

Evaluasi Nilai Gizi Fermentasi Lumpur Sawit dengan Penambahan Fosfor dari Sumber yang Berbeda

TIURMA PASARIBU¹, N. ARINI², T. PURWADARIA¹ dan A.P. SINURAT¹

¹Balai Penelitian Ternak, PO BOX 221, Bogor 16002

²Jurusan Biologi FMIPA Universitas Islam As-syafi'iyah, Jakarta

(Diterima dewan redaksi 16 Oktober 2003)

ABSTRACT

PASARIBU, T., N. ARINI, T. PURWADARIA and A.P. SINURAT. 2003. Nutritive value of fermented palm oil sludge added with different sources of phosphorus. *JITV* 8(3): 157-163.

The experiment has been conducted to determine the nutritive value of palm oil sludge fermented with *A. niger* added with different sources of phosphorus (NPK, P₂O₅, NaH₂PO₄). The experiment was assigned in a factorial (3x3) design. The main factor was sources of phosphorus, while the sub factor was time of incubation (0, 4 days aerobic incubation, and 4 days aerobic incubation followed by 2 days anaerobic incubation). Parameters measured were pH, soluble nitrogen, true protein and crude protein, total α -amino acid (TAAA), soluble phosphorus and total phosphorus, in vitro dry matter (DCBK), and true protein digestibilities (DCP). Results from the analyses showed that fermentation increased the contents of soluble and total P, protein and TAAA and the value of in vitro protein digestibility. Fermented product added with P₂O₅ had the highest in vitro dry matter digestibility, while the one added with NPK had true protein content and digestibility. It was concluded that additional NPK gave the best result in terms of nutritive value.

Key words: Palm oil sludge, *A. niger*, phosphorus sources

ABSTRAK

PASARIBU, T., N. ARINI, T. PURWADARIA dan A.P. SINURAT. 2003. Evaluasi nilai gizi fermentasi lumpur sawit dengan penambahan fosfor dari sumber yang berbeda. *JITV* 8(3): 157-163.

Suatu penelitian telah dilakukan untuk mengetahui nilai nutrisi lumpur sawit yang difermentasi dengan *A. niger* pada sumber fosfor berbeda (NPK, P₂O₅, NaH₂PO₄). Rancangan penelitian dilakukan dengan rancangan acak lengkap pola faktorial (3x3), dimana faktor utama adalah sumber fosfor (NPK, P₂O₅, NaH₂PO₄) dengan sub faktor adalah lama inkubasi (0, 4 hari inkubasi aerob dan 4 hari inkubasi aerob diikuti 2 hari inkubasi anaerob). Parameter yang diukur adalah pH, N terlarut, protein sejati dan protein kasar, total α asam amino (TAAA), fosfor (P) terlarut dan total fosfor (P), daya cerna bahan kering (DCBK) dan daya cerna protein (DCP) *in vitro*. Hasil analisis menunjukkan bahwa dengan fermentasi dapat meningkatkan kandungan P terlarut dan total P, protein, TAAA dan nilai daya cerna protein. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai DCBK tertinggi pada sumber fosfor P₂O₅, sedangkan dengan sumber fosfor NPK menunjukkan nilai daya cerna protein yang lebih tinggi dibandingkan sumber fosfor lain. Disimpulkan sumber fosfor terbaik dari segi nutrisi adalah NPK.

Kata kunci: Lumpur sawit, *A. niger*, sumber fosfat

PENDAHULUAN

Lumpur sawit atau "palm oil sludge" merupakan produk samping pengolahan minyak kelapa sawit yang jumlahnya meningkat dari tahun ke tahun sejalan dengan meningkatnya produksi minyak kelapa sawit, yaitu sekitar 2% dari jumlah produksi minyak kelapa sawit (DEVENDRA, 1977). Pada tahun 2000 jumlah produksi minyak kelapa sawit di Indonesia mencapai 4.267.500 ton, dan menghasilkan 85.350 ton lumpur sawit (BPS, 2000). Lumpur sawit mengandung protein kasar dan serat kasar secara berurutan sekitar 12 dan 24,3% (ARITONANG, 1984), sehingga secara umum produk samping tersebut dikelompokkan dalam bahan yang berkualitas rendah.

Teknologi fermentasi dengan menggunakan kapang *Aspergillus niger* menguraikan serat kasar lumpur sawit yang kompleks menjadi yang sederhana. Pada proses tersebut sumber nitrogen anorganik dapat diubah menjadi protein sel mikroba dan juga menghasilkan enzim hidrolitik yang dapat meningkatkan daya cerna bahan (lumpur sawit) tersebut (PURWADARIA *et al.*, 1998). Lumpur sawit dapat digunakan sebagai salah satu bahan pakan unggas setelah difermentasi dengan *A. niger*. Hal tersebut disebabkan setelah difermentasi kandungan protein kasar lumpur sawit akan meningkat dari 11 menjadi 29% (PASARIBU *et al.*, 1998). Pada ayam pedaging, lumpur sawit dapat diberikan sekitar 5% di dalam ransum, namun setelah difermentasi meningkat menjadi 10% (SINURAT *et al.*, 2000). Pada

ayam kampung pemberian lumpur sawit terfermentasi juga dapat digunakan hingga 10% (SINURAT *et al.*, 2001b), dan pada itik jantan sedang bertumbuh baik lumpur sawit (LS) maupun fermentasi lumpur sawit (FLS) dapat digunakan hingga 15% (SINURAT *et al.*, 2001a).

Pada proses fermentasi, mikroorganisme membutuhkan nutrisi makro dan mikro untuk pertumbuhannya. Salah satu nutrisi makro yang dibutuhkan adalah fosfor. Fosfor bisa didapatkan dari mineral pupuk NPK, TSP (P_2O_5), dan garam teknis NaH_2PO_4 . Bahwa proses glikolisis menghasilkan energi kimia dalam bentuk senyawa ATP, senyawa ATP (A-P~P~P) mengandung gugus fosfat berenergi tinggi, sebab itu sangat berperan pada proses fosforilasi melalui metabolisme pemindahan gugus fosfat radikal. Selain itu di dalam sel, fosfor terdapat sebagai senyawa fosfoprotein, fosfolipid dan asam nukleat. Selama ini sumber P yang digunakan dalam teknologi fermentasi substrat padat di Balitnak adalah NaH_2PO_4 , tetapi karena harganya yang mahal, diharapkan ada alternatif lain yang dapat mengganti sumber fosfor seperti NPK dan P_2O_5 tanpa mempengaruhi nilai protein, daya cerna bahan kering dan protein, setelah lumpur sawit difermentasi.

Pada penelitian ini dilakukan beberapa perlakuan penambahan berbagai sumber fosfor pada proses fermentasi untuk mengetahui sumber fosfor mana yang paling efisien pada proses fermentasi lumpur sawit.

MATERI DAN METODE

Fermentasi lumpur sawit

Untuk fermentasi digunakan kapang *A. niger* BPT dan sebagai substrat lumpur sawit diperoleh dari PTPN VII Lampung (hasil pengolahan buah kelapa sawit). Proses fermentasi dilakukan menurut prosedur yang diuraikan PASARIBU *et al.* (1998), dengan sumber fosfor yang berbeda sebagai perlakuan (faktor utama). Sumber fosfor dimaksud adalah NPK, TSP (P_2O_5) dan NaH_2PO_4 teknis. Untuk mencapai kadar fosfor terlarut yang sama penambahan mineral per kilogram substrat dibutuhkan 4,8 g NPK, 11,95 g P_2O_5 atau 7,7 g NaH_2PO_4 . Sebagai sub faktor lumpur sawit difermentasi selama 0 hari, 4 hari secara aerob dan 4 hari secara aerob diikuti 2 hari anaerob. Pertumbuhan kapang diamati setiap hari selama inkubasi. Setelah kapang tumbuh pada substrat lumpur sawit (4 hari), sebagian substrat diambil sebagai contoh untuk analisis kimia dan sebagian lagi dilanjutkan dengan proses enzimatik (anaerob) selama 2 hari. Setelah proses enzimatik selesai, bahan dikeringkan pada suhu 60°C untuk dianalisis lebih lanjut.

Analisis kimia

Untuk mengetahui nilai gizi produk fermentasi dengan perlakuan sumber fosfor dan waktu inkubasi, dilakukan beberapa analisis kimia, diantaranya nitrogen terlarut dan protein kasar, kadar fosfor terlarut (P terlarut), fosfor total (P total), pH, dan total α -asam amino (TAAA) menurut prosedur AOAC (1984), khusus untuk mengetahui kadar TAAA digunakan alat spektrometer. Kadar protein sejati (protein hasil aktivitas metabolisme kapang) merupakan selisih antara kadar total nitrogen dengan nitrogen terlarut kali 6,25. Penentuan daya cerna bahan kering (DCBK) dan protein (DCP) *in vitro* dilakukan menurut prosedur SAUNDERS *et al.* (1973) dengan menggunakan enzim pepsin dan pankreatin.

Analisis statistik

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menurut rancangan acak lengkap dengan pola faktorial (STEEL dan TORRIE, 1991), 3 x 3, dimana faktor utama adalah sumber fosfor (NPK, P_2O_5 dan NaH_2PO_4), dan sub faktor adalah lama inkubasi yaitu: 0 hari (tanpa inkubasi), inkubasi 4 hari, dan inkubasi 4 hari dan proses enzimatik 2 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan kapang *A. niger*

Kapang terlihat mulai tumbuh pada hari ke-dua dan pada hari ke-tiga miselium menyebar rata pada permukaan substrat (Tabel 1). Pada hari ke-empat, terlihat pertumbuhan kapang merata pada luar dan dalam substrat. Hal ini terlihat pada semua perlakuan sumber fosfor (NPK, P_2O_5 , NaH_2PO_4). Pada tahap ini substrat siap dipanen dan dilanjutkan ke proses enzimatik (anaerob). Secara visual terlihat bahwa pertumbuhan kapang pada ketiga perlakuan sumber fosfor sama karena P terlarut (yang dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan) pada masing-masing sumber fosfor dibuat sama yaitu 0,62%. Hal yang sama dilaporkan PASARIBU *et al.* (1998), bahwa kapang *A. niger* tumbuh merata, baik di dalam maupun permukaan substrat lumpur sawit terlihat pada hari ke-empat.

Nilai pH lumpur sawit terfermentasi

Perbedaan pH pada awal fermentasi yang berkisar antara 5,4-5,8 (Tabel 2) tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan *A. niger* yang dapat tumbuh dengan baik pada pH 4-7 (RAPER dan FENNEL, 1977). Hal ini dimungkinkan karena kisaran pH 5,4-5,8 masih bersifat asam sehingga tidak berpengaruh pada penguraian urea menjadi amonium.

Tabel 1. Hasil pengamatan pertumbuhan kapang *A. niger* pada fermentasi lumpur sawit dengan berbagai sumber fosfor yang berbeda

Sumber fosfor	Masa inkubasi (hari)			
	1	2	3	4
NPK	+	++	+++	++++
P ₂ O ₅	+	++	+++	++++
NaH ₂ PO ₄	+	++	+++	++++

- (-) : Belum ada pertumbuhan
- (+) : Spora inokulum mulai berkecambah
- (++) : Miselium mulai tumbuh berwarna putih
- (+++): Miselium menyebar 75% di atas permukaan substrat
- (++++): Miselium menyebar rata di dalam dan di atas permukaan substrat

Perlakuan penggunaan sumber fosfat mengakibatkan perbedaan nilai pH 0,2-0,4 pada proses fermentasi aerob 4 hari dan 0,6-0,8 pada masa inkubasi 4 hari aerob dan 2 hari anaerob. Perbedaan nilai pH tersebut tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan kapang (Tabel 1), walaupun perbedaan metabolisme sel akan berpengaruh pada hasil analisis parameter yang lain.

Pada perlakuan fermentasi aerob terlihat kenaikan nilai pH yang umumnya terjadi karena pembentukan asam amino yang bersifat basa seperti arginin dan ornitrin atau pelepasan amonium dari asam amino dan urea (MOAT dan FOSTER, 1988). Setelah proses anaerob, terhambatnya pertumbuhan dan proses penguaraian karbohidrat dan protein lebih mempertahankan nilai pH.

Kadar fosfor

Berdasarkan analisis statistik tidak ada ($P>0,05$) interaksi yang nyata antara sumber fosfor dengan masa inkubasi terhadap total fosfor maupun fosfor terlarut (Tabel 3). Kadar P total yang bersumber dari NaH₂PO₄ lebih tinggi (0,68%) dibandingkan dengan yang berasal dari P₂O₅ (0,64%) dan NPK (0,59%). Pada produk setelah masa inkubasi tidak terlihat adanya perbedaan yang nyata ($P>0,05$) antara kadar P total pada sumber fosfor berbeda. Penentuan kadar P total dan P terlarut cukup penting, karena pada masing-masing sel tanaman limbah pertanian mempunyai kandungan yang berbeda-beda. Hal ini penting dalam kaitannya pada penyusunan

ransum. Seperti contoh fitat fosfor pada dedak lebih tinggi dibandingkan pada dedak gandum (1,31 vs 0,92% BK) (NELSON *et al.*, 1976). Oleh karena itu perlu ditentukan kadar P total dan terlarut lumpur sawit terfermentasi.

P total dalam pakan atau bahan pakan tidak semuanya dapat dimanfaatkan oleh ternak, termasuk unggas. Oleh karena itu P terlarut (P tersedia) dalam bahan pakan yang dapat digunakan oleh ternak perlu diketahui. Hasil studi ini menunjukkan bahwa P tersedia dalam lumpur sawit yang terfermentasi berkisar antara 0,35 – 0,40. Nilai ini berada diatas nilai yang direkomendasikan NRC (1984) pada ransum ayam petelur yaitu sebesar 0,32%. Mineral fosfor yang terdapat dalam bahan nabati (dedak, jagung) cukup tinggi, namun hanya sebagian kecil saja yang dapat dimanfaatkan (P tersedia) oleh unggas (HOPKINS *et al.*, 1989). Oleh karena itu, sumber utama fosfor dalam ransum ayam, selain dari tepung ikan, tepung daging dan tulang dapat digantikan dari batuan mineral NDPC (*natural defluorinated calcium phosphate*) (SINURAT *et al.*, 1995). HARMS *et al.* (1962) menyatakan fosfor yang berasal dari asam fitat dapat bermanfaat untuk pertumbuhan dan pembentukan tulang, bila diuraikan dengan fitase. Keberadaan mineral fosfor (P) pada produk fermentasi untuk pakan ayam, ini sangat dibutuhkan baik untuk produksi dan kualitas telur (KESHAVARZ dan NAKAJIMA, 1993; LEESON *et al.*, 1993) maupun untuk pertumbuhan ayam pedaging (SINURAT *et al.*, 1995).

Kadar P terlarut juga merupakan bentuk senyawa fosfor yang diperlukan mikroba untuk pertumbuhan. Analisis statistik menunjukkan P terlarut tidak berbeda nyata ($P>0,05$) antara ketiga perlakuan sumber fosfor setelah inkubasi, meskipun ada kecenderungan meningkat (Tabel 3). Hal ini disebabkan pada saat inkubasi (aerob) terjadi aktivitas enzim fosfatase yang memecah P dalam bentuk kompleks pada substrat menjadi P terlarut. Kadar P terlarut pada perlakuan P₂O₅ menunjukkan tidak berbeda nyata ($P>0,05$) dengan perlakuan NPK dan NaH₂PO₄, namun mulai terlihat meningkat setelah proses enzimatik (anaerob). Hal ini dimungkinkan karena pada saat inkubasi (aerob) terjadi penghambatan pembentukan enzim fosfatase akibat pengaruh logam berat yang terdapat pada P₂O₅, akibatnya pembentukan P terlarut terhambat.

Tabel 2. pH lumpur sawit sebelum dan sesudah difermentasi dengan berbagai sumber fosfor yang berbeda

Sumber fosfor	Sebelum inkubasi	Inkubasi aerob 4 hari (A)	Aerob + Inkubasi anaerob 2 hari
NPK	5,8	6,3	6,1
P ₂ O ₅	5,4	6,5	6,7
NaH ₂ PO ₄	5,5	6,7	6,9

Protein

Hasil analisis kadar protein kasar dan protein sejati lumpur sawit terfermentasi (FLS) tidak menunjukkan adanya pengaruh interaksi ($P>0,05$) antara sumber fosfor dengan masa inkubasi. Oleh karena itu hanya pengaruh faktor utama (sumber P dan masa inkubasi) yang disajikan (Tabel 4). Pengaruh sumber P tidak nyata ($P>0,05$) mempengaruhi kadar protein kasar dan protein sejati (protein hasil aktivitas metabolisme kapang) produk fermentasi. Penggunaan sumber fosfor NPK menghasilkan FLS dengan kadar protein kasar tertinggi (26,1%) disusul dengan sumber fosfor NaH_2PO_4 dan P_2O_5 . Hal ini mungkin disebabkan sifat nitrogen yang terbungsd dalam NPK lebih mudah larut sehingga lebih mudah diserap oleh sel untuk pertumbuhannya sehingga jumlah sel-sel selama fermentasi menjadi lebih banyak.

Nitrogen terlarut dalam produk fermentasi dipengaruhi oleh interaksi ($P<0,05$) antara sumber fosfor dengan masa inkubasi. Setelah fermentasi kadar N terlarut menurun dan yang paling besar terlihat pada perlakuan sumber fosfor NPK dan P_2O_5 (48,0 dan 47,8%) (Tabel 5). Penurunan ini disebabkan oleh N terlarut telah digunakan untuk pertumbuhan dan pembiakan *A. niger* selama proses fermentasi, setelah proses enzimatik anaerob N terlarut meningkat terutama pada sumber fosfor NPK dari 4,95 menjadi 6,74%. Hal ini disebabkan karena selama proses enzimatik kapang tidak aktif lagi melakukan metabolisme sehingga pemakaian nitrogen oleh kapang semakin berkurang, sedangkan penguraian asam amino menjadi nitrogen terlarut tetap berlangsung.

Kadar protein sejati lumpur sawit terfermentasi tidak menunjukkan adanya pengaruh interaksi ($P>0,05$) antara sumber fosfor dengan masa inkubasi, sedangkan proses inkubasi nyata ($P<0,05$) mempengaruhi kadar protein sejati FLS, yaitu terjadi peningkatan protein sejati produk fermentasi setelah diinkubasi (Tabel 4), sedangkan setelah proses enzimatik tidak terjadi perubahan ($P>0,05$). Protein sejati merupakan selisih antara protein total (kasar) dengan nitrogen terlarut.

Tabel 3. Kadar fosfor total dan fosfor terlarut lumpur sawit terfermentasi yang mendapat fosfor yang berbeda sumber

Perlakuan	P total (%)	P terlarut (%)
Sumber fosfor:		
NPK	0,59 ^a	0,38
P_2O_5	0,64 ^b	0,35
NaH_2PO_4	0,68 ^c	0,42
Masa inkubasi (hari):		
0	0,62	0,35
4 (A)	0,64	0,38
4(A) + 2 (AA)	0,64	0,40

Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P<0,05$). A = kondisi aerob, AA = kondisi anaerob

Kenaikan kadar protein sejati setelah fermentasi disebabkan oleh kemampuan kapang *A. niger* mengubah nitrogen anorganik yang berasal dari mineral substrat menjadi protein sel (PASARIBU *et al.*, 1998).

Asam amino merupakan komponen protein yang sangat penting dalam pakan ternak monogastrik. Berdasarkan analisis kadar total α -asam amino FLS, tidak terdapat ($P>0,05$) interaksi antara sumber fosfor dengan waktu inkubasi. Namun total α -asam amino nyata ($P<0,05$) lebih tinggi setelah proses fermentasi dibandingkan dengan sebelum fermentasi. Kadar alfa-asam amino ternyata tidak berbeda ($P>0,05$) antara setelah fermentasi dengan setelah proses enzimatik. Penggunaan sumber fosfor yang berbeda, tidak nyata ($P>0,05$) mempengaruhi kadar total α -asam amino produk fermentasi. Kenaikan kadar total α -asam amino berhubungan dengan pertumbuhan kapang, semakin banyak pertumbuhan kapang maka kadar total α -asam amino semakin tinggi (Tabel 4). Kadar total α -asam amino lebih rendah daripada protein sejati karena pada protein sejati masih terdapat nitrogen DNA, terdapat kemungkinan metode analisis total α -asam amino berdasarkan metode spektrometer tidak menggambarkan seluruh kadar asam amino.

Tabel 4. Kadar protein kasar, protein sejati, dan total α -asam amino produk lumpur sawit terfermentasi yang diberi fosfor dari sumber yang berbeda

Perlakuan	Protein kasar (%)	Protein sejati (%)	T A A A
Sumber P:			
NPK	26,1	19,7	11,1
P_2O_5	24,8	18,7	10,2
NaH_2PO_4	25,4	18,9	10,9
Masa inkubasi (hari):			
0	24,5	15,0 ^a	8,9 ^a
4 (A)	25,1	19,8 ^b	10,8 ^b
4A + 2 (AA)	26,1	19,8 ^b	11,3 ^b

Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P<0,05$). TAAA = total α asam amino. A = kondisi aerob; AA = kondisi anaerob

Daya cerna bahan kering (DCBK) dan daya cerna protein (DCP)

Daya cerna bahan kering FLS nyata ($P < 0,05$) dipengaruhi oleh interaksi antara sumber fosfor dengan masa inkubasi. Sebelum fermentasi DCBK pada perlakuan P_2O_5 lebih rendah (29,6%) dari perlakuan NaH_2PO_4 (30,2%) dan NPK (30,2%), namun secara statistik tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Setelah difermentasi dan proses enzimatik, DCBK produk fermentasi dengan perlakuan P_2O_5 nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi (37,7%) dari perlakuan NaH_2PO_4 dan NPK yang masing-masing 33,2 dan 32,6%. Meningkatnya DCBK setelah difermentasi adalah karena adanya aktivitas enzim mananase dan selulase (PURWADARIA *et al.*, 1998) dimana kedua enzim tersebut akan menguraikan serat kasar dari molekul yang kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana, sehingga lebih mudah dicerna.

Daya cerna protein FLS tidak nyata ($P > 0,05$) dipengaruhi antara sumber fosfor dengan masa inkubasi. Daya cerna protein (DCP) sebelum fermentasi berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan setelah fermentasi yaitu masing-masing 16,6 dan 36,6% (Tabel 7).

Kenaikan nilai daya cerna protein tersebut mungkin disebabkan oleh menurunnya kadar serat kasar yang dipecah oleh enzim mananase dan selulase (PURWADARIA *et al.*, 1998), sehingga protein yang terdapat diantara serat kasar dapat dicerna lebih mudah. BEDFORD (1995) melaporkan bahwa penambahan enzim karbohidratase dalam ransum dapat meningkatkan daya cerna asam amino.

Total protein tercerna ditentukan dengan mengalikan kadar protein sejati dengan daya cerna protein. Hasil analisis statistik menunjukkan tidak ada interaksi ($P > 0,05$) antara sumber fosfor dengan masa inkubasi terhadap total protein tercerna. Akan tetapi terdapat perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) diantara masa inkubasi (Tabel 7).

Hasil analisis menunjukkan bahwa ketiga perlakuan sumber fosfor (NPK, P_2O_5 , NaH_2PO_4) mempunyai nilai gizi yang sama (dilihat dari daya cerna protein, protein sejati, dan protein tercerna) setelah proses fermentasi dengan kapang *A. niger*. Akan tetapi bila dilihat dari hasil analisis protein kasar, nitrogen terlarut, dan asam amino pada perlakuan sumber fosfor NPK cenderung lebih baik, sedangkan daya cerna bahan kering dengan perlakuan sumber fosfor P_2O_5 hingga tahap proses enzimatik menunjukkan hasil yang lebih baik.

Tabel 5. Kadar nitrogen terlarut x 6,25 lumpur sawit yang diberi fosfor yang berbeda sumber (%)

Sumber fosfor	Masa inkubasi (hari)		
	0	4 (A)	4 (A) + 2 (AA)
NPK	9,52	4,95 ^a	6,74 ^c
P_2O_5	9,46	4,94 ^a	6,16 ^{bc}
NaH_2PO_4	9,54	5,92 ^b	6,06 ^{bc}

Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$). A = kondisi aerob; AA = kondisi anaerob

Tabel 6. Daya cerna bahan kering produk fermentasi lumpur sawit yang diberi fosfor dari sumber yang berbeda

Sumber fosfor	Masa inkubasi (hari)		
	0	4 (A)	4 A + 2 (AA)
NPK	30,2 ^{ab}	31,5 ^{ab}	32,6 ^{ab}
P_2O_5	29,6 ^{ab}	34,5 ^{bc}	37,7 ^d
NaH_2PO_4	30,2 ^{ab}	33,4 ^{abc}	33,2 ^{abc}

Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$). A = kondisi aerob; AA = kondisi anaerob

Tabel 7. Daya cerna protein dan daya cerna protein X protein sejati fermentasi lumpur sawit yang diberi fosfor dari sumber yang berbeda

Sumber fosfor	DCP (%)	Total protein tercerna dari bahan (%)
NPK	34,2	6,9
P ₂ O ₅	34,1	6,5
NaH ₂ PO ₄	32,6	6,3
Masa inkubasi (hari):		
0	16,6 ^a	2,5 ^a
4 (A)	36,3 ^b	7,2 ^b
4 (A) + 2 (AA)	36,6 ^b	7,3 ^b

Superskrip yang berbeda pada kolom dan faktor perlakuan yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05). A = kondisi aerob; AA = kondisi anaerob

KESIMPULAN

Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa selain NaH₂PO₄, NPK dan P₂O₅ (TSP) dapat dipergunakan sebagai sumber fosfor pada lumpur sawit terfermentasi. Lumpur sawit yang sudah difermentasi menunjukkan nilai protein sejati (PS), total α -asam amino (TAAA) dan total protein tercerna (TPT) lebih tinggi daripada lumpur sawit yang belum difermentasi. Hasil analisis yang diperoleh menunjukkan bahwa daya cerna bahan kering (DCBK) FLS yang diberi P₂O₅ lebih tinggi daripada DCBK FLS yang diberi NaH₂PO₄ ataupun NPK. Daya cerna protein (DCP) menunjukkan nilai yang sama antara perlakuan NPK dan P₂O₅. Sedangkan protein sejati total α -asam amino dan total protein tercerna tertinggi terdapat pada FLS yang diberi fosfor yang bersumber dari NPK. Sumber fosfor yang terbaik diantara ketiga sumber fosfor tersebut di atas adalah NPK.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemistry. Washington.
- ARITONANG, D. 1984. Pengaruh penggunaan bungkil inti sawit dalam ransum babi yang sedang bertumbuh. Disertasi Doktor. Fakultas Pasca Sarjana IPB. Bogor. pp. 85-94.
- BEDFORD, M.R. 1995. Mechanisms of action and potential environmental benefits from the use of feed enzymes. *Anim. Feed. Sci. Res.* 53: 145-155.
- BPS. 2000. Statistik Indonesia. Biro Pusat Statistik. Jakarta.
- DEVENDRA, C. 1977. Utilization of feedingstuffs from the oil palm. Proc. of Symposium on Feedingstuffs for Livestock in South East Asia. Malaysian Society of Animal Production. Serdang, Malaysia. pp. 116-131.
- HARMS, R.H., P.W. WALDROUP, R.L. SHIRLEY and C.B. ENDERSON. 1962. Availability of phytic acid phosphorus for chicks. *Poult. Sci.* 41: 1189.
- HOPKINS, J.R., A. J. BALLANTYNE and J.L.O JONES. 1989. Dietary phosphorus for laying hen. In: Recent Developments in Poultry Nutrition. COLE D.J.A and W. HARESIGN (Eds.). Butterworths, London. pp. 231-238.
- KESHAVARZ, K. and S. NAKAJIMA. 1993. Reevaluation of calcium and phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and egg shell quality. *Poult. Sci.* 72: 1510-1514.
- LEESON, S., J. D. SUMMERS and L. CASTON. 1993. Response of brown-egg strain layers to dietary calcium or phosphorus. *Poult. Sci.* 72: 1510-1514.
- MOAT, A.G. and J.W. FOSTER. 1988. Microbial physiology. A. Wiley. Interscience Publication. John Wiley & Sons. New York.
- NELSON, T.S., L.B. DANIELS, J.R. HALL and L.G. SHIELDS 1976. Hydrolysis of natural phytate phosphorus in the digestive tract of calves. *J. Anim. Sci.* 42: 1509.
- NRC. 1984. *Nutrient Requirement of Poultry*. 8th ed. National Academy Press, Washington DC.
- PASARIBU, T., A.P. SINURAT, T. PURWADARIA, SUPRIYATI, J. ROSIDA dan H. HAMID. 1998. Peningkatan nilai gizi lumpur sawit melalui proses fermentasi: Pengaruh jenis kapang, suhu dan lama proses enzimatis. *JITV* 3: 237-242.
- PURWADARIA, T., A.P. SINURAT, T. HARYATI, I. SUTIKNO, SUPRIYATI dan J. DARMA. 1998. Korelasi antara aktivitas enzim mananase dan selulase terhadap kadar serat lumpur sawit hasil fermentasi dengan *Aspergillus niger*. *JITV* 3: 230-236.
- RAPER, B.K. and D.I. FENNELL. 1977. The Genus *Aspergillus*. Robert E. Krieger. Publishing Company. Huntington. New York.

- SAUNDERS, R.M., A. CONNOR, A.N. BOOTH, E.M. BICKOFF and G.O. KOHLER. 1973. Measurement of digestibility of alfa protein concentrates by *in vivo* and *in vitro* methods. *J. Nutr.* 103: 530-535.
- SINURAT, A.P., R. DHARSANA, T. PASARIBU dan A. HABIBIE. 1995. Penggunaan batuan fosfat NDPC (natural defluorinated calcium phosphate) sebagai pengganti dicalcium phosphate dalam ransum ayam pedaging. *JITV* 1: 21-25.
- SINURAT, A.P., T. PURWADARIA, P.P. KETAREN, D. ZAINUDDIN dan I.P. KOMPIANG. 2000. Pemanfaatan lumpur sawit untuk ransum unggas: 1. Lumpur sawit kering dan produk fermentasinya sebagai bahan pakan ayam pedaging. *JITV* 5: 107-112.
- SINURAT, A.P., I.A.K. BINTANG, T. PURWADARIA dan T. PASARIBU. 2001a. Pemanfaatan lumpur sawit untuk ransum unggas: 2. Lumpur sawit kering dan produk fermentasi sebagai bahan pakan itik jantan yang sedang bertumbuh. *JITV* 6: 28-33.
- SINURAT, A.P., T. PURWADARIA, T. PASARIBU, J. DARMA, I.A.K. BINTANG dan M.H. TOGATOROP. 2001b. Pemanfaatan lumpur sawit untuk ransum unggas: 4. Penggunaan produk fermentasi lumpur sawit sebelum dan setelah dikeringkan dalam ransum ayam kampung sedang tumbuh. *JITV* 6: 213-219.
- STEEL, R.G.D. dan TORRIE. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistika Suatu Pendekatan Biometrik. PT. Gramedia Utama. Jakarta.