

## DAFTAR PUSTAKA

Desmeth, M. 1980. Lipid Composition of Crop Milk. 2 Fatty acid. *Comp. Biochem. Physiol.* 66B: 135

Griminger, P. 1983. Digestive System and Nutrition. Physiology and Behaviour of the Pigeon. Edited by Michaels. Academic Press.

Patrick, H. and J.P. Schible. 1980. *Poultry Feeds and Nutrition*. 2ed. Avi Publishing Company Inc. Westport. Connecticut.

Wihandoyo. 1989. Penampilan Anak Merpati dari Induk yang Mendapat Pakan Nabati, Pakan Nabati Hewani dan Pakan Nabati ditambah Asam Amino. Laporan Penelitian No. 5. UGM/321/M09/01

**PREDIKSI EKONOMI AYAM PEDAGING  
DENGAN RESPON PERTUMBUHAN KUADRATIK  
DARI KADAR PROTEIN DAN ENERGI DALAM PAKAN**

Krishna Agung Santosa \*)

**ABSTRAK**

Untuk mengetahui nilai ekonomi protein dan energi dalam ransum sebagai estimator penampilan produksi ayam pedaging, percobaan pemberian pakan dengan 16 macam ransum yang merupakan kombinasi empat aras protein kasar (PK) yaitu 17,50 sampai 23,50% dan empat aras *metabolizable energy* (ME) yaitu 2.850 sampai 3.400 kkal/kg dilakukan dengan mempergunakan 192 ekor kutuk pedaging (16 perlakuan, dua replikasi, enam ekor per replikasi), selama 8 minggu. Enam belas ransum tersebut berkisar dari Rp 277,00 sampai Rp 02,00/kg. Harga PK dan ME masing-masing diperoleh Rp 2,12/g protein dan Rp 0,22/kkal ME. Berat hidup dipengaruhi oleh konsumsi PK, konsumsi ME dan jangka waktu pemeliharaan. Tiga macam persamaan diturunkan dari analisis regresi yakni 1) berat hidup merupakan fungsi kuadratik dari konsumsi PK dan ME kumulatif ( $R^2 = 0,856$ ), 2) berat hidup ( $R^2 = 0,926$ ) dan 3) konsumsi pakan ( $R^2 = 0,988$ ) merupakan fungsi dari kadar PK, kadar ME dan jangka waktu pemeliharaan. Semua hubungan fungsional tersebut disajikan

dan pembahasan ditekankan pada teknik optimasi ekonomi kombinasi PK dan ME. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai sub model dalam model produksi ayam pedaging yang lebih lengkap.

(Kata Kunci : Ayam Pedaging, Ransum Biaya Terendah, Fungsi Produksi.)

**PENDAHULUAN**

Untuk memperoleh susunan ransum dari bahan pakan tersedia dengan harga terendah, namun memenuhi standar zat makanan, telah banyak digunakan teknik linear programming (LP) (Dent dan Casey, 1967). Teknik ini memasukkan unsur ekonomi, yakni *least-cost combination*, di samping unsur kimia dan biologi yaitu analisis pakan dan kebutuhan zat makanan. Walaupun demikian, teknik ini belum mampu memberikan prediksi atau memberikan informasi bagaimana kadar suatu zat makanan beserta harganya akan berpengaruh terhadap penampilan produksi ditinjau dari segi ekonomi. Penggunaan LP lebih lanjut telah banyak dilakukan oleh para ahli dengan daya guna yang lebih luas, antara lain oleh Davies *et al.*, (1972).

\*) Staf pengajar jurusan Sosial Ekonomi Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada.

*Metabolizable energy* (ME) dalam pakan merupakan komponen penting dan bahan pakan sumber ME mengambil proporsi terbesar dalam ransum. Protein kasar (PK) juga merupakan unsur zat makanan yang tidak kalah pentingnya, walaupun sebenarnya yang lebih penting adalah asam amino yang tergabung dalam PK. Respon produksi ayam pedaging dari ME dan PK dalam ransum sudah sejak lama diketahui menunjukkan *diminishing marginal productivity* (Yoshida et al., 1962). Ditinjau dari segi ekonomi, PK sangat penting mengingat harga bahan sumber PK pada umumnya relatif tinggi.

Didasarkan atas hal inilah penelitian ini dilakukan untuk 1) mengetahui nilai ekonomi ME dan PK dalam ransum sebagai prediktor penampilan produksi ayam pedaging dan 2) untuk membuktikan hipotesis bahwa masukan ME dan PK kumulatif mempengaruhi keluaran berat hidup ayam.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dipakai sebagai alat untuk memprediksikan pengaruh perubahan harga bahan pakan sumber ME (misalnya jagung dan bekatul) dan sumber PK (misalnya tepung ikan dan kedelai) terhadap penampilan produksi ayam pedaging.

#### CARA PENELITIAN

Seratus sembilan puluh dua ekor kutuk ayam pedaging dibagi kedalam 16 kelompok, masing-masing dua kandang sebagai replikasi, enam ekor per kandang. Enam belas kelompok tersebut didasarkan atas 16 jenis ransum perlakuan yaitu kombinasi dari empat aras PK (17,50, 19,50, 21,50 dan 23,50%) dengan empat aras ME (2.850, 3050, 3.250 dan 3.400 kkal/kg). Semua ransum adalah *least-cost rations* yang disusun dengan model LP sebagai berikut :

$$\text{Minimumkan } Z = \sum C_j X_j$$

dibatasi kendala :

$$\sum A_{ij} X_j \leq, \geq \text{ atau } = B_i \\ \text{dan } X_j \geq 0,$$

dengan notasi Z = harga ransum,  $C_j$  = harga bahan pakan ke- j,  $X_j$  = porsi bahan pakan ke-j dalam ransum,  $A_{ij}$  = kadar zat makanan atau non zat makanan ke-i dalam bahan pakan ke-j, dan  $B_i$  kendala zat makanan atau non zat makanan dalam ransum.

Asam amino diperhitungkan dalam nisbah tetap terhadap PK, sedangkan untuk vitamin dan mineral sesuai dengan NRC (1977).

Setiap kelompok yang terdiri atas dua kandang berisi enam ekor (tiga jantan, tiga betina) mendapat satu dari 18 ransum perlakuan tersebut sesudah umur satu hari. Selama tujuh hari pertama, dipergunakan pakan komersial untuk seluruhnya.

Penimbangan berat badan dilakukan setiap satu minggu secara individual, namun data yang digunakan adalah rata-rata berat per ekor setiap kandang. Konsumsi pakan diperhitungkan dari selisih antara pakan yang diberikan secara *ad libitum* dengan sisanya dengan penimbangan seminggu sekali. Konsumsi PK dan ME diperhitungkan dari konsumsi pakan dan atas dasar komposisi zat makanan dalam bahan pakan menurut Hartadi et al., (1980).

Analisis sidik ragam dilakukan terhadap berat hidup dan konsumsi pakan dengan pola faktorial untuk mengetahui pengaruh dua faktor yaitu empat aras PK dan empat aras ME. Estimasi fungsi kuadrat dilakukan dengan cara *least squares*. Dari fungsi kuadrat ini dapat diperoleh *marginal productivity* PK dan ME. Hubungan antara PK dan ME diperoleh dengan menurunkan isoquants serta *marginal rates of substitution*. Dengan informasi harga, maka dapat diperoleh kombinasi optimal antara PK dan ME.

#### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

##### *Least-cost Ration*

Harga 16 buah *least-cost rations* ini disajikan pada Tabel 1, menurut empat aras PK dan empat aras ME. Tabel 1 menunjukkan kenaikan harga ransum sebagai akibat

Tabel 1. Harga ransum menurut kadar *metabolizable energy* dan protein kasar

Kadar <i>metabolizable energy</i> , kkal/kg	Kadar protein kasar, %			
	17,49	19,50	21,50	23,50
	-17,71	-19,90	-22,50	-24,41
	Rp/kg			
2.850	277,00	319,00	362,00	404,00
3.050	312,00	354,00	397,00	443,00
3.224-3.288	350,00	398,00	462,00	502,00
3.312-3.312	405,00	423,00	471,00	497,00

peningkatan kadar PK, kadar ME ataupun peningkatan keduanya. Hal ini wajar mengingat ransum yang berkadar PK dan ME tinggi memerlukan bahan baku yang mengandung PK atau ME yang tinggi pula. Bahan baku demikian

pada umumnya mempunyai harga yang tinggi. Harga ransum yang diperoleh dalam penelitian ini berkisar dari Rp 277,00/kg (2.850 kkal ME/kg; 17,50% PK) sampai Rp 502,00/kg (3.378 kkal ME/kg; 23,25% PK).

Data kenaikan harga ransum atas dasar kenaikan kadar zat makanan bermanfaat untuk menganalisis harga zat makanan dalam ransum. Pada umumnya, analisis semacam ini secara sederhana dilakukan dengan menggunakan harga masing-masing bahan baku dibagi dengan kadar ME (misalnya untuk jagung) atau kadar PK (misalnya untuk bungkil kedelai atau tepung ikan). Pada penelitian ini, harga PK dan ME diperhitungkan dari semua bahan yang ada sebagai penyusun ransum yang bersangkutan. Sebagai contoh, empat ransum dengan kadar ME yang sama (misalnya 2.850 kkal/kg), kenaikan PK dari 17,50 sampai 22,50% mengakibatkan kenaikan harga ransum dari Rp 277,00 sampai Rp 404,00/kg. Oleh karena itu harga PK dapat ditetapkan sebesar Rp 2,12/g. Dengan cara serupa, harga ME dapat ditetapkan sebesar Rp 0,22/kkal. Kedua harga ini dipergunakan dalam pembahasan di bagian lain laporan penelitian ini.

#### Berat Hidup dan Konsumsi Ransum

Berat hidup ayam pedaging sangat dipengaruhi oleh kadar PK dan kadar ME dalam ransum (Tabel 2). Kenaikan kadar PK meningkatkan berat hidup ayam dengan ransum ber ME rendah (2.850 dan 3.050 kkal/kg), tetapi tidak pada ransum ber ME tinggi (lebih dari 3.224 kkal/kg). Hal ini

berkaitan dengan pengaruh kadar ME dalam pakan terhadap konsumsi ransum. Ransum yang ber ME tinggi cenderung menurunkan konsumsi ransum (Tabel 4). Penelitian-penelitian terdahulu, misalnya Pesti *et al.*, (1986) mengisyaratkan bahwa ayam cenderung untuk mengkonsumsi ME tetap, walaupun penelitian ini tidak membuktikannya secara jelas.

#### Estimasi Produksi

Hipotesis yang menyatakan bahwa berat hidup ayam-pedaging merupakan fungsi dari konsumsi ME, PK dan zat makanan yang lain, telah banyak menarik untuk diteliti dan dibuktikan. Lebih lanjut, hubungan fungsional ini sangat kompleks dan membutuhkan kerjasama antara ahli nutrisi non ruminansia, biologi, pertumbuhan unggas, matematika dan ekonomi. Akan tetapi, telah banyak disepakati bahwa hubungan fungsional ini berbentuk polynominal (Hildebrand, 1956). Pesti *et al.*, (1986) memilih quadratic polynomial, dan bila diterapkan pada hasil penelitian ini diperoleh persamaan :

$$B = f(P, E) = a_0 + a_1 P + a_2 E + a_3 P^2 + a_4 E^2 + a_5 PE \\ = 91,652120 + 0,245154 + 0,090530E + 0,000093P^2 \\ - 0,000002E^2 + 0,000026PE \quad (R^2 = 0,856) \quad (1)$$

dengan B = berat hidup sebagai keluaran, P dan E masing-masing adalah konsumsi PK dan ME kumulatif sebagai masukan. Dengan fungsi kuadrat ini, *output* dapat diestimasi dari konsumsi PK dan ME. Sebagai misal,

Tabel 2. Pengaruh kadar protein kasar dan *metabolizable energy* terhadap berat akhir ayam pedaging (g/ekor)

Protein kasar, %	<i>Metabolizable energy</i> , kkal/kg				Rata-rata
	2.850	3.050	3.224-3.288	3.312-3.412	
17,49-17,71	1.401 ± 67	1.332 ± 35	1.757 ± 5	1.673 ± 50	1.540 ± 184 <sup>a,b</sup>
19,50-19,90	1.606 ± 3	1.587 ± 82	1.744 ± 17	1.537 ± 57	1.619 ± 92 <sup>a</sup>
21,50-22,50	1.633 ± 85	1.576 ± 64	1.503 ± 126	1.199 ± 22	1.478 ± 186 <sup>b</sup>
23,50-24,41	1.687 ± 24	1.787 ± 30	1.350 ± 51	1.330 ± 53	1.538 ± 206 <sup>a,b</sup>
Rata-rata	1.582 ± 122 <sup>k</sup>	1.570 ± 171 <sup>k</sup>	1.588 ± 184 <sup>k</sup>	1.434 ± 189 <sup>l</sup>	1.544 ± 180

<sup>a,b</sup> Rata-rata ± simpang baku dalam satu kolom dengan superskrip berlainan, berbeda ( $P < 0,01$ ) akibat perbedaan aras protein kasar.

<sup>k,l</sup> Rata-rata ± simpang baku dalam satu baris dengan superskrip berlainan, berbeda ( $P < 0,01$ ) akibat perbedaan aras *metabolizable energy*.

dengan memberikan ransum berkadar ME sebesar 2.850 kkal/kg. PK sebesar 20%, konsumsi ransum kumulatif 4 kg, maka konsumsi ME kumulatif adalah 11.400 kkal dan konsumsi PK kumulatif adalah 800 g. Dengan memasukkan angka konsumsi ME dan PK ini ke dalam persamaan nomor (1), diperoleh berat hidup sebesar kadar ME dengan kadar PK merupakan kombinasi optimum. Hubungan antara kadar ME dengan kadar PK ini dapat diturunkan dari persamaan (1) tersebut, yakni :

$$P = \frac{a_1 + a_5 \pm [(a_1 + a_5 E)^2 - 4a_3 (B + a_4 E^2 - a_2 E - a_0)]^{0.5}}{2a_3} \quad (2)$$

Hubungan antara PK dan ME, sesuai dengan persamaan (2) ini, pada umumnya dapat digambarkan dengan apa yang disebut *isoquants*, yaitu garis-garis lengkung yang menggambarkan kombinasi antara PK dan ME dalam rangka menghasilkan keluaran, yaitu berat hidup, tertentu. Dengan mengetahui harga per g PK serta harga per kkal ME dalam ransum, maka garis *isocost*, yaitu garis lurus yang kemiringannya ditentukan oleh imbalan harga kedua masukan (PK dan ME) dapat digambarkan. Selanjutnya, bila *substitution rate* antara PK dengan ME, yaitu :

$$\frac{dP}{dE} = \frac{a_2 - 2a_4 E + a_5 P}{a_1 - 2a_3 P + a_3 E} \quad (3)$$

sama dengan imbalan harga, maka dapatlah diperoleh kombinasi optimum antara ME dan PK. Analisis ini dibahas lebih mendalam oleh Heady dan Dillon (1972).

Dari segi praktek, produsen akan lebih mudah mengaplikasikan apabila prediktornya bukan konsumsi PK dan ME, karena kedua prediktor ini sulit diperoleh. Produsen akan dapat menggunakan kadar PK dan kadar ME dalam ransum serta jangka waktu pemberian ransum. Karena itu dua persamaan berikut perlu dikemukakan.

$$\begin{aligned} B &= a_0 + a_1 E^2 + a_2 P + a_3 P^3 + a_4 W^2 + a_5 W^3 + a_6 EP^2 + a_7 E^2 P \\ &+ a_8 E^2 W + a_9 P^2 W \\ &= -6.326,969200 + 0,001319E^2 + 189,182724P \\ &- 0,544605P^3 + 1,298009W^2 - 0,016790W^3 \\ &+ 0,012113EP^2 - 0,000106E^2 P + 0,000001E^2 W \\ &- 0,007390P^2 W \quad (R^2 = 0,926) \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} M &= a_0 + a_1 E + a_2 P + a_3 P^2 + a_4 P^3 + a_5 W + a_6 W^2 + a_7 W^3 + \\ &a_8 EP + a_9 EP^2 + a_{10} EW + a_{11} E^2 W \\ &= -4.042,014050 - 5,279714E + 1.533,252570P \\ &- 115,76773P^2 + 2,469509P^3 - 2,979431W \\ &+ 1,824119W^2 - 1,000273W^3 + 0,490449EP \\ &- 0,011348EP^2 + 0,031473EW + 0,000006E^2 W \\ &(R^2 = 0,988) \end{aligned} \quad (5)$$

dengan B = berat hidup (g/ekor), M = konsumsi ransum (g/ekor), P = kadar PK dalam ransum (%), E = kadar ME dalam ransum (kkal/kg) dan W = jangka waktu pemberian pakan (hari).

Persamaan regresi (4) dan (5) sesuai dengan apa yang diperoleh oleh Hoepner dan Freund (1964). Dengan dua persamaan tersebut berat hidup dan konsumsi ransum dapat diestimasi dari kadar PK dan ME dalam ransum serta jangka waktu yang dikehendaki. Sebagai contoh, apabila kadar PK dalam ransum 20%, kadar ME 3.000 kkal/kg dan pemberian ransum dilakukan selama 42 hari, kedua persamaan ini akan menghasilkan berat hidup yakni B = 1,726 g/ekor dan konsumsi ransum = 4,762 g/ekor.

Selanjutnya untuk pertimbangan ekonomi, persamaan tersebut harus diikuti dengan *profit function*. Profit merupakan fungsi dari variabel-variabel Z (jumlah ayam yang dapat ditampung dalam kandang dengan unit luas tertentu) pada umur W, B yaitu berat hidup dan M yaitu konsumsi makanan atau ransum, yang keduanya merupakan fungsi dari P, E dan W. Harga-harga per unit berat hidup broiler, per unit berat ransum, serta per unit tambahan % PK dan kkal ME, tentu saja diperlukan untuk mengetahui *maximum profit* dengan pengambilan derivasi seperti didiskusikan oleh Dillon (1977).

Dari beberapa angka masukan tersebut, maka dapatlah diestimasi keluaran yang diperoleh dengan perhitungan sederhana. Lebih lanjut, sebenarnya beberapa persamaan yang diperoleh dari penelitian ini dapat digunakan sebagai bagian (sub model) dari model yang lebih luas, yakni model produksi ayam pedaging. Dalam model yang lebih luas ini, lebih banyak masukan yang dapat dimasukkan serta keluaran yang dihasilkan. Dibandingkan dengan model seluruhnya, sub model yang dihasilkan oleh penelitian ini kurang dalam tiga hal. Pertama, dalam satu siklus pemeliharaan, hanya satu jenis ransum diberikan dan tidak mempertimbangkan perubahan kadar PK dan ME; misalnya, perubahan dari periode 0 sampai 3 minggu, ke periode 3 sampai 8 minggu dan periode 6 sampai 8 minggu, seperti dianjurkan oleh NRC (1977). Kedua, kaitan-kaitan antara proses produksi dengan pra produksi misalnya pembelian masukan serta pasca produksi (misalnya pemasaran, transportasi) hubungan antara plasma dengan ini dalam sistem Perusahaan Inti Rakyat (PIR) perunggasan, diabaikan. Ketiga, penggunaan luas lantai yang diperlukan dalam kandang ayam pedaging, yang selalu berubah dari hari ke hari sesuai dengan laju pertumbuhan, tidak dipertimbangkan oleh karena itu Model yang lebih lengkap perlu disusun.

Laporan penelitian ini tidak memberikan angka-angka optimum untuk parameter-parameter produksi. Sebaliknya, penelitian ini hanya memberikan sub model, sedang

pemakai sub model ini diharapkan menggunakan masukan yang bervariasi, terutama harga per unit masukan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa estimasi ini bersifat *flexible*.

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian beserta pembahasan sebelumnya dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Ransum ayam pedaging dengan kisaran kadar ME dan kadar PK masing-masing dari 2.850 kkal/kg dan 17,50% sampai 3.378 kkal/kg dan 23,25% menunjukkan harga yang berkisar pula, yaitu dari Rp 227,00 sampai Rp 502,00/kg.
2. harga ME dan PK dalam kisaran kadar ME dan PK dalam ransum ayam pedaging tersebut dapat dihitung yaitu Rp 0,22/kcal ME dan Rp 2,12/g protein.
3. Berat hidup ayam pedaging dipengaruhi oleh konsumsi ME, konsumsi PK dan jangka waktu pemeliharaan. Makin tinggi konsumsi PK makin tinggi pula berat hidup yang dihasilkan, sedangkan pengaruh ME terhadap berat hidup kurang konsisten. Kenaikan kadar ME dalam ransum cenderung menurunkan konsumsi ransum. Hal ini membuktikan bahwa konsumsi ME tetap.
4. Karena berat hidup terbukti merupakan fungsi dari konsumsi ME dan konsumsi PK, maka hubungan fungsional ini dapat dipergunakan untuk memberikan estimasi berat hidup dari konsumsi ME dan konsumsi PK, serta interaksinya. Hubungan ini merupakan fungsi quadratic polynomial.
5. Fungsi polynomial lain dapat dihasilkan yaitu baik berat hidup maupun konsumsi ransum yang keduanya merupakan fungsi dari kadar ME dan kadar PK serta jangka waktu pemeliharaan.
6. Semua hubungan fungsional antara masukan dengan keluaran dapat dipergunakan secara teliti untuk memperhitungkan profit dengan menggunakan harga-harga yang berlaku dipasaran.
7. Hasil penelitian ini dapat dipakai sebagai bahan dan sebagai sub model dalam model produksi ayam pedaging secara menyeluruh.

### DAFTAR PUSTAKA

- Davies, Y., W. K. Trotter and D. Burdick, 1973. Evaluating new or improved feedstuffs by parametric linear programming techniques. *Poultry Sci.* 52: 102-107.
- Dent, J. B. and H. Casey. 1967. *Linear programming and animal nutrition*. J. P. Lippincot Co., Philadelphia, PA, USA.
- Dillon, J. L. 1977. *The analysis of response in crop and livestock production*. 2nd ed. Pergamon Press, Ltd., Oxford, England.
- Hartadi, H., S. Reksohadiprodjo, S. Lebdosukojo, A. D. Tillman, L. C. Kearn dan L. E. Harris. 1980. Tabel-tabel dari komposisi bahan baku makanan ternak untuk Indonesia. The International Feedstuffs Institute, Utah Agric. Exp. Sta.
- Heady, E. O. and J. L. Dillon. 1972. *Agricultural Production functions*. The Iowa St. Univ. Press, USA.
- Hildebrand, F. B. 1956. *Introduction to numerical analysis*. McGraw-Hill Book Co., Inc., NY, USA.
- Hoepner, P. H. and R. J. Freund. 1964. A methodological approach to the estimation of time-quantity broiler production function. Virginia Polytechnique Institute, Agric. Exp. Sta. Tech. Bul. 170, Blacksburg.
- NRC. 1977. Nutrient requirements of poultry. Nat'l. Acad. Sci., Washington, DC, USA.
- Pesti, G. M., R. A. Arraes and B. R. Miller, 1986. Use of quadratic growth response to dietary protein and energy concentrations in least-cost feed formulation. *Poultry Sci.*, 65: 1040-1051.
- Yoshida, M., S. Hizikuro, H. Hoshii and H. Morimoto, 1962. Effect of dietary protein and energy levels on growth rate, feed efficiency and carcass composition of chicks. *Agric. Biol. Chem.* 26: 640-647.