

## Penurunan Deposit Lemak Abdominal pada Ayam Pedaging melalui Manajemen Pakan

Cecep Hidayat

Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16002  
hidayat\_c2p@yahoo.com

(Diterima 9 April 2015 – Direvisi 27 Agustus 2015 – Disetujui 31 Agustus 2015)

### ABSTRAK

Lemak abdomen merupakan limbah pada karkas ayam pedaging dan keberadaannya dianggap sebagai penurunan kualitas karkas. Timbunan lemak abdomen dalam tubuh ayam dipengaruhi oleh faktor genetik, nutrisi, pakan, jenis kelamin, umur serta lingkungan. Berdasarkan pendekatan aspek pakan, upaya penurunan deposit lemak abdomen pada ayam pedaging dapat dilakukan dengan cara mengatur konsumsi zat gizi sesuai kebutuhan untuk menghindari konsumsi zat gizi berlebih yang dicerna dan dimetabolis dalam tubuh menjadi deposit lemak abdomen. Proses pengaturan dapat dilakukan dengan cara mengatur kandungan zat gizi dan jumlah pemberian pakan. Jumlah konsumsi nutrisi harian dapat dibatasi melalui pembatasan pemberian pakan. Atas dasar tersebut dapat disimpulkan bahwa faktor pakan sangat berpengaruh terhadap pembentukan deposit lemak abdomen pada ayam pedaging, sehingga pengaturan pakan dapat dilakukan dalam upaya menekan jumlah deposit lemak abdomen.

**Kata kunci:** Ayam pedaging, lemak abdominal, pakan

### ABSTRACT

#### Reducing Abdominal Fat Deposition in Broiler Through Feeding Management

Abdominal fat in broiler carcass is considered as a waste and its existence reduces the carcass quality. Abdominal fat deposition is affected by several factors such as genetic, nutrition, feed, sex, age and environment. Reducing abdominal fat deposition can be carried out by regulating the nutrient intake to ensure that no excessive nutrient was consumed. Nutrition effects to reduce abdominal fat deposition are associated with nutrient concentration of ration and quantity of daily feed intake. Daily nutrient intake can be limited, especially through restricted feeding. It is concluded that an appropriate feeding management can reduce abdominal fat deposition in broiler.

**Key words:** Broiler, abdominal fat, feed

### PENDAHULUAN

Upaya penurunan lemak pada tubuh ternak ayam menjadi salah satu fokus dalam penelitian pada komoditas ternak ayam pedaging (Ferrini et al. 2010). Hal ini dikarenakan konsumen menginginkan produk pangan asal ternak ayam yang lebih sehat. Tingginya kadar lemak dalam produk pangan asal hewan yang dikonsumsi diketahui menjadi sumber terjadinya obesitas tubuh dan penyakit jantung koroner (Sartika 2008). Lebih lanjut Sartika (2008) melaporkan bahwa di Indonesia terjadi peningkatan angka kesakitan dan kematian penyakit jantung koroner disebabkan oleh perubahan gaya hidup, salah satunya adalah gaya hidup aterosklerotik yang berupa pola makan dengan asupan lemak >30%, asam lemak jenuh >10% dari energi total dan kolesterol >300 mg per hari.

Pratikno (2011) mengemukakan bahwa deposit lemak dalam tubuh ayam pedaging bersumber dari

trigliserida, dimana trigliserida tersebut dalam jaringan unggas merupakan komponen yang berasal dari ransum sebesar 95% dan hanya 5% yang disintesis sendiri dalam hati. Berlandaskan hal tersebut, maka upaya penurunan lemak dalam tubuh ayam, disamping untuk mendukung tersedianya pangan sumber protein hewani yang lebih sehat dikonsumsi, juga menjadi bagian dari upaya untuk menekan biaya produksi bagi para produsen atau peternak ayam. Hal ini dikarenakan timbunan lemak dalam tubuh ayam menjadi indikasi bahwa telah terjadi penggunaan pakan yang tidak efisien serta menjadi faktor penurunan kualitas karkas yang dihasilkan, karena lemak dianggap sebagai limbah. Atas dasar tersebut, menghasilkan ayam yang mengandung kadar lemak rendah menjadi salah satu tujuan yang banyak diupayakan oleh para peneliti nutrisi ternak unggas.

Lemak abdomen merupakan bagian dari lemak tubuh yang terdapat dalam rongga perut. Tumpukan

lemak dalam tubuh ayam, termasuk lemak abdomen terjadi karena energi yang merupakan hasil dari proses metabolisme zat gizi yang masuk ke dalam tubuh ayam melebihi tingkat kebutuhan yang diperlukan oleh tubuh itu sendiri, baik itu untuk hidup pokok maupun untuk memproduksi (Oktaviana et al. 2010). Timbunan lemak abdomen juga dapat dijadikan indikasi bahwa telah terjadi pemborosan pakan. Hal tersebut dikarenakan lemak abdomen merupakan bagian yang tidak termanfaatkan. Berdasarkan hal tersebut maka dalam makalah ini menguraikan upaya penurunan deposit lemak abdomen pada tubuh ayam pedaging dari pendekatan aspek pakan, baik cara pemberian pakan dan nutrisi di dalam pakan.

### LEMAK ABDOMEN AYAM PEDAGING

Mekanisme pembentukan lemak dalam tubuh ayam pedaging telah dijelaskan oleh Pratikno (2011) bahwa deposisi lemak dalam tubuh ayam pedaging terjadi melalui proses lipogenesis. Lipogenesis adalah proses deposisi lemak dan meliputi proses sintesis asam lemak dan kemudian sintesis trigliserida yang terjadi di hati pada daerah sitoplasma dan mitokondria serta jaringan adiposa (Soegondo 2006). Sementara itu, Haro (2005) mengemukakan bahwa lemak dalam tubuh ayam berasal dari pakan dan dihasilkan dari proses sintesis lemak dalam hati.

Pratikno (2011) mengatakan bahwa pada tubuh ayam, lemak terdapat pada: lemak abdomen/perut (termasuk lemak di sekitar *gizzard*, *proventriculus*, *bursa of fabricius*, *cloaca* dan jaringan di sekitar wilayah tersebut); lemak sartorial (lemak di sekitar paha); lemak pada leher; lemak *mesenteric* (lemak di sepanjang usus halus sampai kolon). Pada ternak ayam, jaringan lemak mulai terbentuk dengan cepat pada umur 6-7 minggu, kemudian mulai saat itu penimbunan lemak terus berlangsung semakin cepat, terutama lemak abdomen pada umur delapan minggu sehingga bobot badan ayam meningkat cepat (Pratikno 2011). Persentase lemak abdomen sebesar 20%, lemak subkutan 18%, lemak skeleton/rangka 15%, lemak di hati dan bulu 2,5%; lemak pengikat karkas (tersebar di otot, usus, ginjal, paru-paru dan jaringan ikat) 40% masing-masing dari total lemak tubuh (Haro 2005). Berdasarkan hasil penelitian pada ayam broiler, diketahui bahwa kandungan lemak pada tubuh ayam broiler mencapai 13-14,5% dari bobot hidup, sedangkan persentase lemak abdomen dalam tubuh ayam mencapai 2-3% dari bobot hidup (Haro 2005). Oktaviana et al. (2010) menyatakan bahwa lemak abdomen pada tubuh ayam dikatakan berlebih ketika persentase bobot lemak abdomen lebih dari 3% dari bobot tubuh.

### DEPOSIT LEMAK ABDOMEN

Timbunan lemak abdomen pada tubuh ayam pedaging dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu genetik, nutrisi, jenis kelamin, umur ayam dan faktor lingkungan (Tumuva & Teimouri 2010). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan proporsi lemak abdomen pada ayam broiler dengan *strain* berbeda. Ristić (2005) melaporkan bahwa jumlah lemak abdomen pada ayam broiler *strain* Cobb 500 lebih rendah 0,4% dibandingkan dengan ayam broiler *strain* Ross. Hasil penelitian lainnya, Nikolova et al. (2007) melaporkan bahwa ayam broiler *strain* Hubbard lebih tinggi kandungan lemak abdomennya dibandingkan dengan ayam broiler *strain* Cobb 500. Hal tersebut menunjukkan bahwa faktor genetik menjadi salah satu faktor dari penyebab tinggi rendahnya timbunan lemak abdomen pada tubuh ayam. Upaya penurunan kandungan lemak abdomen pada tubuh ayam dapat dilakukan dengan pendekatan faktor genetik. Telah dibuktikan dari hasil penelitian Haro (2005) yang mengungkapkan bahwa proses seleksi terhadap *strain-strain* ayam yang memiliki timbunan lemak abdomen rendah dihasilkan keturunan yang juga memiliki timbunan lemak abdomen rendah pula.

Jenis kelamin dan umur ayam juga diketahui memiliki pengaruh yang besar terhadap deposisi lemak dalam tubuh ayam. Ayam betina diketahui lebih mudah untuk mendeposisi lemak tubuh dibandingkan dengan ayam jantan (Novele et al. 2008). Nikolova et al. (2007) melaporkan bahwa pada ayam *strain* Cobb 500 dan Hubbard betina secara signifikan memiliki bobot mutlak dan bobot relatif lemak abdomen lebih tinggi dibandingkan dengan ayam jantan. Pencapaian bobot mutlak lemak abdomen ayam betina dan jantan adalah 19,84 dan 16,79 gram. Sementara itu, bobot relatif lemak abdomen ayam betina dan jantan adalah 0,96 dan 0,83%. Hal tersebut kemungkinan diakibatkan oleh perbedaan proses metabolisme dan perbedaan kapasitas dalam mengakumulasi lemak tubuh.

Faktor umur ayam juga diketahui menjadi salah satu faktor penyebab jumlah akumulasi lemak abdomen dalam tubuh ayam. Hasil penelitian Nikolova et al. (2007) menunjukkan bahwa bobot mutlak dan bobot relatif lemak abdomen ayam broiler *strain* Cobb 500 dan Hubbard meningkat secara signifikan seiring bertambahnya umur. Pencapaian bobot mutlak lemak abdomen ayam *broiler strain* Cobb 500 dan Hubbard pada umur 35, 42 dan 49 hari berurutan adalah sebagai berikut 11,43; 18,08; dan 25,45 gram. Sementara itu, pencapaian bobot relatif lemak abdomen ayam broiler *strain* Cobb 500 dan Hubbard pada umur 35, 42 dan 49 hari berurutan adalah sebagai berikut 0,73; 0,90 dan 1,06%. Pada penelitian lain, Zerehdaran et al. (2005)

membandingkan lemak abdomen ayam *broiler* umur 48, 63 dan 70 hari dihasilkan kesimpulan bahwa ayam broiler yang berumur lebih tua jauh lebih banyak memiliki lemak abdomen dalam tubuhnya dibandingkan dengan ayam yang berumur lebih muda. Persentase lemak abdomen pada tubuh ayam broiler pada umur 48, 63 dan 70 hari berurutan sebagai berikut 2,95; 3,26 dan 4,11% dari bobot hidup.

Faktor lingkungan ikut mempengaruhi deposisi lemak abdomen dalam tubuh ayam. Faktor lingkungan tersebut adalah suhu lingkungan, sistem perandangan, serta sistem pencahayaan. Lu et al. (2007b) melaporkan bahwa ayam broiler yang dipelihara pada lingkungan yang lebih panas menunjukkan bobot lemak abdomen yang lebih rendah. Hal ini berkaitan dengan tingkah laku ternak yang akan mengurangi aktivitas makannya ketika berada pada kondisi lingkungan yang panas guna menyesuaikan suhu tubuhnya. Konsumsi ransum yang sedikit mengakibatkan rendahnya konsumsi energi yang biasa digunakan untuk mendeposisi lemak tubuh, sehingga timbunan lemak abdomen dalam tubuh ayam juga menjadi rendah.

#### **PENURUNAN LEMAK ABDOMEN PADA AYAM PEDAGING MELALUI PENDEKATAN NUTRISI**

Upaya penurunan deposit lemak abdomen pada ayam pedaging bisa dilakukan melalui pendekatan nutrisi. Fouad & El-Senousey (2014) telah menjelaskan bagaimana faktor nutrisi mempengaruhi deposisi lemak abdomen pada tubuh ayam pedaging. Pengurangan deposit lemak tubuh ayam, termasuk lemak abdomen terjadi melalui lima proses yaitu (1) Pengurangan sintesis asam lemak dalam hati; (2) Penurunan sekresi enzim lipase pankreas, sehingga mengurangi penyerapan lemak; (3) Peningkatan  $\beta$ -oksidasi asam lemak pada otot; (4) Menghambat aktivitas lipoprotein lipase dalam darah atau jaringan adiposa perut; dan/atau (5) Meningkatkan aktivitas hormon sensitif lipase (HSL) dalam jaringan adiposa perut, yang akhirnya menyebabkan penurunan besaran jaringan adiposa dalam perut dengan mengurangi ukuran dan/atau jumlah sel adiposa perut.

Upaya penurunan deposit lemak tubuh, termasuk lemak abdomen pada ayam pedaging melalui pendekatan nutrisi telah dilakukan oleh para peneliti, seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi energi, konsumsi protein, asam amino, lemak serta mineral diketahui memiliki keterkaitan dengan besaran deposit lemak abdomen pada ayam pedaging. Konsumsi energi diketahui mempengaruhi secara langsung timbunan lemak abdomen dalam tubuh ayam pedaging. Penurunan deposisi lemak abdomen pada ayam pedaging sudah terbukti dapat dilakukan melalui penurunan konsumsi energi (Rosa et al. 2007).

Fouad & El-Senousey (2014) mengemukakan bahwa menurunnya deposit lemak abdomen dengan penurunan kandungan energi ransum terjadi akibat berkurangnya aktivitas sejumlah enzim yang terkait dengan proses lipogenesis dalam hati, termasuk enzim *nicotinamideadenin dinukleotida phosphate-malat dehidrogenase*, *glukosa-6-fosfat (G-6-PDH)*, *6-fosfoglukonat dehidrogenase* dan enzim *fatty acid synthase* (FAS) pada tubuh ayam. Enzim FAS merupakan enzim penting dalam jalur lipogenesis *de novo* di dalam hati ayam, dimana kemampuan ayam untuk mensintesis asam lemak dalam tubuh sangat ditentukan oleh aktivitas enzim FAS tersebut dalam hati.

Selain kandungan energi ransum, beberapa hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kandungan protein dalam ransum mempengaruhi deposisi lemak tubuh secara langsung. Peningkatan kandungan protein ransum menyebabkan menurunnya deposit lemak abdomen dalam tubuh ayam. Hasil penelitian Rosebrough et al. (2008; 2011) mengemukakan bahwa pengurangan kandungan protein kasar meningkatkan ekspresi mRNA dari enzim malat dan meningkatkan aktivitas enzim malat dalam hati ayam pedaging, sedangkan peningkatan kadar protein kasar menurunkan ekspresi mRNA dari enzim malat dan menurunkan aktivitas enzim malat dalam hati ayam *broiler*. Ayam pedaging yang diberi ransum mengandung protein tingkat tinggi menekan ekspresi mRNA dari enzim malat dalam hati, asetil koenzim karboksilase (ACC) dan enzim FAS dibandingkan dengan ayam yang diberi ransum dengan rendah protein. Hasil penelitian Choi et al. (2006) juga menunjukkan bahwa peningkatan kadar protein menyebabkan penurunan yang signifikan terhadap ekspresi mRNA dari enzim FAS dalam hati ayam *broiler*.

Tingkat retensi protein dari jumlah protein yang dikonsumsi oleh ternak ayam pedaging dipengaruhi oleh imbalan konsumsi protein dan energi termetabolis. Imbalan energi protein penting dalam hubungannya terhadap deposisi lemak. Hal ini dikarenakan kandungan energi serta protein berpengaruh terhadap tingkat konsumsi ransum. Suci et al. (2005) mengatakan bahwa semakin luas imbalan energi protein akan diikuti semakin meningkatnya deposit lemak dalam tubuh ayam.

Suci et al. (2005) melaporkan bahwa pada ayam Poncin yang diberi perlakuan ransum dengan imbalan energi protein sebesar 140 (2.800 kkal EM/kg : 20% PK), 150 (2.400 kkal EM/kg : 16% PK) dan 172 (2.400 kkal/kg : 14% PK) pada umur 1-4, 4-8 dan 8-12 minggu menunjukkan timbunan lemak abdomen paling rendah (bobot mutlak dan relatif lemak abdomen sebesar 1,9 g dan 0,22%) dibandingkan dengan ayam Poncin yang diberi ransum dengan rasio imbalan energi protein untuk umur 1-4; 4-8 dan 8-12 minggu

**Tabel 1.** Beberapa hasil penelitian mengenai upaya penurunan lemak abdomen ayam pedaging melalui pendekatan nutrisi

Jenis zat gizi	Perlakuan	Hasil percobaan	Sumber
Energi	Penggunaan ransum dengan kandungan energi metabolis (2.950, 3.200 dan 3.450 kkal/kg) berbeda	Persentase lemak abdomen untuk ransum dengan energi metabolis 3.450; 3.200 dan 2.950 Kal/kg berurutan 2,6; 2,6 dan 1,9%	Rosa et al. (2007)
Protein	Penggunaan ransum dengan kandungan protein kasar (PK) 21, 19,5 dan 18% dalam ransum sampai umur 28 hari Peningkatan kandungan PK dari 17 menjadi 23% dalam ransum ayam <i>broiler</i> dari umur 21 sampai 63 hari	Ransum PK 18% secara nyata meningkatkan persentase bobot lemak abdomen vs ransum PK 21% (1,93 vs 1,83%) Sangat signifikan menurunkan deposit lemak abdomen dari 3,67 menjadi 3,08%	Darsi et al. (2012) Jlali et al. (2015)
Energi dan protein standar NRC	Penurunan kandungan gizi ransum (ME dan PK) dari kebutuhan NRC (1994) ayam <i>broiler</i> pada periode <i>finisher</i> (dari umur 35 sampai 45 hari) dengan persentase penurunan 0 (kontrol), 7, 14, 21 dan 28%	Bobot hidup akhir tidak berbeda dengan kontrol sampai penurunan 21% Persentase lemak abdomen untuk kontrol dan penurunan 7, 14, 21 dan 28% berurutan sebagai berikut 2,86; 2,18; 2,08; 1,82 1,65% dari bobot karkas	Sahraei & Shariatmadari (2007)
Energi dan protein	Penurunan kandungan gizi ransum dengan pakan kontrol (R1) (3.000 kkal EM/kg 21% PK) dan pakan perlakuan lain (R2) (2.400 kkal EM/kg 16,80 % PK) dan (R3) (1.800 kkal EM/kg 12,60% PK) pada umur 16-20 hari pada ayam <i>broiler</i> yang dipelihara sampai umur 44 hari	Perlakuan signifikan menurunkan lemak abdomen (R2, R3 vs R1; 2,50; 2,25 vs 2,98%) Pertambahan bobot hidup umur 21-44 hari signifikan meningkat antar perlakuan (2.365; 2.286 vs 2176 g) Peningkatan FCR umur 21-44 hari yang nyata untuk R2 vs R1 (2 vs 1,92)	Rezaei & Hajati (2010)
Asam amino	Suplementasi 0,2% DL-metionin dalam ransum dibandingkan dengan kontrol (tanpa suplementasi metionin) Suplementasi L-lysin dalam ransum umur 21-42 hari dengan aras 0,83; 0,93; 1,03 dan 1,13% berdasarkan perhitungan <i>true digestible lysine</i> Suplementasi 80; 100; 120 dan 140% arginin dari rekomendasi NRC (1994) dalam ransum Suplementasi 100 dan 120% methionin dari rekomendasi NRC (1994) dalam ransum Suplementasi arginin 1% pada ransum dibandingkan dengan ransum kontrol (tanpa suplementasi arginin)	0,2% DL-metionin signifikan menurunkan persentase lemak abdomen dibandingkan dengan kontrol (1,58 vs 2,5%) Suplementasi L-lysin secara nyata menurunkan persentase lemak abdomen terhadap bobot karkas berturut-turut 3,39; 3,11; 2,87; 2,89% Persentase lemak abdomen menurun berurut-turut 1,92; 1,71; 1,58; 1,47% terhadap bobot hidup Persentase lemak abdomen menurun (1,76 menjadi 1,58% dari BH)	Andi (2012) Berri et al. (2008) Jiao et al. (2010) Jiao et al. (2010)
Lemak	Pemberian ransum mengandung lemak tidak jenuh yang berasal dari minyak rapa ( <i>rapeseed oil</i> ) sebesar 0 dan 3% Penggunaan sumber lemak berbeda (minyak kedelai vs lemak unggas vs lemak sapi) dalam ransum (ransum dibuat iso kalori dan iso protein)	3% minyak rapa secara nyata menurunkan persentase bobot lemak abdomen vs kontrol (4,05 vs 5,12%) Persentase lemak abdomen yang diberi minyak nabati (minyak kedelai) secara nyata lebih rendah dibandingkan dengan yang diberi ransum mengandung sumber lemak hewan 32,26; 44,38 dan 45,52%	Zhou (2008) Azman et al. (2005)
Mineral	Penggunaan mangan sulfat (Mn anorganik) dan mangan asam amino (Mn organik) dalam ransum	Penggunaan 100 dan 200 mg Mn (organik/anorganik) menurunkan secara nyata deposit lemak abdomen dibandingkan dengan kontrol 1,61 vs 2,16 dan 1,76% BH	Lu et al. (2007a)

sebesar 140, 140, 150 dan 140, 144, 150 yang memiliki bobot mutlak dan relatif lemak abdomen berurutan sebesar 5,6 dan 5,9 gram serta 0,72 dan 0,55%. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan nilai imbalan energi protein akan menyebabkan deposisi lemak abdomen yang lebih rendah dalam tubuh ayam Puncin. Haro (2005) mengemukakan bahwa imbalan energi protein dalam ransum menjadi faktor penting dalam proses deposisi lemak dalam tubuh ayam.

Sumber lemak dalam ransum ayam pedaging ikut menentukan jumlah deposit lemak abdomen. Sanyoto & Riyanto (2004) mengatakan bahwa penggunaan minyak nabati sebagai sumber energi dalam ransum akan diikuti dengan pengurangan aktivitas enzim lipogenik hati dan menghambat lipogenesis, sehingga akan menurunkan deposit lemak tubuh. Derajat kejenuhan lemak dalam ransum juga ikut mempengaruhi deposisi lemak abdomen pada ayam pedaging, dimana semakin panjang rantai lemak maka semakin rendah metabolisemenya, sehingga lemak yang dideposisi menjadi lebih rendah. Zhang et al. (2007) mengemukakan bahwa asam lemak tidak jenuh mengurangi jumlah deposit lemak tubuh pada ayam pedaging dengan cara menekan aktivitas lipoprotein lipase (LPL) dalam plasma, sementara Zhou (2008) menyatakan bahwa asam lemak tidak jenuh mengurangi penumpukan lemak perut pada ayam lokal Tiongkok (ayam pedaging berbulu kuning) dengan menurunkan ekspresi mRNA *peroksisom proliferasi-aktivasi reseptor  $\gamma$*  (PPAR $\gamma$ ) dalam jaringan adiposa perut. Royan et al. (2011) menegaskan temuan Zhou (2008) dengan menguji asam lemak tidak jenuh dalam ransum *strain* komersial ayam *broiler* Ross 308, dimana mampu menyebabkan penurunan yang signifikan dalam persentase lemak abdomen, akibat dari penurunan ekspresi mRNA PPAR $\gamma$  dalam jaringan adiposa perut. Pada ternak unggas, PPAR $\gamma$ , memiliki peran mengatur metabolisme lemak dan diferensiasi adiposit, dimana hal tersebut sangat terkait dengan deposisi lemak abdomen (Wang et al. 2008; Sato et al. 2009; Xiong et al. 2010)

Disamping energi, protein dan lemak yang memiliki hubungan dengan deposisi lemak tubuh, Fouad et al. (2013) mengemukakan pula bahwa mineral Mn dan tiga asam amino yaitu *methionine*, *lysine* dan *arginine* juga memiliki pengaruh terhadap deposisi lemak pada ayam pedaging. Hasil penelitian Lu et al. (2007a) menunjukkan bahwa suplementasi sumber Mn (organik vs anorganik) tidak mempengaruhi persentase lemak abdomen, namun penggunaan 100 dan 200 mg Mn (organik/anorganik) menurunkan secara nyata ( $P < 0,05$ ) deposit lemak abdomen dibandingkan dengan kontrol (tanpa suplementasi Mn). Persentase lemak abdomen untuk perlakuan suplementasi 0 (kontrol), 100 dan 200 mg Mn/kg ransum adalah 2,16; 1,61 dan 1,76% dari bobot hidup. Fouad & El-Senousey (2014)

menjelaskan bahwa Mn memiliki peran penting dalam penurunan deposit lemak abdomen ayam pedaging sehubungan Mn memiliki peran penting dalam metabolisme karbohidrat dan lemak. Mn juga efektif dalam mengurangi kadar lemak tubuh ayam pedaging sehubungan Mn mempunyai peran dalam mengurangi aktivitas LPL dalam lemak abdomen. Peran LPL penting dalam deposisi lemak tubuh. Asam lemak produk sintesis hati atau yang berasal dari pakan, untuk dapat dideposisikan dalam jaringan adiposa harus diangkut melalui *low density lipoprotein* (LDL) atau kilomikron. Hanya asam lemak bebas yang dapat melewati membrane adiposit, sehingga LPL menghidrolisis trigliserida dari kilomikron dan LDL untuk menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol. Kemudian diesterifikasi menjadi trigliserida dalam jaringan adiposa. Berdasarkan hal itu, penurunan aktivitas LPL akan menyebabkan penurunan penyerapan asam lemak oleh jaringan adiposa.

Pengaruh suplementasi asam amino L-metionin dan L-arginin terhadap penurunan deposit lemak abdomen pada ayam pedaging ditunjukkan oleh hasil penelitian Andi (2012) yang mengemukakan bahwa suplementasi L-metionin ke dalam ransum ayam berkaitan dengan penurunan deposit lemak tubuh dengan mengurangi lipogenesis dengan mengurangi aktivitas enzim *fatty acid synthase* (FAS) dan meningkatkan lipolisis dengan meningkatkan aktivitas enzim HSL. Pada unggas, suplementasi L-arginin dalam ransum menghambat ekspresi mRNA enzim FAS dalam hati dan meningkatkan ekspresi mRNA CPT1 dan 3HADH, yang menyebabkan penurunan kadar lemak abdomen dengan mengurangi ukuran sel lemak (Wu et al. 2011; Fouad et al. 2013).

#### PEMBATASAN PAKAN UNTUK MENEKAN DEPOSISI LEMAK ABDOMEN

Pembatasan pakan merupakan sebuah metode pemberian pakan dengan cara mengatur waktu pemberian dan volume pakan yang diberikan. Sahraei (2012) menyatakan bahwa pembatasan pakan terdiri dari pembatasan kualitatif dan kuantitatif. Pembatasan kualitatif merupakan pembatasan pakan dengan cara penurunan kualitas pakan, sedangkan pembatasan pakan kuantitatif dilakukan dengan cara pembatasan jumlah pakan yang diberikan per harinya. Pembatasan pemberian pakan dimaksudkan untuk membatasi konsumsi zat gizi yang berlebih yang masuk ke dalam tubuh ayam. Apabila melihat dari penyebab terjadinya deposisi lemak dalam tubuh sebagai akibat dari lebih tingginya konsumsi zat gizi yang masuk ke dalam tubuh dibandingkan dengan kebutuhan tubuh, maka pembatasan pemberian pakan bisa diartikan sebagai salah satu upaya praktis guna membatasi jumlah konsumsi zat gizi. Pembatasan pakan dapat dilakukan

melalui penurunan kualitas pakan, pemuaan pada hari-hari tertentu, penurunan kandungan zat gizi pakan, serta pembatasan jumlah ransum yang diberikan dalam setiap harinya. Yang et al. (2010) menyatakan bahwa pembatasan pakan dapat mengatur penumpukan lemak tubuh untuk meningkatkan produksi daging tanpa lemak dengan mengurangi biosintesis asam lemak dan meningkatkan  $\beta$ -oksidasi asam lemak. Beberapa hasil penelitian mengenai penerapan pembatasan pakan pada ayam *broiler* terhadap pertumbuhan, efisiensi penggunaan pakan dan deposit lemak abdomen ditunjukkan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa penerapan pembatasan pakan, baik secara kuantitatif seperti dilaporkan oleh Mahmood et al. (2007) dan Boostani et al. (2010); maupun secara kualitatif seperti yang dilaporkan oleh Rezaei & Hajati (2010) dan Hassanabadi & Moghaddam (2006) menunjukkan pembatasan pakan mampu menekan deposit lemak abdomen pada ayam pedaging bahkan mampu memperbaiki efisiensi penggunaan pakan.

#### **APLIKASI PENURUNAN LEMAK ABDOMEN AYAM PEDAGING DI TINGKAT PETERNAK**

Fouad & El-Senousey (2014) menjelaskan bahwa upaya penurunan deposit lemak abdomen pada ayam pedaging secara praktis dapat dilakukan melalui tiga cara: (1) Menghindari asupan zat gizi dari ransum yang melebihi kebutuhan gizi ayam pedaging pada setiap fase pertumbuhannya, maka pemberian pakan dengan kandungan gizi yang disesuaikan dengan panduan kebutuhan gizi ayam pedaging pada setiap fase pertumbuhannya merupakan upaya yang tepat; (2) Mengganti bahan pakan sumber lemak dari lemak jenuh menjadi lemak tidak jenuh; dan (3) Menerapkan pembatasan pakan. Sementara itu, Sahraei (2012) menyatakan bahwa teknik pembatasan pakan secara kualitatif maupun kuantitatif dapat mengatur tingkat pertumbuhan ayam pedaging, termasuk diantaranya mampu mengatur timbunan lemak abdomen. Secara praktik di lapangan, teknik pembatasan pakan dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu pembatasan pakan secara fisik, pembatasan jumlah konsumsi ransum dalam suatu waktu, mengatur pencahayaan di kandang karena cahaya (terang/gelap) mempengaruhi aktivitas makan ayam, penurunan kandungan zat gizi ransum, terutama penurunan kandungan energi dan protein ransum.

Pembatasan pakan secara fisik dapat dilakukan dengan memberikan pakan setiap harinya dengan menghitung jumlah kebutuhan zat gizi yang dibutuhkan per setiap hari, sehingga ayam *broiler* tidak mengkonsumsi zat gizi berlebih yang akan dikonversi menjadi timbunan lemak abdomen dalam tubuh. Secara teknis, pembatasan secara fisik dapat meniru apa yang

dilakukan oleh Khadem et al. (2006) yang tertera pada Tabel 2 yang telah membuktikan bahwa pembatasan secara fisik mampu menekan deposit lemak abdomen pada ayam pedaging.

Teknik pemuaan pada ayam atau memberikan pakan hanya beberapa jam setiap harinya juga menjadi salah satu teknik untuk membatasi asupan pakan berlebih sehingga menghindari asupan zat gizi berlebih dalam tubuh ayam pedaging. Teknik ini telah dibuktikan oleh Boostani et al. (2010) dan Mahmood et al. (2007) yang tertera pada Tabel 2 dimana pemuaan ayam *broiler* pada umur-umur tertentu mampu menekan deposit lemak abdomen ayam pedaging. Penghilangan sumber cahaya yang membuat kandang menjadi gelap, merupakan salah satu upaya untuk menekan aktivitas makan pada ayam *broiler*, sehubungan ayam pedaging sangat sensitif terhadap cahaya (Olanrewaju et al. 2006). Atas dasar tersebut, maka penggelapan ruangan kandang dapat dilakukan untuk menekan asupan pakan berlebih sehingga deposit lemak abdomen dapat ditekan.

Penurunan kandungan zat gizi terutama energi dan protein pada umur tertentu juga dapat dipraktikkan guna menekan deposisi lemak abdomen pada ayam pedaging. Teknik penurunan zat gizi tersebut sudah dibuktikan oleh Hassanabadi & Moghaddam (2006), Rezaei & Hajati (2010) dan Sahraei & Shariatmadari (2007), seperti ditunjukkan pada Tabel 2, bahwa penurunan kandungan zat gizi ransum pada umur tertentu dalam pemeliharaan ayam *broiler* mampu menekan deposit lemak abdomen pada ayam pedaging.

Secara praktis, penurunan lemak abdomen juga dapat dilakukan dengan menambahkan zat aditif ke dalam ransum. Beberapa zat aditif telah terbukti mampu menghambat terjadinya proses lipogenesis dan aktivitas enzim lipase yang mampu menekan pembentukan lemak tubuh atau ada juga zat aditif yang mampu meningkatkan terjadinya proses lipolisis sehingga meningkatkan proses penguraian lemak di dalam tubuh ayam pedaging. Beberapa zat aditif beserta tingkat penggunaannya dalam ransum ayam *broiler* yang terbukti mampu menghambat lipogenesis dan aktivitas enzim lipase serta meningkatkan lipolisis dalam tubuh ayam *broiler* adalah sebagai berikut: 2,5 g L-arginin/kg ransum (Wu et al. 2011; Fouad et al. 2013); probiotik (0,1 g *Aspergillus awamori* atau 0,5 g *Aspergillus niger*/kg ransum (Yamamoto et al. 2007; Saleh et al. 2011; 2012); 0,6 g *polysavone* (ekstrak alfalfa)/kg ransum (Dong et al. 2007; Deng et al. 2011); 4 g *chitooligosakarida*/kg ransum (Zhou et al. 2009; Kang et al. 2012); 3 g ginseng/kg ransum (Yan et al. 2011); 0,2 g *thyme*/kg ransum (Al-kassie 2009); 0,1 dan 0,2 g *dihidropiridine*/kg ransum (Zou et al. 2007; Nium et al. 2010); 0,8 g asam alfa lipoat/kg ransum (Shen et al. 2007; Fernandez-Galilea et al. 2012; El-senousey et al. 2013).

**Tabel 2.** Beberapa hasil penelitian mengenai upaya penurunan lemak abdomen ayam pedaging melalui penerapan pembatasan pakan

Perlakuan	Hasil penelitian	Sumber
Perbandingan pemberian pakan secara <i>ad libitum</i> dan pembatasan pakan selama dua minggu pada umur berbeda, yaitu 7-21, 14-28 dan 21-35 hari dengan memberikan pakan selama delapan jam setiap hari	Pembatasan pakan pada umur 7-21 hari signifikan memperbaiki FCR dibandingkan dengan kontrol (1,93 vs 1,99) Pertambahan bobot hidup (PBH) tidak berbeda nyata dengan kontrol (2.224 vs 2.286 g) Pembatasan pakan pada umur 14-28 hari signifikan menurunkan persentase bobot lemak abdomen dibandingkan dengan kontrol (1,45 vs 1,78%)	Boostani et al. (2010)
Perlakuan sebagai berikut: (A) <i>Ad libitum</i> ; (B) Dalam satu hari, puasa tiga jam; (C) Dalam satu hari, puasa lima jam; (D) Dalam satu hari, tujuh jam puasa; Dilakukan pada umur 8-28 hari, setelah umur 28 hari, ayam <i>broiler</i> diberi pakan secara <i>ad libitum</i> sampai umur enam minggu	Bobot hidup akhir tidak berbeda nyata Pertambahan bobot hidup menurun signifikan untuk perlakuan B, C dan D dibandingkan dengan perlakuan A (1.714; 1.715; 1.606 vs 1.737 g) Pembatasan pakan secara nyata memperbaiki FCR (1,97; 2,03; 2,10 vs 2,19) Persentase lemak abdomen tidak berbeda nyata antar perlakuan	Mahmood et al. (2007)
Dua perlakuan, R1 (kontrol) dan R2 (pembatasan pakan). Pada perlakuan R2, pada umur 4-11 hari diberi ransum hasil pencampuran ransum <i>starter</i> komersial dengan dedak padi ( <i>rice hull</i> ) dengan perbandingan 50:50% + <i>premix</i> . Sebelum dan sesudah umur 4-11 hari, baik R1 dan R2 diberi ransum yang sama sampai umur 56 hari	Bobot hidup akhir tidak berbeda nyata antar perlakuan FCR R2 (pembatasan pakan) signifikan lebih baik dibandingkan dengan R1 (2,29 vs 2,36) Persentase lemak abdomen untuk R2 signifikan lebih baik dibandingkan dengan R1 (2,57 vs 3,20%)	Hassanabadi & Moghaddam (2006)
Pada umur 7-13 hari diberikan tiga perlakuan cara pemberian pakan, yaitu: (A) Pemberian secara <i>ad libitum</i> ; (B) Jumlah pemberian 75% dari <i>ad libitum</i> ; (C) Jumlah pemberian 50% dari <i>ad libitum</i>	Pertambahan bobot hidup tidak berbeda secara nyata antar perlakuan FCR untuk perlakuan C, nyata lebih baik dibandingkan dengan perlakuan A dan B (2,14 vs 2,25; 2,21) Persentase lemak abdomen dengan pemberian 50% <i>ad libitum</i> , nyata lebih baik dibandingkan dengan pemberian <i>ad libitum</i>	Khadem et al. (2006)

## KESIMPULAN

Deposisi lemak abdomen pada ayam pedaging terjadi ketika zat gizi yang dikonsumsi melebihi kebutuhan dalam setiap fase pertumbuhannya, sehingga kelebihan energi hasil metabolisme zat gizi tersebut disimpan dalam bentuk jaringan lemak tubuh, salah satunya berupa lemak abdomen. Upaya penurunan deposit lemak abdomen pada ayam pedaging dapat dilakukan pertama melalui pemberian pakan dengan kandungan gizi yang disesuaikan dengan panduan kebutuhan gizi ayam pedaging pada setiap fase pertumbuhannya. Kedua, menerapkan pembatasan pakan atau memberikan zat aditif yang telah terbukti mampu menekan deposit lemak abdomen pada ayam pedaging. Teknik pembatasan pakan yang dapat dilakukan diantaranya adalah melalui pembatasan pakan secara fisik, pembatasan jumlah konsumsi ransum dalam suatu waktu, mengatur pencahayaan dalam kandang, menurunkan kandungan zat gizi ransum, terutama penurunan kandungan energi dan protein ransum

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-kassie GAM. 2009. Influence of two plant extracts derived from thyme and cinnamon on broiler performance. *Pak Vet J.* 29:169-173.
- Andi MA. 2012. Effects of additional DL-methionine in broiler starter diet on blood lipids and abdominal fat. *African J Biotechnol.* 11:7579-7581.
- Azman ME, Cerci IH, Birben N. 2005. Effects of various dietary fat sources on performance and body fatty acid composition of broiler chickens. *Turk J Vet Anim Sci.* 29:811-819.
- Berri C, Besnard J, Relandeau C. 2008. Increasing dietary lysine increases final pH and decreases drip loss of broiler breast meat. *Poult Sci.* 87:480-484.
- Boostani A, Ashayerizadeh A, Mahmoodian FHR, Kamalzadeh A. 2010. Comparison of the effects of several feed restriction periods to control ascites on performance, carcass characteristics and hematological indices of broiler chickens. *Braz J Poult Sci.* 12:171-177.

- Choi J, Song J, Choi YM, Jang DJ, Kim E, Kim I, Chee KM. 2006. Daidzein modulations of apolipoprotein B and fatty acid synthase mRNA expression in chick liver vary depending on dietary protein levels. *Asian Australas J Anim Sci.* 19:236-244.
- Darsi E, Shivazad M, Zaghari M, Namroud NF, Mohammadi R. 2012. Effect of reduced dietary crude protein levels on growth performance, plasma uric acid and electrolyte concentration of male broiler chicks. *J Agric Sci Technol.* 14:789-797.
- Deng W, Dong XF, Tong JM, Xie TH, Zhang Q. 2011. Effects of an aqueous alfalfa extract on production performance, egg quality and lipid metabolism of laying hens. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl).* 96:85-94.
- Dong XF, Gao WW, Tong JM, Jia HQ, Sa RN, Zhang Q. 2007. Effect of polysavone (alfalfa extract) on abdominal fat deposition and immunity in broiler chickens. *Poult Sci.* 86:1955-1959.
- El-senousey HK, Fouad AM, Yao JH, Zhang ZG, Shen QW. 2013. Dietary alpha lipoic acid improves body composition, meat quality and decreases collagen content in muscle of broiler chickens. *Asian Australas J Anim Sci.* 26:394-400.
- Fernandez-Galilea M, Perez-Matute P, Prieto-Hontoria PL, Martinez JA, Moreno-Aliaga MJ. 2012. Effects of lipoic acid on lipolysis in 3T3-L1 adipocytes. *J Lipid Res.* 53:2296-2306.
- Ferrini G, Manzanilla EG, Menoyo D, Esteve-garcia E, Baucells MD, Barroeta AC. 2010. Effects of dietary n-3 fatty acids in fat metabolism and thyroid hormone levels when compared to dietary saturated fatty acids in chickens. *Livest Sci.* 131:287-291.
- Fouad a M, El-Senousey HK, Yang XJ, Yao JH. 2013. Dietary L-arginine supplementation reduces abdominal fat content by modulating lipid metabolism in broiler chickens. *Animal.* 7:1239-1245.
- Fouad AM, El-Senousey HK, Yang XJ, Yao JH. 2012. Role of dietary L-arginine in poultry production. *Int J Poult Sci.* 11:718-729.
- Fouad AM, El-Senousey HK. 2014. Nutritional factors affecting abdominal fat deposition in poultry: A review. *Asian-Australasian J Anim Sci.* 27:1057-1068.
- Haro C V. 2005. Interaction between dietary polyunsaturated fatty acids and vitamin E in body lipid composition and  $\alpha$ -tocopherol content of broiler chickens [Thesis]. [Barcelona (Spain)]: Universitat Autònoma de.
- Hassanabadi A, Moghaddam H. 2006. Effect of early feed restriction on performance characteristics and serum thyroxin of broiler chickens. *Int J Poult Sci.* 12:1156-1159.
- Jiao P, Guo Y, Yang X, Long F. 2010. Effect of dietary arginine and methionine levels on broiler carcass traits and meat quality. *J Anim veterinary Adv.* 9:1546-1551.
- Jlali M, Gigaud V, Métayer-coustard S, Sellier N, Tesseraud S, Le bihan-duval E, Berri C. 2015. Modulation of glycogen and breast meat processing ability by nutrition in chickens: Effect of crude protein level in 2 chicken genotypes. *J Anim Sci.* 90:447-455.
- Kang N-H, Lee WK, Yi B-R, Park M-A, Lee H-R, Park S-K, Hwang K-A, Park HK, Choi K-C. 2012. Modulation of lipid metabolism by mixtures of protamine and chitooligosaccharide through pancreatic lipase inhibitory activity in a rat model. *Lab Anim Res.* 28:31-38.
- Khadem AA, Nouri-Emamzadeh A, Samie A. 2006. The effects of quantitative feed restriction and the protein and L-carnitine density of diets on the performance of broiler chickens. *Pak J Biol Sci.* 8:1509-1515.
- Lu L, Luo XG, Ji C, Liu B, Yu SX. 2007a. Effect of manganese supplementation and source on carcass traits, meat quality and lipid oxidation in broilers. *J Anim Sci.* 85:812-822.
- Lu Q, Wen J, Zhang H. 2007b. Effect of chronic heat exposure on fat deposition and meat quality in two genetic types of chicken. *Poult Sci.* 86:1059-1064.
- Mahmood S, Mehmood S, Ahmad F, Masood A, Kausar R. 2007. Effects of feed restriction during starter phase on subsequent growth performance, dressing percentage, relative organ weights and immune response of broilers. *Pak Vet J.* 27:137-141.
- Nikolova N, Pavlovski Z, Milošević N, Perić L. 2007. The quantity of abdominal fat in broiler chicken of different genotypes from fifth to seventh week of age. *Biotechnol Anim Husband.* 23:331-338.
- Nium ZY, Liu FZ, Min YN, Li WC. 2010. Effects of dietary dihydropyridine supplementation on growth performance and lipid metabolism of broiler chickens. *Czech J Anim Sci.* 55:116-122.
- Novele DJ, Ng'ambi JW, Norris D, Mbajjorgu CA. 2008. Effect of sex, level and period of feed restriction during the starter stage on productivity and carcass characteristics of Ross 308 broiler chickens in South Africa. *Int J Poult Sci.* 6:530-537.
- NRC. 1994. Nutrient requirement of poultry. 9th ed. Washington DC (US): National Academy Press.
- Oktaviana D, Zuprizal, Suryanto E. 2010. Pengaruh penambahan ampas *virgin coconut oil* dalam ransum terhadap performans dan produksi karkas ayam broiler. *Bul Peternak.* 34:159-164.
- Olanrewaju HA, Thaxton JP, Dozier WA, Purswell J, Roush WB, Branton SL. 2006. A review of lighting programs for broiler production. *Int J Poult Sci.* 5:301-308.

- Pratikno H. 2011. Lemak abdominal ayam *broiler* (*Gallus* sp) karena pengaruh ekstrak kunyit (*Curcuma domestica* Vahl.). *BIOMA*. 13:1-8.
- Rezaei M, Hajati H. 2010. Effect of diet dilution at early age on performance, carcass characteristics and blood parameters of broiler chicks. *Ital J Anim Sci*. 9:93-100.
- Ristić M. 2005. Influence of breed and weight class on the carcass value of broilers. In: XIIth European Symp Quality of Poultry Meat. Doorwerth (Netherland). p. 23-26.
- Rosa PS, Faria FDE, Dahlke F, Vieira BS, Macari M, Furlan RL. 2007. Effect of energy intake on performance and carcass composition of broiler chickens from two different genetic groups. *Braz J Poult Sci*. 9:117-122.
- Rosebrough RW, Russell BA, Richards MP. 2008. Short term changes in the expression of lipogenic genes in broilers (*Gallus gallus*). *Comp Biochem Physiol-A Mol Integr Physiol*. 149:389-395.
- Rosebrough RW, Russell BA, Richards MP. 2011. Further studies on short-term adaptations in the expression of lipogenic genes in broilers. *Comp Biochem Physiol-A Mol Integr Physiol*. 159:1-6.
- Royan M, Meng GY, Othman F, Sazili AQ, Navidshad B. 2011. Effects of conjugated linoleic acid, fish oil and soybean oil on PPARs ( $\alpha$  &  $\gamma$ ) mRNA expression in broiler chickens and their relation to body fat deposits. *Int J Mol Sci*. 12:8581-8595.
- Sahraei M, Shariatmadari F. 2007. Effect of different levels of diet dilution during finisher period on broiler chickens performance and carcass characteristics. *Int J Poult Sci*. 6:280-282.
- Sahraei M. 2012. Feed restriction in broiler chickens production. *Biotechnol Anim Husb*. 28:333-352.
- Saleh AA, Eid YZ, Ebeid TA, Ohtsuka A, Hioki K, Yamamoto M, Hayashi K. 2012. The modification of the muscle fatty acid profile by dietary supplementation with *Aspergillus awamori* in broiler chickens. *Brit J Nutr*. 108:1596-1602.
- Saleh AA, Eid Z, Hayashi K. 2011. Effects of feeding *Aspergillus awamori* and *Aspergillus niger* on growth performance and meat quality in broiler chickens. *J Poult Sci*. 48:201-206.
- Sanyoto JI, Riyanto J. 2004. Penggunaan minyak kelapa dan lemak sapi sebagai sumber energi ransum *broiler*. *J Indonesian Trop Anim Agric*. 29:148-155.
- Sartika RAD. 2008. Pengaruh asam lemak jenuh, tidak jenuh dan asam lemak trans terhadap kesehatan. *J Kesehatan Masyarakat Nasional*. 2:154-160.
- Sato K, Abe H, Kono T, Yamazaki M, Nakashima K, Kamada T, Akiba Y. 2009. Changes in peroxisome proliferator-activated receptor gamma gene expression of chicken abdominal adipose tissue with different age, sex and genotype. *Anim Sci J*. 80:322-327.
- Shen QW, Zhu MJ, Tong J, Ren J, Du M. 2007. Ca<sup>2+</sup>/calmodulin-dependent protein kinase kinase is involved in AMP-activated protein kinase activation by alpha-lipoic acid in C2C12 myotubes. *Am J Physiol Cell Physiol*. 293:C1395-C1403.
- Soegondo S. 2006. Farmakoterapi pada pengendalian glikemia diabetes melitus tipe 2. Dalam: Aru W, Sudoyo, Setiyohadi B, Alwi I, Simadibrata MK, Setiati S, penyunting. Buku ajar ilmu penyakit dalam. Jilid III. Jakarta (Indonesia): Pusat Penerbitan Departemen Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Suci DM, Mursyda E, Setianah T, Mutia R. 2005. Program pemberian makanan berdasarkan kebutuhan protein dan energi pada setiap fase pertumbuhan ayam poncein. *Media Peternakan*. 28:70-76.
- Tumuva E, Teimouri A. 2010. Fat deposition in the broiler chicken: A review. *Sci Agric Bohem*. 41:121-128.
- Wang Y, Mu Y, Li H, Ding N, Wang Q, Wang Y, Wang S, Wang N. 2008. Peroxisome proliferator-activated receptor-gamma gene: A key regulator of adipocyte differentiation in chickens. *Poult Sci*. 87:226-232.
- Wu LY, Fang YJ, Guo XY. 2011. Dietary L-arginine supplementation beneficially regulates body fat deposition of meat-type ducks. *Br Poult Sci*. 52:221-226.
- Xiong M, Li S, Peng X, Feng Y, Yu G, Xin Q, Gong Y. 2010. Adipogenesis in ducks interfered by small interfering ribonucleic acids of peroxisome proliferator-activated receptor gamma gene. *Poult Sci*. 89:88-95.
- Yamamoto M, Saleh F, Tahir M, Ohtsuka A, Hayashi K. 2007. The effect of koji-fed (fermented distillery byproduct) on the growth performance and nutrient metabolizability in broiler. *J Poult Sci*. 44:291-296.
- Yan L, Meng QW, Ao X, Wang JP, Jang HD, Kim IH. 2011. Evaluation of dietary wild-ginseng adventitious root meal on egg production, egg quality, hematological profiles and egg yolk fatty acid composition in laying hens. *Livest Sci*. 140:201-205.
- Yang X, Zhuang J, Rao K, Li X, Zhao R. 2010. Effect of early feed restriction on hepatic lipid metabolism and expression of lipogenic genes in broiler chickens. *Res Vet Sci*. 89:438-444.
- Zerehdaran S, Vereijken ALJ, van Arendonk JAM, van der Waaij EH. 2005. Effect of age and housing system on genetic parameters for broiler carcass traits. *Poult Sci*. 84:833-838.
- Zhang GM, Wen J, Chen JL, Zhao GP, Zheng MQ, Li WJ. 2007. Effect of conjugated linoleic acid on growth performances, carcass composition, plasma lipoprotein lipase activity and meat traits of chickens. *Br Poult Sci*. 48:217-223.

- Zhou J. 2008. Effect of dietary conjugated linoleic acid (CLA) on abdominal fat deposition in yellow-feather broiler chickens and its possible mechanism. *Asian Australas J Anim Sci.* 21:1760-1765.
- Zhou TX, Chen YJ, Yoo JS, Huang Y, Lee JH, Jang HD, Shin SO, Kim HJ, Cho JH, Kim IH. 2009. Effects of chitooligosaccharide supplementation on performance, blood characteristics, relative organ weight and meat quality in broiler chickens. *Poult Sci.* 88:593-600.
- Zou XT, Xu ZR, Zhu JL, Fang XJ, Jiang JF. 2007. Effects of dietary dihydropyridine supplementation on laying performance and fat metabolism of laying hens. *Asian Australas J Anim Sci.* 20:1606-1611.