan kadar pati tersebut, menyebabkan kadar selulosa pada kentang meningkat (VARO *et al.*, 1983). Selama proses pengeringan makanan dengan pemanasan terjadi reaksi Mallard yang merupakan interaksi antara kelompok karbonil gula reduksi dan molekul amino bebas asam amino atau protein (MULLER dan TOBIN, 1980). Reaksi tersebut mengubah warna makanan menjadi coklat. Perubahan menjadi warna coklat juga terjadi pada produk fermentasi LS kering. Walaupun demikian, perubahan ini tidak mempengaruhi kadar serat kasar, karena serat kasar merupakan karbohidrat tidak larut. Pembentukan warna coklat tersebut juga terjadi karena proses karamelisasi.

Tabel 3. Kadar total α -asam amino (TAM) pada berbagai perlakuan pengeringan produk fermentasi lumpur sawit (%)

Perlakuan pengeringan	Proses fermentasi	
	Aerob	Anaerob
Segar	17,9 ^b	12,8 ^a
Sinar matahari	19,1 ^b	19,4 ^{bc}
Oven	19,5 ^{bc}	18,0 ^b
Blower	19,3 ^{bc}	18,4 ^b

Beda huruf superskrip menyatakan perbedaan nyata ($P < 0,05$)

Aktivitas enzim hidrolitik yang lebih tinggi pada produk segar juga menyebabkan produk tersebut mempunyai nilai DCPS tertinggi, sedangkan di antara perlakuan pengeringan tidak terdapat perbedaan nyata. Aktivitas enzim hidrolisis karbohidrat selalu berpengaruh pada daya cerna protein, karena molekul protein dapat terletak di antara molekul serat, sehingga penguraian serat akan berpengaruh pada pelepasan molekul protein yang meningkatkan daya cerna protein. Selama proses fermentasi, terdapat pula kemungkinan adanya enzim protease yang dihasilkan oleh kapang. Walaupun nilai DCPS pada perlakuan sinar matahari tidak berbeda nyata, nilai kadar protein yang lebih tinggi pada perlakuan ini juga menyebabkan nilai DCPS

Tabel 4. Daya cerna *in vitro* bahan kering (DCBK) dan protein sejati (DCPS), dan kadar protein sejati yang tercerna (DCPS x PS) pada berbagai perlakuan pengeringan

Jenis perlakuan	DCBK (%)	DCP (%)	DCP x P (%)
Jenis pengeringan:			
Segar	35,1 ^b	44,2 ^b	9,73 ^b
Sinar matahari	32,2 ^a	39,0 ^a	7,42 ^a
Oven	36,4 ^b	39,2 ^{ab}	7,27 ^a
Blower	32,1 ^a	37,8	6,99 ^a
Proses fermentasi:			
Aerob	33,1 ^a	39,4	8,17
Anaerob	35,1 ^b	40,3	8,30

Beda huruf pada superskrip dalam satu kolom menyatakan perbedaan nyata ($P < 0,05$)
PS merupakan kadar protein sejati

x PS atau jumlah protein sejati yang tercerna cenderung lebih tinggi.

Hasil analisis statistik aktivitas enzim juga menunjukkan tidak adanya interaksi antara jenis pengeringan dan jenis inkubasi (Tabel 5). Perbedaan yang nyata terlihat pada penurunan aktivitas enzim dari bentuk segar terutama untuk enzim mananase. Untuk selulase, penurunan aktivitas karena pengeringan sinar matahari dan blower tidak berbeda nyata. Pengeringan telah disebutkan berpengaruh nyata pada penurunan kadar protein sejati. Penurunan aktivitas enzim, jelas terjadi karena pengeringan merusak molekul protein yang merupakan sisi aktif enzim, terutama mananase. Aktivitas selulase yang lebih tahan dan stabil daripada aktivitas mananase terhadap proses pengeringan juga ditemukan dalam penelitian terdahulu (PURWADARIA *et al.*, 1998).

Data analisis *in vitro* pada umumnya tidak sesuai dengan *in vivo*. Oleh karena itu ditentukan pula daya cerna protein dan energi secara *in vivo*. Hasil analisis *in vivo* menunjukkan bahwa daya cerna protein dan energi yang lebih tinggi pada proses aerob dengan pengeringan oven dan blower, sedangkan dengan perlakuan sinar matahari hasil tertinggi didapatkan pada proses anaerob (Tabel 6). Data ini menunjukkan hasil yang positif, karena kadar protein tertinggi produk kering juga didapatkan pada perlakuan sinar matahari. Walaupun produk segar memberikan nilai analisis *in vitro* yang lebih tinggi, berdasarkan kemudahan penggunaan dan pengawetan, sinar matahari merupakan metode yang paling baik untuk pengeringan hasil fermentasi anaerob.

Tabel 5. Aktivitas enzim mananase dan selulase pada berbagai perlakuan pengeringan produk fermentasi lumpur sawit

Jenis perlakuan	Mananase (Dig BK)	Selulase (Dig BK)
Perlakuan pengeringan:		
Segar	113,3 ^b	43,6 ^b
Sinar matahari	83,9 ^a	42,8 ^b
Oven	74,2 ^a	36,8 ^a
Blower	84,0 ^a	44,8 ^b
Proses fermentasi:		
Aerob	90,2	43,1
Anaerob	87,5	40,8

Beda huruf pada superskrip dalam kolom yang sama menyatakan perbedaan nyata ($P < 0,05$)

Tabel 6. Energi metabolis dan daya cerna protein *in vivo* pada berbagai perlakuan pengeringan produk fermentasi lumpur sawit

Jenis inkubasi	Jenis pengeringan	Energi metabolis (kkal/kg)	Daya cerna protein (%)
Aerob	Sinar matahari	1.081 ± 300	12,68 ± 5,81
	Oven	1.476 ± 263	16,19 ± 3,06
	<i>Blower</i>	1.321 ± 174	20,85 ± 2,42
Anaerob	Sinar matahari	1.216 ± 251	17,19 ± 4,36
	Oven	1.123 ± 112	11,46 ± 2,37
	<i>Blower</i>	1.169 ± 82	10,71 ± 3,10

KESIMPULAN

Proses pengeringan dengan sinar matahari dapat digunakan untuk produk fermentasi lumpur sawit, karena dapat mencapai kadar air lebih rendah daripada 11 %. Perlakuan pengeringan dengan sinar matahari juga menghasilkan nilai nutrisi yang lebih baik daripada perlakuan pengeringan dengan oven dan *blower*. Karena itu, pengeringan dengan sinar matahari merupakan proses yang baik untuk diterapkan. Apalagi metode ini membutuhkan biaya yang lebih rendah.

Produk fermentasi segar mengandung kadar protein sejati, daya cerna *in vitro*, dan aktivitas enzim yang lebih tinggi. Walaupun demikian, untuk pengawetan dan kemudahan penggunaan, proses pengeringan tetap diperlukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih pada Sdr. Doody Wijaya, FMIPA, Universitas Pakuan, Bogor atas bantuannya dalam mengerjakan analisis kimia contoh secara *in vitro*.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Washington, USA
- CHESSON, A 1987. Supplementary enzymes to improve the utilization of pig and poultry diets. In: Recent Advances in Animal Nutrition. Haresign, W. & D. J. Cole (eds.). Butterworths, London, UK. pp. 71-89.
- GOMEZ, G. and M. VALDIVIESSA. 1984. Effects of sun drying on a concrete floor and oven drying on trays on the elimination of cyanide from cassava wholeroot chips. *J. Food. Technol.* 19: 703-710.
- HAGGETI, K.D., P.P. GRAY, and N.W. DUNN. 1979. Crystalline cellulase degradation by a strain of *Cellulomonas* and its mutants derivatives. *Bur. J. Appl. Microb. Biotechnol.* 8: 183-190.

- KILARA, A and T. Y. SHARKASI. 1986. Effects of temperature on food proteins and its implications on functional properties. *CRC Critical Rev. Food Sci. Nut.* 23: 323-395.
- KOMPIANG, I.P., AP. SINURAT, T. PURWADARIA, J. DARMA, dan SUPRIYATI. 1995. Cassapro in broiler ration: Interaction with rice bran. *J. Ilmu Temak Vet.* 1 (2): 86-88.
- MILLER, G.L. 1959. Using of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 31: 426-428.
- MULLER, H.G. and G. TOBIN. 1980. Nutrition and Food Processing. The AVI Publishing Company Inc. Westport, USA
- PASARIBU, T., A.P. SINURAT, T. PURWADARIA, SUPRIYATI, I. ROSIDA, dan H. HAMID, 1998. Peningkatan nilai gizi lumpur sawit melalui proses fermentasi: Pengaruh jenis kapang, suhu dan lama proses enzimatik. *J. Ilmu Temak Vet.* 3 (4): 237-242.
- PURWADARIA, T., A. P. SINURAT, T. HARYATI, I. SUTLAKNO, SUPRIYATI, dan J. DARMA. 1998. Korelasi antara aktivitas enzim mananase dan selulase terhadap kadar serat lumpur sawit hasil fermentasi dengan *Aspergillus niger*. *J. Ilmu Temak Vet.* 3 (4): 230-236.
- PURWADARIA, T, T. HARYATI, dan J. DARMA. 1994a. Isolasi dan seleksi kapang mesofilik penghasil mananase. *Ilmu dan Peternakan* 2:26-29.
- PURWADARIA, T., T. HARYATI, J. DARMA, S. KOMPIANG, I.P. KOMPIANG, dan A. P. SINURAT. 1994b. Pengembangan dan pembuatan inokulum *Aspergillus niger* untuk pembuatan cassapro. Pros. Seminar Nasional gains dan Teknologi. Peternakan. 1994. Balai Penelitian Ternak, Bogor. pp. 727-737.
- SAUNDERS, R. M, M. A CONNOR, A. N. BOOTH, E. M BICKOFF, and G.O. KOHLER. 1973. Measurement of digestibility of alfalfa protein concentrates by *in vitro* and *in vivo* methods. *J. Nutr.* 103: 530.
- SIBBALD, I.R 1976. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. *Poult. Sci.* 55: 303-308.

- SINURAT, A P., T. PURWADARIA, J. ROSIDA, R. SURACHMAN, H. HAMID, dan I. P. KOMPIANG. 1998. Pengaruh suhu ruang fermentasi dan kadar air substrat terhadap nilai gizi produk fermentasi lumpur sawit. *J. Ilmu Temak Vet.* 3 (4): 225-229.
- STEEL, R.G.D. and J.H. TORRIE.1980. *Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach.* McGraw Hill Book Company. New York. USA
- SUSANTI, L. 1999. Pengaruh Lama Fermentasi Aerob dan Proses Enzimatis Anaerob Terhadap Nilai Gizi Lumpur Kelapa Sawit Skripsi Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Djuanda, Bogor.
- VAN SOEST, P. J. and I. B. ROBERTSON. 1968. System of analysis for evaluating fibrous feeds. In: *Standardization of Analytical Methodology for Feed.* Pigdem, W.J, C.C. Balch, & M Graham (eds). IDRC, Canada.
- VARO, P., R. LAINE, and P. KOIVISTOINEN. 1983. Effect of heat treatment on dietary fiber: Interlaboratory study. *J. Assoc. Off. Anal. Cm.* 66: 933-938.
- YEONG, SW. 1982. The nutritive value of palm oil by - products for poultry. In: *Animal Production and Health in the Tropics.* Jainudeen, M.R. & A.R. Omar (eds). Penerbit Universiti Pertanian Malaysia, Selangor. pp. 217-222.
- ZAMORA, A.F., M.R. CALOPARDO, K. P. ROSANO, E.S. LUIS, and I.F. DALMACIO. 1989. Improvement of copra meal quality for use in animal feeds. Proc. F APIUNDP Workshop on Biotechnology in Animal Production and Health in Asia and Latin America. Iip. 312-320.