

Evaluasi Sifat Fisiko-Kimia dan Nilai Energi Metabolis Konsentrat Protein Bungkil Inti Sawit pada Broiler

NAHROWI RAMLI, YATNO, A.D. HASJMY, SUMIATI, RISMAWATI dan R. ESTIANA

*Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan
Fakultas Peternakan IPB, Kampus IPB Darmaga, Bogor
nahrowi@ipb.ac.id*

(Diterima dewan redaksi 7 Oktober 2008)

ABSTRACT

RAMLI, N., YATNO, A.D. HASJMY, SUMIATI, RISMAWATI and R. ESTIANA. 2008. Physico-chemical properties and metabolizable energy value of protein concentrate from palm kernel meal in broiler. *JITV* 13(4): 249-255.

Protein concentrate from palm kernel meal (BIS PRO) was produced using combination method of grinding and ethanol extraction. The experiment was conducted to evaluate physico-chemical properties and metabolizable energy value of BIS PRO in broiler. The metabolizable energy experiment was conducted in Completely Randomized Design using 19 broilers Ross strain with average body weight of 1.79 ± 0.11 kg. The treatment diets were: R1 (90% basal diet + 10% palm kernel meal), R2 (90% basal diet + 10% BIS PRO) and R3 (90% basal diet + 10% soybean meal). The result showed that BIS PRO had higher specific density (0.723 g/ml), compacted specific density (0.885 g/ml), specific gravity (1.596 g/ml), and angle of repose (28.32°) compared to those of palm kernel meal and soybean meal. Total solubility of BIS PRO (70.22%) were higher than that of the others. BIS PRO had metabolizable energy of 1.94 – 2.66 time higher compared to metabolizable energy of palm kernel meal, but there was no difference compared to metabolizable energy of soybean meal. It is concluded that BIS PRO has physico-chemical properties and metabolizable value better than that of palm kernel meal and were equal to that of soybean meal.

Key Words: Physico-Chemical Characteristics, Protein Concentrate, Palm Kernel Meal, Metabolizable Energy, Broiler

ABSTRAK

RAMLI, N., YATNO, A.D. HASJMY, SUMIATI, RISMAWATI dan R. ESTIANA. 2008. Evaluasi sifat fisiko-kimia dan nilai energi metabolis konsentrat protein bungkil inti sawit pada broiler. *JITV* 13(4): 249-255.

Konsentrat protein dari bungkil inti sawit (BIS PRO) merupakan hasil ekstraksi kombinasi fisik dan kimia yang diendapkan dengan etanol 80%. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sifat fisik dan kimia serta energi metabolis BIS PRO dibandingkan dengan bungkil kedelai sebagai pakan standar. Ternak yang digunakan adalah sebanyak 19 ekor broiler strain *Ross* berumur 41 hari dengan rata-rata bobot badan sebesar 1.79 ± 0.11 kg. Ransum perlakuan terdiri dari R1 (90% ransum dasar+10% BIS), R2 (90% ransum dasar +10% BIS-PRO) dan R3 (90% ransum dasar +10% bungkil kedelai). Data dari Rancangan Acak Lengkap dianalisis ragam (ANOVA) dan jika terdapat perbedaan nyata diuji Kontras Orthogonal. Peubah yang diamati adalah sifat fisiko-kimia dan energi metabolis. Berdasarkan statistik deskriptif, BIS PRO mempunyai kerapatan tumpukan ($0,723 \pm 0,011$ g/ml), kerapatan pepadatan tumpukan ($0,885 \pm 0,027$ g/ml) dan berat jenis yang lebih tinggi serta sudut tumpukan ($28,32 \pm 1,818$) yang lebih rendah dari bungkil inti sawit dan bungkil kedelai. Kelarutan total BIS PRO ($70,22 \pm 5,303$ %) lebih tinggi dibandingkan dengan bungkil inti sawit dan bungkil kedelai. Perlakuan yang diberikan sangat nyata ($P < 0,01$) mempengaruhi nilai energi metabolis, dimana energi metabolis BIS PRO meningkat sebesar 1,94 – 2,66% dibandingkan dengan energi metabolis BIS. Dapat disimpulkan bahwa BISPRO mempunyai sifat fisiko-kimia yang lebih baik dari BIS dan mampu menyamai kualitas bungkil kedelai. Nilai energi metabolis BISPRO meningkat sebesar 1,94-2,66% dibandingkan dengan energi metabolis BIS.

Kata Kunci: Sifat Fisiko-Kimia, Konsentrat Protein, Bungkil Inti Sawit, Energi Metabolis, Broiler

PENDAHULUAN

Bungkil inti sawit (BIS) adalah salah satu hasil samping dari industri pengolahan kelapa sawit. Ketersediaan bungkil inti sawit yang cukup banyak dan tidak dikonsumsi manusia memungkinkan bahan ini untuk digunakan sebagai bahan baku pakan alternatif ternak unggas. BIS telah umum digunakan untuk ternak ruminansia, tetapi pada unggas penggunaannya masih

terbatas. DUSTERHOFT (1993) mengemukakan struktur kimia BIS berupa ikatan mannose sebanyak 78%, selulosa 12%, arabinosylans dan (4-O-methyl)-glucuronosylans masing-masing 3% yang menyebabkan penggunaan dalam ransum unggas menjadi terbatas.

Pengolahan BIS melalui kombinasi teknologi ekstraksi fisik dan kimia (BIS PRO) perlu dilakukan sebagai upaya perbaikan kualitas nutrisi secara

keseluruhan, yaitu dengan mengurangi faktor pembatas dan meningkatkan kandungan protein. BIS PRO yang diperoleh diharapkan dapat menurunkan kandungan polisakarida non pati, sehingga dapat meningkatkan mutu BIS dan dapat menggantikan sebagian bungkil kedelai dalam ransum unggas. Kualitas BIS PRO dan nilai biologisnya pada unggas, khususnya broiler belum pernah dilaporkan. Paper ini menguraikan kualitas BIS PRO ditinjau dari aspek fisik, kimia dan biologis pada broiler.

MATERI DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah bungkil inti sawit, konsentrat protein BIS, bungkil kedelai (Bk kedelai) dan perlengkapan uji fisik seperti mortar grinder dan mesin cuci (sebagai alat modifikasi sentrifugasi). Penelitian ini menggunakan 19 ekor broiler strain *Ross* berumur 41 hari dengan rata-rata bobot hidup sebesar $1,79 \pm 0,11$ kg. Sebanyak 15 ekor broiler digunakan untuk mengukur energi metabolis, sedangkan 4 ekor broiler lainnya digunakan untuk mengukur energi dan nitrogen endogenous. Peralatan yang digunakan adalah 19 buah kandang metabolis ukuran 60 x 30 x 50 cm yang dilengkapi dengan penampung feses, palaka dan air minum.

Pembuatan konsentrat protein dari BIS

Bungkil inti sawit sebanyak 100 g digiling menggunakan mortar grinder selama 20 menit, kemudian digiling kembali dengan menambahkan 300 ml aquadest dan 50 g kaca selama 20 menit. Tahap selanjutnya BIS diautoclave dan dimasukkan kedalam kantong, diikat dan diputar menggunakan mesin cuci (spin 1 x 8 menit) sehingga diperoleh filtrat 1. Residu yang diperoleh digiling basah dengan 200 ml NaOH 0,05 N, kemudian disaring kembali sehingga diperoleh filtrat 2. Filtrat 1 dan filtrat 2 dicampur dan diendapkan dengan ethanol 80% dengan perbandingan 1 : 1 dan dibiarkan selama satu malam pada suhu dingin sampai protein mengendap. Endapan dikeringkan pada suhu 60°C sehingga diperoleh endapan protein kering yang disebut BIS PRO. Komposisi kimia BIS PRO dibandingkan dengan bungkil inti sawit dan bungkil kedelai disajikan pada Tabel 1.

Persiapan ransum

Bahan pakan yang digunakan untuk membuat ransum dalam penelitian ini adalah ransum dasar (RD) dengan bahan baku jagung kuning, dedak padi, CGM, tepung ikan, bungkil kedelai, minyak kelapa dan premix. Pakan dibuat dalam bentuk *mash* (tepung). Ransum perlakuan yang diberikan untuk pengukuran energi metabolis adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi kimia bahan pakan penelitian¹

Kandungan nutrisi	BIS	BIS PRO	Bungkil kedelai ²
Bahan kering (%)	89,28	82,15	89,00
Protein kasar (%BK)	18,49	42,92	49,44
Serat kasar (%BK)	27,13	3,82	7,86
Lemak Kasar (%BK)	6,37	17,18	0,90
Ca (%)	0,58	1,73	0,29
P (%)	0,45	2,61	0,27
Energi Bruto (kkal/kg)	3543,00	3294,00	3756,00

Keterangan :

Sumber: 1. Hasil analisis Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan, Fapet IPB (2006)
2. NRC (1994)

R1 = 90% ransum dasar +10% bungkil inti sawit (BIS)
R2 = 90% ransum dasar +10% BIS-PRO;
R3 = 90% ransum dasar +10% bungkil kedelai.
Kandungan Zat makanan setiap ransum perlakuan ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Kandungan Zat Makanan Ransum Penelitian

Komponen Nutrisi	R1	R2	R3
Bahan Kering (%)	85,33	85,56	85,94
Energi Bruto (kkal/kg)	4163,00	4048,00	3940,00
Protein Kasar (%)	20,09	20,67	25,38

R1 = 90% ransum dasar + 10% BIS

R2 = 90% ransum dasar + 10% BIS PRO

R3 = 90% ransum dasar + 10% Bungkil kedelai

Sumber : Hasil analisis Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan, Fapet IPB (2006)

Pengujian sifat fisik dan kimia

Pengukuran dilakukan dengan mengambil secara representatif bahan baku pakan untuk lima kali pengamatan masing-masing sebanyak 200 g dari 1 kg bahan baku pakan. Pengukuran sifat fisik mengikuti metode KHALIL (1999) meliputi kerapatan tumpukan, kerapatan pemadatan tumpukan, sudut tumpukan dan berat jenis. Sementara itu, sifat kimia yang diukur adalah kelarutan total menurut metode STEFANON *et al.* (1996), selain itu juga menghitung kandungan protein kasar dan rendemen pada BIS PRO.

Pengukuran retensi nitrogen dan energi metabolis

Pengukuran retensi nitrogen dan energi metabolis dilakukan menurut metode SIBBALD dan WOLYNETZ (1985). Pada saat percobaan dimulai, broiler dipuasakan selama 24 jam di kandang metabolis. Kemudian, pakan

diberikan secara paksa sebanyak 35 g dengan bantuan corong (dicekok) pada 15 ekor broiler, sedangkan 4 ekor lainnya dipuaskan kembali untuk mengukur energi dan nitrogen endogenous. Air minum diberikan *ad libitum*. Pengumpulan ekskreta dilakukan selama 24 jam. Selama pengumpulan ekskreta, setiap ± 2 jam ekskreta disemprot dengan larutan H₂SO₄ encer (0,01 N). Ekskreta yang terkumpul disimpan dalam *freezer*. Ekskreta yang disimpan dalam *freezer* kemudian dikeluarkan, dilumerkan dan dikeringkan dalam oven 60°C selama ± 24 jam. Ekskreta kering yang telah dihaluskan diukur energi brutonya dengan menggunakan bomb kalorimeter dan nitrogen menggunakan metode Kjeldahl.

Rancangan percobaan dan analisis data

Data hasil pengukuran energi metabolis dari Rancangan Acak Lengkap dianalisis ragam (STEEL dan TORRIE, 1980). Analisis data dilakukan menurut prosedur SAS versi 6.12. Sementara itu, data sifat fisik dan kimia diolah dengan menggunakan statistik deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat fisik

Nilai kerapatan tumpukan, kerapatan pemadatan tumpukan dan berat jenis diperlihatkan pada Gambar 1, sedangkan rataannya sudut tumpukan diperlihatkan pada Gambar 2. Tingginya nilai kerapatan tumpukan yang dimiliki BIS PRO (0,723 ± 0,011 g/ml) disebabkan oleh ukuran partikel yang dimiliki lebih kecil dan lebih halus daripada BIS dan bungkil kedelai. Semakin kecil ukuran partikel, maka nilai kerapatan tumpukan akan semakin meningkat sehingga akan mengurangi volume ruang penyimpanan (SYARIEF dan IRAWADY 1993). NIRO (2005) menambahkan bahwa bahan yang memiliki nilai kerapatan tinggi akan menghemat biaya

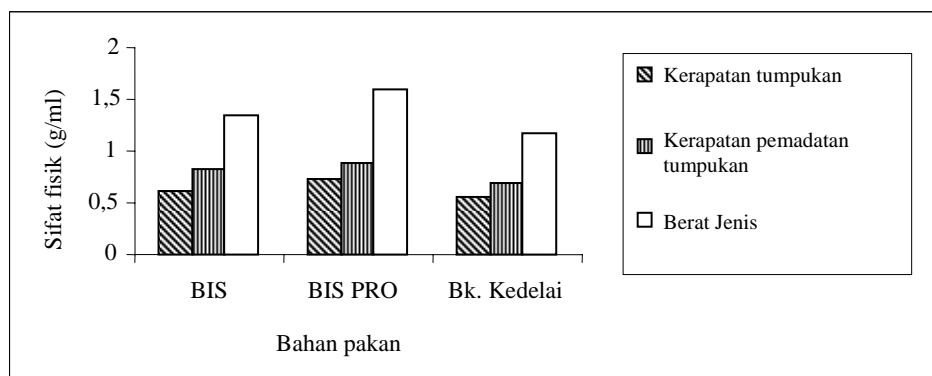
pengeluaran untuk pengemasan dan penyimpanan bahan.

BIS PRO memiliki rataannya berat jenis paling tinggi (1,596 ± 0,075 g/ml) dibandingkan dengan BIS (1,343 ± 0,007 g/ml) dan bungkil kedelai (1,166 ± 1,761 g/ml). Nilai kerapatan pemadatan tumpukan BIS PRO (0,885 ± 0,027 g/ml) paling tinggi diantara BIS (0,819 ± 0,009 g/ml) dan bungkil kedelai (0,684 ± 0,012 g/ml). Berat jenis yang tinggi dan ukuran partikel yang kecil merupakan faktor yang menyebabkan nilai kerapatan pemadatan tumpukan BIS PRO lebih tinggi dari BIS dan bungkil kedelai.

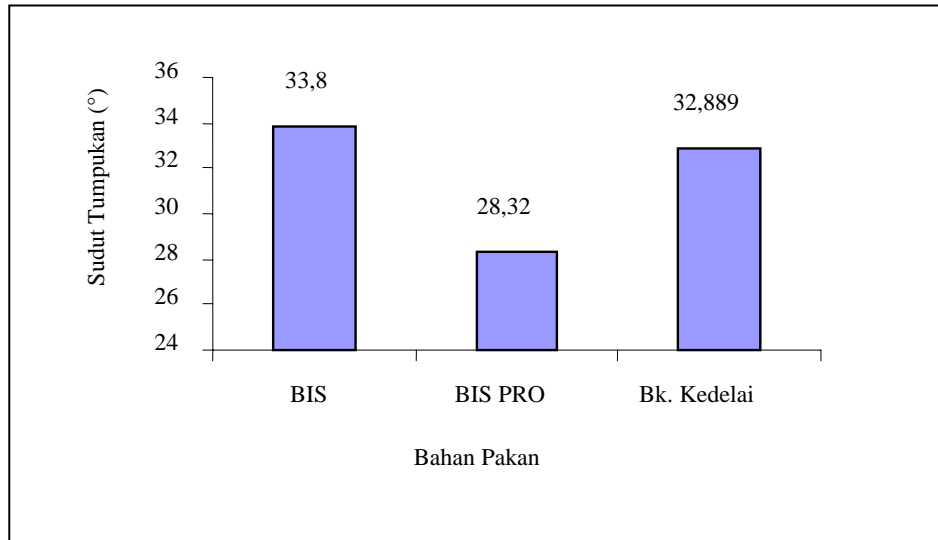
BIS PRO memiliki rataannya sudut tumpukan yang paling kecil (28,32° ± 1,82) dibandingkan dengan BIS (33,38° ± 0,83) dan bungkil kedelai (32,89° ± 0,05). Sudut tumpukan yang kecil akan memiliki kebebasan bergerak partikel yang lebih tinggi, sehingga mudah dituang ke wadah lain. Menurut FASINA dan SOKHANSANJ (1993), bahan yang mudah mengalir bebas memiliki kisaran sudut tumpukan sebesar 20-30°.

Sifat kimia

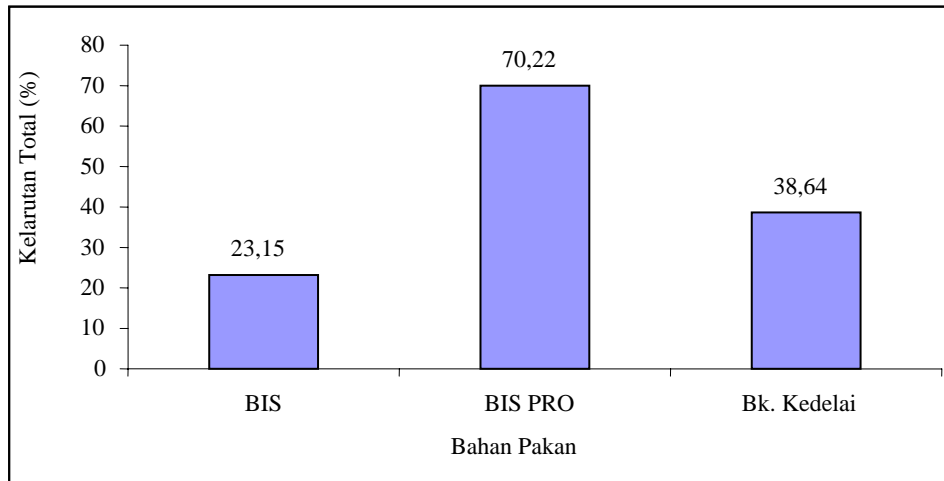
Rataan kelarutan bungkil inti sawit (BIS), BIS PRO dan bungkil kedelai diperlihatkan pada Gambar 3. Rataan kelarutan total BIS PRO, BIS dan bungkil kedelai berturut-turut adalah sebesar 70,22% ± 5,30; 23,15% ± 4,14 dan 38,64% ± 5,76. Tinggi rendahnya kelarutan dipengaruhi oleh jenis komponen karbohidrat penyusunnya. Semakin tinggi kandungan polisakarida non pati, maka semakin rendah kelarutan bahan pakan tersebut dalam air, dan begitu pula sebaliknya. DUSTERHOFT (1993) mengemukakan struktur kimia BIS berupa ikatan mannose sebanyak 78%, selulosa 12%, arabinoxylans dan (4-O-methyl)-glucuronoxylans masing-masing 3% yang menyebabkan penggunaan dalam ransum unggas menjadi terbatas. Senada dengan hal tersebut TAFSIN (2007) melaporkan bahwa BIS yang diekstraksi menggunakan air, mengandung



Gambar 1. Rataan uji sifat fisik BIS, BIS PRO dan bungkil kedelai



Gambar 2. Rataan sudut tumpukan BIS, BIS PRO dan bungkil kedelai



Gambar 3. Rataan kelarutan total BIS, BIS PRO dan bungkil kedelai.

polisakarida dengan komponen gula berupa galaktomanan dengan rasio antara galaktosa dan manosa mencapai 1 : 3. Teknologi ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini telah mampu mengubah polisakarida non pati menjadi molekul yang lebih sederhana (mono dan disakarida), sehingga nilai kelarutan BIS hasil ekstraksi (BIS PRO) meningkat secara signifikan dibandingkan dengan BIS tanpa ekstraksi (70,22 vs 23,15%). Polisakarida non pati yang ada pada BIS sulit terhidrolisis dalam air, sehingga perlu proses pengolahan terlebih dahulu sebelum digunakan pada ternak. Tingginya nilai kelarutan total pada BIS PRO akan mencerminkan tingginya pencernaan yang dimiliki.

Kandungan protein kasar BISPRO pada penelitian ini sebesar 42,92% dengan jumlah rendemen sebesar

3%. Hasil yang dicapai ini lebih rendah dari laporan YATNO *et al.* (2008) bahwa konsentrat protein dari BIS yang diekstraksi menggunakan asetat 0,05 N sebagai pengekstrak pertama dan direndam dengan NaOH 1 N serta diendapkan menggunakan HCl 0,1 N sampai titik isoelektrik menghasilkan rendemen sebesar 12,8%, *protein recovery* 50,38% dan protein sebesar 45,6%. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan bahan pengendap dan juga konsentrasi bahan pengekstrak terutama penggunaan NaOH berpengaruh terhadap rendemen maupun zat makanan yang terekstrak. Pada penelitian ini konsentrasi bahan pengekstrak yang digunakan adalah air sebagai pengekstrak pertama dan dilanjutkan dengan NaOH 0,05 N dengan bahan pengendap ethanol 80%. BETTI dan FLETCHER (2005) melaporkan bahwa endapan protein terbanyak pada

proses ekstraksi basah bahan pangan sumber protein hewani terjadi pada pH 3,84-4,0. Lebih lanjut McDONALD *et al* (1995) menyatakan bahwa tiap-tiap molekul protein mempunyai daya reaksi dengan asam dan basa yang berbeda-beda. Pada umumnya dalam larutan asam (pH rendah), molekul protein akan bermuatan positif dan pada larutan basa (pH tinggi) protein akan bermuatan negatif. Pada kisaran pH tertentu, jumlah muatan positif dan negatif pada protein dapat sama jumlahnya dan saling menetralkan, sehingga protein akan menggumpal dan mengendap

Retensi nitrogen dan energi metabolis

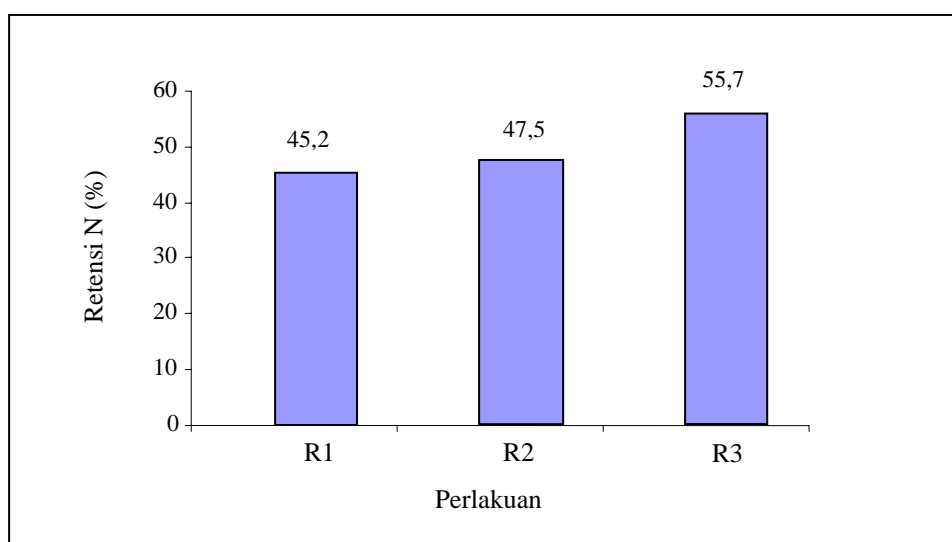
Retensi Nitrogen suatu pakan menggambarkan berapa jumlah nitrogen yang tertahan dalam tubuh yang nantinya akan dicerna dan diserap serta disalurkan ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah untuk digunakan oleh tubuh. Retensi nitrogen ternak yang memperoleh ransum mengandung BIS, BIS PRO dan bungkil kedelai disajikan pada Gambar 4.

Retensi nitrogen pada ransum yang mengandung bungkil kedelai (R3) nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dari perlakuan R2 dan R1 masing-masing sebesar 55,7; 47,5 dan 45,2%. Secara umum nilai retensi nitrogen pada penelitian masih rendah dibandingkan dengan laporan YATNO *et al* (2008) yang menyatakan bahwa retensi protein pada ransum yang mengandung 12% BIS, konsentrat protein BIS dan bungkil kedelai masing-masing sebesar 61,19; 69,82 dan 70,57%. Data yang dihasilkan dalam penelitian ini mencerminkan bahwa faktor pembatas yang terdapat pada bungkil inti sawit lebih besar dibandingkan dengan bungkil kedelai. Faktor pembatas ini akan berpengaruh terhadap

penyerapan protein yang tercermin dengan jumlah N yang diretensi (HSIAO *et al.*, 2006).

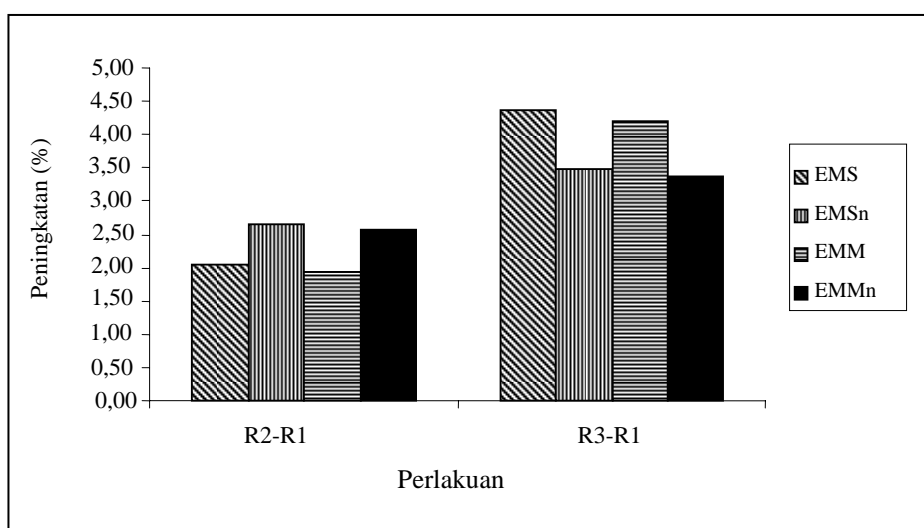
Rataan energi metabolis (EMS, EMM, EMSn dan EMMn) ransum yang mengandung BIS PRO (R2) nyata lebih tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan dengan ransum yang mengandung BIS (R1), dan tidak nyata dengan ransum yang mengandung bungkil kedelai (R3). OJOWELO dan OZUO (2006) melaporkan bahwa bungkil inti sawit dapat menggantikan bungkil kedelai sampai 25% pada ayam jantan muda umur 5-13 minggu dengan angka konversi sebesar 3,88 dan penggantian 50, 75 dan 100% menurunkan angka konversi masing-masing sebesar 4,22; 4,86 dan 4,29. Selanjutnya PEREZ *et al.* (2000) melaporkan bahwa bungkil inti sawit dapat digunakan sebesar 10% dalam ransum ayam petelur dengan produksi telur dan mortalitas masing-masing sebesar 77,8 dan 8,3% serta berat telur 53,7 g dan konsumsi sebanyak 198,1 g/ekor.

Selisih Nilai Energi Metabolis BIS PRO dan bungkil kedelai dibandingkan dengan Nilai Energi Metabolis bungkil inti sawit pada broiler ditampilkan pada Gambar 4. Selisih antara energi metabolis ransum BIS PRO (R2) dengan energi metabolis ransum BIS (R1) berkisar antara 1,94 – 2,61%, sedangkan selisih antara energi metabolis ransum bungkil kedelai (R3) dengan energi metabolis ransum BIS (R1) berkisar antara 3,38 – 4,38%. Data ini mengindikasikan bahwa kombinasi ekstraksi secara fisik dan kimia BIS (BIS PRO) diduga efektif meningkatkan penggunaan energi ransum. Proses ekstraksi yang berlangsung mampu meningkatkan degradasi polisakarida non pati BIS menjadi molekul yang lebih sederhana berupa monosakarida sehingga lebih mudah dimanfaatkan



Keterangan: R1 = 90% ransum dasar + 10% BIS; R2 = 90% ransum dasar + 10% BIS-PRO; R3 = 90% ransum dasar + 10% bk. kedelai

Gambar 4. Retensi nitrogen BIS, BIS PRO dan bungkil kedelai



Keterangan : R1 = 90% ransum dasar + 10% BIS; R2 = 90% ransum dasar + 10% BIS PRO; R3 = 90% ransum dasar + 10% Bk. Kedelai. EMS (Energi Metabolisme Semu), EMSn (Energi Metabolis Semu Terkoreksi Nitrogen), EMM (Energi Metabolis Murni) dan EMMn (Energi Metabolis Murni Terkoreksi Nitrogen)

Gambar 5. Selisih nilai energi metabolis BIS PRO dan bungkil kedelai dibandingkan dengan nilai energi metabolis bungkil inti sawit pada broiler

sebagai sumber energi. Rendahnya nilai energi metabolis pada R1 (BIS) terkait dengan tingginya kandungan serat kasar pada BIS. Serat pada BIS akan mengadsorpsi nutrisi, sehingga peluang terjadinya penyerapan nutrisi oleh usus halus menjadi berkurang, dan ikatan kompleks nutrisi-serat kasar akan diekskresikan melalui ekskreta. Adanya daya ikat kation pada serat juga akan menyebabkan ketidakseimbangan mineral, sehingga metabolisme energi terganggu. Menurut JAMES dan GROPPER (1990), serat bersifat adsorptif dan mempunyai daya ikat kation terhadap nutrisi pada saluran pencernaan, sehingga kadar nutrisi yang diabsorpsi menjadi rendah. Menurut WAHYUNTO (1989), rendahnya daya cerna suatu bahan makanan dapat disebabkan karena tingginya serat kasar bahan tersebut sehingga nilai energi metabolis bahan menjadi rendah.

KESIMPULAN

Konsentrat protein hasil ekstraksi dari bungkil inti sawit (BISPRO) menggunakan kombinasi air: NaOH 0,05N dan diendapkan dengan etanol 80% (1:1) menghasilkan rendaman sebesar 3% dengan kandungan protein kasar 42,92%. BISPRO memiliki sifat fisiko-kimia yang lebih baik dari bungkil inti sawit serta mampu menyamai kualitas bungkil kedelai. Nilai energi metabolis BISPRO meningkat sebesar 1,94 - 2,66% dibandingkan dengan energi metabolis BIS.

DAFTAR PUSTAKA

- BETTI, M. and D.L. FLETCHER. 2005. The influence of extraction and precipitation pH on the dry matter yield of broiler bark meat. *J. Poult. Sci.* 84: 1303-1307.
- DUSTERHOFT, EM 1993. Characterization and Enzymic Degradation of Non-starch Polysaccharides in Lignocellulosic By-products: A study on Sunflower Meal and Palm Kernel Meal. Summary. Dissertation no. 1593. Wageningen Agricultural University, Wageningen, Netherland.
- FASINA, O.O. and S. SOKHASANJ. 1993. Effect of moisture content on bulk handling properties of alfalfa pellets. *Canadian Agric. Eng.* 35: 269-273.
- HSIAO, H.Y., D.M. ANDERSON and N.M. DALE. 2006. Level of β -mannan in soybean. Research note. *J. Poult. Sci.* 85: 1430-1432.
- JAMES, L.G. and S.S. GROPPER. 1990. Advanced Nutrition and Human Metabolism. 3rd Edition. Australia: Wadsworth Thomson Learning
- KHALIL. 1999. Pengaruh kandungan air dan ukuran partikel terhadap sifat fisik pakan lokal: Kerapatan tumpukan, kerapatan pemadatan tumpukan dan berat jenis. *Media Petern.* 22: 1-11.
- MCDONALD, P., R.A. EDWARDS, J.F.D. GREENHALGH and C.A. MORGAN. 1995. Animal Nutrition. 5th Ed. New York: Longman Scientific and Technical.
- NRC [NATIONAL RESEARCH COUNCIL]. 1994. Nutrient Requirement of Poultry. 9th Revised Edition. Washington DC: National Academy of Science.

- NIRO, A.S. 2005. Bulk Density. <http://www.niro.com>. [1 Juli 2005].
- Ojowelo, G.S. and U.K. Ozu. 2006. Evaluation of palm kernel meal as substitute for soybean meal in diets of growing cockerels. *Int. J. Poult. Sci.* 5: 401-403.
- PEREZ, J.F., A.G. GERNAT and J.G. MURILLO. 2000. The effect of different levels of palm kernel meal in layer diets. *J. Poult. Sci.* 79: 77-79.
- SIBBALD, I.R. and M.S. WOLYNETZ. 1985. Estimates of retained nitrogen used to correct estimates of bioavailable energy. *J. Poult. Sci.* 64: 1506-1513.
- STEEL, R.G.D. and J.H. TORRIE. 1980. Principle and Procedures of Statistics. Edisi 2. Singapore: McGraw-Hill. International Book Co.
- Stefanon, B., A.N. Pell and P. Schofield. 1996. Effect of maturity on digestion kinetics of water soluble and water insoluble fractions of alfafa and brome hay. *J. Anim. Sci.* 74: 1104-1115.
- SYARIEF, A. dan A. IRAWATY. 1993. Pengetahuan Bahan untuk Industri Pertanian. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- TAFSIN, M. 2007. Kajian Polisakarida Mannan dari Bungkil Inti Sawit Sebagai Pengendali *Salmonella thypimurium* dan Immunostimulan pada Ayam [disertasi]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- WAHYUNTO, W.B. 1989. Pengaruh Ekstraksi Minyak Biji Kapas dan Ekstruksi Campuran Tepung Biji Kapas, Kedelai serta Beras terhadap Nilai Gizinya [Thesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- YATNO, N. RAMLI, P. HARDJOSWORO, A. SETIYONO, dan T. PURWADARIA. 2008. Sifat kimia dan nilai biologi konsentrat protein bungkil inti sawit hasil ekstraksi kombinasi fisik-kimiawi. *Media Petern.* 31: 178-185.