

**PENGARUH PEMBERIAN KELENJAR TIROID SAPI PASCA  
PEMBATASAN PAKAN TERHADAP PENAMPILAN DAN  
PENGUNAAN PROTEIN AYAM BROILER**

**TESIS**

**Oleh**

**MAULANA HAMONANGAN NASOETION**



**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU TERNAK  
PROGRAM PASCA SARJANA – FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
2001**

**UPT-PUSTAK-UNDIP**

**PENGARUH PEMBERIAN KELENJAR TIROID SAPI PASCA  
PEMBATASAN PAKAN TERHADAP PENAMPILAN DAN  
PENGUNAAN PROTEIN AYAM BROILER**

Oleh

**MAULANA HAMONANGAN NASOETION**

**NIM : H 4A 099 007**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Magister Pertanian  
Pada Program Studi Magister Ilmu Ternak, Program Pascasarjana  
Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU TERNAK  
PROGRAM PASCA SARJANA – FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
2001**

**Judul** : **PENGARUH PEMBERIAN KELENJAR TIROID  
SAPI PASCA PEMBATAAN PAKAN TERHADAP  
PENAMPILAN DAN PENGGUNAAN PROTEIN  
AYAM BROILER**

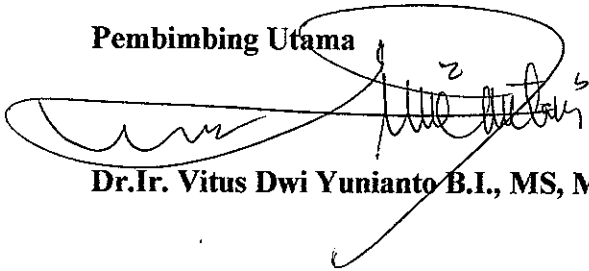
**Nama Mahasiswa** : **MAULANA HAMONANGAN NASOETION**

**Nomor Induk Mahasiswa** : **H 4A 099 007**

**Program Studi** : **MAGISTER ILMU TERNAK**

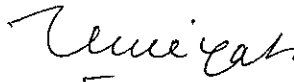
**Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji  
dan dinyatakan lulus pada tanggal 4 Juli 2001**

**Pembimbing Utama**



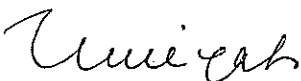
**Dr.Ir. Vitus Dwi Yuniarto B.I., MS, MSc**

**Pembimbing Anggota**




**Dr.Ir. Umiyati Atmomarsono**

**Ketua Program Studi  
Magister Ilmu Ternak,**



**Dr.Ir. Umiyati Atmomarsono**

**Ketua Jurusan  
Nutrisi dan Makanan Ternak,**



**Dr.Ir. Vitus Dwi Yuniarto B.I., MS, MSc**



**Dekan Fakultas Peternakan**

**Dr. Bambang Srigandono, M.Sc**

## ABSTRAK

**MAULANA HAMONANGAN NASOETION.** H 4A 099 007. 2001. Pengaruh Pemberian Kelenjar Tiroid Sapi Pasca Pembatasan Pakan Terhadap Penampilan dan Penggunaan Protein Ayam Broiler (Pembimbing: **VITUS DWI YUNianto BUDI ISMADI** dan **UMIYATI ATMOMARSONO**).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji respon broiler terhadap pembatasan pakan dini dan pemberian kelenjar tiroid kering (KTK) sapi dalam ransum pasca pembatasan pakan. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 20 Juli sampai 8 September 2000.

Materi yang digunakan DOC broiler strain Logmann betina sebanyak 189 ekor. Ransum yang digunakan umur 1-28 hari adalah ransum starter (protein kasar 23% dan energi metabolis 3000 kkal/kg), sedangkan pada umur 29-49 hari diberikan ransum finisher (protein kasar 20% dan energi metabolis 3000 kkal/kg). Alas kandang dengan litter. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK) dengan pola split plot. Petak utama adalah pembatasan pakan, yaitu: R0, R1, R2 masing-masing *ad libitum*, pembatasan pakan 85% pada umur 8-14 hari, dan pembatasan pakan 70% pada umur 8-14 hari. Anak petak adalah pemberian KTK, yaitu: T0, T1, dan T2 masing-masing 0%, 0.075% dan 0.150% ransum. Pemberian KTK umur 15-28 hari. Prosesing dilakukan pada umur 28 dan 49 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembatasan pakan akan meningkatkan ( $P<0.05$ ) efisiensi pakan dan rasio efisiensi protein (REP), namun menurunkan ( $P<0.05$ ) konsumsi protein dan pertambahan bobot badan (PBB). Seminggu pertama pemberian KTK sapi dalam ransum broiler pasca pembatasan pakan maupun pakan *ad libitum* akan meningkatkan ( $P<0.05$ ) PBB, efisiensi pakan, energi metabolis, penggunaan protein netto dan REP. Lemak abdominal menurun ( $P<0.05$ ) setelah pemberian KTK sapi dalam ransum broiler pada umur 28 dan 49 hari.

Kesimpulan penelitian ini adalah seminggu setelah pemberian 0.075-0.150% KTK sapi dalam ransum broiler meningkatkan penampilan dan penggunaan protein, serta menurunkan lemak tubuh broiler dengan pemberian pakan *ad libitum* maupun pasca pembatasan pakan 85% dan 70%. Pemberian KTK sapi dalam ransum pada minggu kedua tidak mempengaruhi PBB, efisiensi pakan, dan REP.

Kata Kunci : kelenjar tiroid kering sapi, pembatasan pakan, penampilan dan penggunaan protein broiler

## ABSTRACT

**MAULANA HAMONANGAN NASOETION.** H 4A 099 007. 2001. The Effects of "Cattle's Thyroid Gland Meal Containing Diet" Fed Post-Restriction Programs to Broiler's Performance and Protein Utility (Thesis Supervisors: **VITUS DWI YUNianto BUDI ISMADI** and **UMIYATI ATMOMARSONO**).

The research was conducted to evaluate the responses of broiler to "cattle's thyroid-gland meal containing diet" fed post-restriction programs. The research was conducted from July 20<sup>th</sup> to September 8<sup>th</sup> 2001.

The experiment used day old chick broilers female stain Logmann. The starter and finisher diets were calculated 23% crude protein, 3,000 kcal/kg metabolizable energy and 20% crude protein, 3,000 kcal/kg metabolizable energy respectively. The starter diet was fed from 1 to 28 day old age (DOA) and the finisher from 29 to 49 DOA. Split plot design with three blocks was used to arrange this experiment. The main-plot was feed restriction programs i.e. R0 = *ad libitum*-fed, R1 = 85% feed restriction and R2 = 70% feed restriction. Feed restriction programs were carried out from 8 to 14 DOA. The sub-plot was cattle's thyroid-gland meal levels in the diets i.e. T0 = 0%, T2 = 0.075%, and T3 = 0.150% were given from 15 to 28 DOA. Broiler's processing did on 28 and 49 DOA.

The experiment result showed that feed restriction increased ( $P < 0.05$ ) feed efficiency and protein efficiency ratio (PER), but decreased ( $P < 0.05$ ) protein intake and body weight gain (BW gain). The first week (15-21 DOA) "cattle's thyroid-gland meal containing diet" fed post-restriction programs or *ad libitum*-fed increased ( $P < 0.05$ ) BW gain, feed efficiency, metabolizable energy, nett protein utility (NPU) and PER. Abdominal fat weight on 28 and 49 DOA decreased ( $P < 0.05$ ) by "cattle's thyroid-gland meal containing diet" fed post-restriction programs or *ad libitum*-fed.

It can be concluded that the first week (15-21 DOA) "cattle's thyroid-gland meal containing diet" fed post-restriction programs or *ad libitum*-fed increased broiler's performance and protein utility, but decreased abdominal fat weight. The second week (22-28 DOA) "cattle's thyroid-gland meal containing diet" fed post-restriction programs or *ad libitum*-fed did not influence to broiler's BW gain, feed efficiency and PER.

Keywords: cattle's thyroid-gland meal, feed restriction programs, broiler's performance and protein utility

## KATA PENGANTAR

Kelenjar tiroid sapi merupakan salah satu sumber hormon tiroksin alami yang merupakan limbah diharapkan mampu meningkatkan metabolisme dan pertumbuhan ternak pasca pembatasan pakan.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Dr. Ir. Vitus Dwi Yunianto Budi Ismadi, MS, M.Sc. sebagai pembimbing utama dan Dr. Ir. Umiyati Atmomarsono sebagai pembimbing anggota. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan Fakultas Peternakan UNDIP yang telah memberi kesempatan studi S2 di Program Studi Magister-Ilmu Ternak Program Pascasarjana UNDIP Semarang. Ucapan terima kasih juga kepada Ka. Lab. Ilmu Ternak Unggas serta Ka. Lab. Ilmu Makanan Ternak yang telah menyediakan fasilitas bagi pelaksanaan penelitian penulis.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ka. Lab. GAKI UNDIP, dr. Tjahjati D.M., Sp.PK beserta seluruh staf atas kerjasama untuk analisis hormon Tiroksin. Ucapan terima kasih kepada Dr. Bambang Cahyono, M.Sc serta Ka. Lab. Kimia Organik Jurusan Kimia Fakultas MIPA UNDIP atas kerjasama untuk analisis bahan pakan.

Penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat bagi pengembangan ternak unggas secara umum, khususnya ternak broiler.

Semarang, Juni 2001

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR ILUSTRASI .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....	3
2.1. Ransum Broiler .....	3
2.2. Pertumbuhan dan Penampilan Broiler .....	3
2.3. Penampilan Broiler Pasca Pembatasan Pakan .....	5
2.4. Hormon Tiroid .....	7
2.5. "Thyroid-Stimulating Hormone" (TSH) dan "Thyrotropic Releasing Hormone" (TRH) .....	12
2.6. Peranan Hormon Tiroid .....	13
2.7. Hubungan Hormon Tiroid dengan Energi dan Penggunaan Protein .....	15
2.8. Hubungan Hormon Tiroid dan Lemak Tubuh .....	18
2.9. Kelenjar Tiroid Sapi dan Kelenjar Tiroid Broiler .....	19
2.10. Pemberian Hormon Tiroid pada Broiler .....	21
BAB III. METODOLOGI .....	23
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	23
3.2. Bahan dan Alat .....	23
3.3. Prosedur Penelitian dan Pengumpulan Data .....	25
3.4. Analisis Data .....	30
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	32
4.1. Penampilan Broiler Saat Pembatasan Pakan Umur 8-14 Hari ....	32
4.2. Bobot Badan, Pertambahan Bobot Badan, dan Persentase Karkas Pasca Pembatasan Pakan Umur 15-28 Hari .....	34

4.3. Bobot Kelenjar Tiroid dan Kadar Tiroksin (T4) Serum Darah ...	39
4.4. Efisiensi Pakan dan Konsumsi Minum .....	41
4.5. Konsumsi Protein Kasar, Penggunaan Protein Netto (PPN), dan Rasio Efisiensi Protein (REP) .....	46
4.6. Energi Metabolis dan Bobot Hati .....	50
4.7. Bobot Lemak Abdominal .....	53
BAB V. KESIMPULAN .....	58
DAFTAR PUSTAKA .....	59
LAMPIRAN .....	64
RIWAYAT HIDUP .....	98

## DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Komposisi Bahan Pakan dari Ransum Starter .....	24
2. Komposisi Bahan Pakan dari Ransum Finisher .....	24
3. Komposisi Asam Amino Ransum Broiler .....	25
4. Penampilan Broiler pada Umur 14 Hari dengan Pakan <i>Ad libitum</i> dan Pembatasan Pakan Umur 8-14 Hari .....	32
5. Bobot Badan Broiler dengan Pemberian KTK Sapi dalam Ransum Pasca Pembatasan Pakan dan Pakan <i>Ad libitum</i> .....	35
6. Pertambahan Bobot Badan (PBB) Broiler dengan Pemberian KTK Sapi dalam Ransum Pasca Pembatasan Pakan dan Pakan <i>Ad libitum</i> .....	36
7. Persentase Karkas Broiler dengan Pemberian KTK Sapi dalam Ransum Pasca Pembatasan Pakan dan Pakan <i>Ad libitum</i> .....	38
8. Bobot Tiroid dan Hormon Tiroksin (T4) Serum Darah dengan Pemberian KTK Sapi dalam Ransum Pasca Pembatasan Pakan dan Pakan <i>Ad libitum</i> .....	39
9. Efisiensi Pakan Broiler dengan Pemberian KTK Sapi dalam Ransum Pasca Pembatasan Pakan dan Pakan <i>Ad libitum</i> .....	42
10. Konsumsi Air Minum Broiler dengan Pemberian KTK Sapi dalam Ransum Pasca Pembatasan Pakan dan Pakan <i>Ad libitum</i> .....	45
11. Konsumsi Protein Kasar dengan Pemberian KTK Sapi dalam Ransum Pasca Pembatasan Pakan dan Pakan <i>Ad libitum</i> .....	46
12. Penggunaan Protein Netto (PPN) dan Rasio Efisiensi Protein (REP) dengan Pemberian KTK Sapi dalam Ransum Pasca Pembatasan Pakan dan Pakan <i>Ad libitum</i> .....	47
13. Energi Metabolis dan Bobot Hati Broiler dengan Pemberian KTK Sapi dalam Ransum Pasca Pembatasan Pakan dan Pakan <i>Ad libitum</i> .....	51

14. Bobot Lemak Abdominal (BLA) dengan Pemberian KTK Sapi dalam Ransum Pasca Pembatasan Pakan dan Pakan *Ad libitum* ..... 54

## DAFTAR ILUSTRASI

Nomor	Halaman
1. Struktur Molekuler Hormon T3 (Harper <i>et al.</i> , 1979) .....	8
2. Struktur Molekuler Hormon T4 Harper <i>et al.</i> , 1979) .....	8
3. Sintesis Hormon T3 (Turner dan Bagnara, 1976) .....	10
4. Sintesis Hormon T3 (Turner dan Bagnara, 1976) .....	10
5. Proses Umpan Balik Hormon Tiroid Melalui Kelenjar Hipofisa dan Hipotalamus (Montgomery <i>et al.</i> , 1983) .....	11
6. Struktur Molekuler "Thyrotropic Releasing Hormone" (TRH) (Harper <i>et al.</i> , 1979) .....	12
7. Distribusi Energi pada Unggas (Patrick dan Schaible, 1980) .....	16
8. Gambar Posisi Kelenjar Endokrin Broiler Betina (Austic dan Nesheim, 1990) .....	20
9. Efisiensi Pakan Berdasarkan Urutan Waktu dengan Pakan <i>Ad libitum</i> , Pembatasan Pakan 85% dan 70% .....	43
10. Rasio Efisiensi Protein Berdasarkan Urutan Waktu dengan Pakan <i>Ad libitum</i> , Pembatasan Pakan 85% dan 70% .....	48

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Hasil Analisis Proksimat Bahan Pakan Ransum Broiler .....	64
2. Rataan Suhu Harian dan Kelembaban Relatif Tiap Minggu .....	65
3. Analisis Varians Penampilan dan Penggunaan Protein Broiler Umur 8-14 Hari .....	66
4. Uji Beda Nilai Tengah Wilayah Ganda Duncan Penampilan dan Penggunaan Protein Broiler Umur 8-14 Hari .....	68
5. Analisis Varians Bobot Badan Broiler Umur 21, 28, dan 35 Hari .....	69
6. Uji Beda Nilai Tengah Duncan Bobot Badan Broiler Umur 21, 28, dan 35 Hari .....	70
7. Analisis Varians Persentase Karkas Broiler Umur 28 dan 49 Hari .....	71
8. Uji Beda Nilai Tengah Wilayah Ganda Duncan Persentase Karkas Broiler Umur 28 dan 49 Hari .....	72
9. Analisis Varians Pertambahan Bobot Badan (PBB) Broiler Umur 15-21, 22-28, 15-28, dan 29-49 Hari .....	74
10. Uji Beda Nilai Tengah Wilayah Ganda Duncan Pertambahan Bobot Badan (PBB) Broiler Umur 15-21, 22-28, 15-28, dan 29-49 Hari .....	75
11. Analisis Varians Bobot Kelenjar Tiroid dan Kadar T4 Plasma Darah Broiler Umur 28 Hari .....	76
12. Uji Beda Nilai Tengah Wilayah Ganda Duncan Bobot Kelenjar Tiroid dan Kadar T4 Plasma Broiler Umur 28 Hari .....	77
13 Analisis Varians Efisiensi Pakan Broiler Umur 15-21, 22- 28, 15-28, dan 29-49 Hari .....	79
14. Uji Beda Nilai Tengah Wilayah Ganda Duncan Efisiensi Pakan Broiler Umur 15-21, 22-28, 15-28, dan 29-49 Hari .....	80

15. Analisis Varians Konsumsi Minum Broiler Umur 15-21, 22-28, 15-28, dan 29-49 Hari .....	82
16. Uji Beda Nilai Tengah Wilayah Ganda Duncan Konsumsi Minum Broiler Umur 15-21, 22-28, 15-28, dan 29-49 Hari .....	83
17. Analisis Varians Konsumsi Protein Broiler Umur 15-21, 22-28, 15-28, dan 29-49 Hari .....	85
18. Uji Beda Nilai Tengah Wilayah Ganda Duncan Konsumsi Protein Broiler Umur 15-21, 22-28, 15-28, dan 29-49 Hari .....	86
19. Analisis Varians Penggunaan Protein Netto (PPN) Broiler Umur 21 Hari	87
20. Uji Beda Nilai Tengah Wilayah Ganda Penggunaan Protein Netto (PPN) Broiler Umur 21 Hari .....	88
21. Analisis Varians Rasio Efisiensi Protein (REP) Broiler Umur 15-21, 22-28, 15-28, dan 29-49 Hari .....	90
22. Uji Beda Nilai Tengah Wilayah Ganda Duncan Rasio Efisiensi Protein (REP) Broiler Umur 15-21, 22-28, 15-28, dan 29-49 Hari .....	91
23. Analisis Varians Energi Metabolis Broiler Umur 21 Hari .....	92
24. Uji Beda Nilai Tengah Wilayah Ganda Duncan Energi Metabolis Broiler Umur 21 Hari .....	93
25. Analisis Varians Bobot Hati Broiler Umur 28 dan 49 Hari .....	94
26. Uji Beda Nilai Tengah Wilayah Ganda Duncan Bobot Hati Broiler Umur 28 dan 49 Hari .....	95
27. Analisis Varians Bobot Lemak Abdominal Broiler Umur 28 dan 49 Hari	96
28. Uji Beda Nilai Tengah Wilayah Ganda Bobot Lemak Abdominal Broiler Umur 28 dan 49 Hari .....	97

## BAB I

### PENDAHULUAN

Biaya pakan yang tinggi merupakan salah satu kendala bagi pengembangan ternak broiler. Protein merupakan zat pakan yang dikonsumsi dalam jumlah relatif besar, namun mahal secara ekonomis. Peningkatan efisiensi pakan dan rasio efisiensi protein dapat menurunkan biaya pakan pada usaha peternakan broiler. Cara peningkatan efisiensi pakan dan rasio efisiensi protein pada broiler dengan pemanfaatan pertumbuhan kompensasi dan pemberian hormon tiroid ekogen.

Pembatasan pakan secara dini pada broiler mulai umur 7 hari selama 7 hari akan meningkatkan efisiensi pakan tanpa menurunkan bobot badan akhir (umur 56 hari) dibandingkan dengan pakan *ad libitum* (Plavnik dan Hurwitz, 1988). Kelenjar tiroid kering (KTK) sapi merupakan salah satu bahan mengandung hormon tiroksin yang dapat diberikan dalam ransum broiler untuk meningkatkan hormon tiroid dan metabolisme tubuh. Peranan hormon tiroid dalam tubuh adalah meningkatkan sintesis protein, konsumsi oksigen, laju absorpsi glukosa dan galaktosa, deferensiasi dan pematangan jaringan, serta menurunkan kadar kolesterol dalam serum (Djojsubagio, 1990).

Hormon tiroid telah banyak diteliti penggunaan dan efeknya pada ternak unggas terutama pada suhu lingkungan berbeda. Hormon tiroid dapat meningkatkan produksi pada ayam yang mengalami cekaman panas. Pemberian hormon tiroid pasca pembatasan pakan pada broiler sangat menarik untuk diteliti lebih lanjut.

Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan respon pemberian KTK sapi dalam ransum broiler pasca pembatasan pakan maupun pakan *ad libitum* terhadap penambahan bobot badan (PBB), persentase karkas, efisiensi pakan, konsumsi protein, rasio efisiensi protein (REP), penggunaan protein netto (PPN), energi metabolis, kadar T4 serum darah, bobot kelenjar tiroid, bobot hati dan lemak abdominal broiler. Pemberian KTK sapi dalam ransum broiler pasca pembatasan pakan diharapkan dapat memacu pertumbuhan, meningkatkan efisiensi pakan, penggunaan protein, serta mampu menurunkan lemak tubuh.

Pemberian kelenjar tiroid kering (KTK) sapi dalam ransum broiler pada pakan *ad libitum* maupun pasca pembatasan pakan dengan konsentrasi rendah akan meningkatkan metabolisme tubuh dan sintesis protein tubuh, sehingga meningkatkan penambahan bobot badan, efisiensi pakan, penggunaan protein ransum, dan kadar T4 serum, serta menurunkan pembentukan lemak. Pemberian KTK pada konsentrasi yang tinggi dapat mengakibatkan metabolisme tubuh secara berlebihan sehingga terjadi katabolisme yang mengakibatkan penurunan pertumbuhan. Respon pemberian KTK sapi dalam ransum broiler pada beberapa level pembatasan pakan akan berbeda terhadap pertumbuhan broiler.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Ransum Broiler**

Ransum yang baik adalah ransum yang mengandung protein dan energi yang seimbang (Scott *et al.*, 1982). Protein yang terkandung dalam ransum harus terdiri dari asam-asam amino esensial dan non esensial sesuai dengan kebutuhan ayam yang mengkonsumsinya (Tillman *et al.*, 1989). Imbangan protein dan energi ransum untuk broiler umur 0-3 minggu dan 3-6 minggu adalah protein 23% dan 20% dengan energi metabolis yang sama yaitu 3200 kkal/kg ransum (NRC, 1994). Broiler pada periode starter membutuhkan protein 21- 24,9 % dengan energi metabolis 2800-3300 kkal/kg ransum, sedangkan pada periode finisher protein ransum dapat diturunkan menjadi 18,1-21,2% dengan energi metabolis 2900-3000 kkal/kg ransum (Scott *et al.* 1982).

#### **2.2. Pertumbuhan dan Penampilan Broiler**

Pertumbuhan ternak secara umum adalah penambahan ukuran yang meliputi perubahan bobot badan, bentuk tubuh, komposisi dan komponen kimia tubuh (Soeparno, 1998). Williams (1982) menjelaskan 3 proses utama pertumbuhan, yaitu:

1. Proses dasar pertumbuhan seluler yang meliputi hiperplasia, hipertrofi, dan akresi. Hiperplasia adalah peningkatan jumlah sel. Hipertrofi adalah perbesaran ukuran sel. Akresi adalah penambahan material struktural nonsellular.
2. Deferensiasi sel-sel induk dalam embrio menjadi ektoderm, mesoderm, dan endoderm.
3. Pertumbuhan dan deferensiasi kompleks yang melibatkan hormon.

Secara umum pertumbuhan dibedakan menjadi pertumbuhan prenatal dan postnatal (Anggorodi, 1990). Bentuk kurva pertumbuhan postnatal mengikuti pola pertumbuhan sigmoidal pada kondisi lingkungan yang ideal (Soeparno, 1998).

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ternak adalah: genotipe, jenis kelamin, konsumsi protein dan energi. Ternak jantan memiliki laju pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan ternak betina (Soeparno, 1998; Williams, 1982).

Palo *et al.* (1995a) menjelaskan bahwa penampilan broiler sangat erat hubungannya dengan pertumbuhannya. Penampilan broiler dapat diamati melalui penambahan bobot badan (PBB), efisiensi pakan, dan karkas. Pertumbuhan broiler yang tinggi dengan penggunaan pakan yang efisien merupakan penampilan broiler yang sangat diharapkan.

### 2.3. Penampilan Broiler Pasca Pembatasan Pakan

Penampilan ternak pasca pembatasan pakan secara umum mempunyai pengertian yang sama dengan pertumbuhan kompensasi. Soeparno (1998) menjelaskan bahwa pengertian pertumbuhan kompensasi adalah pertumbuhan yang mengejar keterlambatan sebelumnya akibat cekaman. Cekaman tersebut dapat berupa kekurangan pakan, penyakit dan suhu lingkungan. Anggorodi (1990) menyatakan bahwa ternak kekurangan pakan pada fase pertumbuhan selanjutnya diberi pakan yang cukup, akan memacu pertumbuhan lebih dari pertumbuhan normal yang disebut dengan pertumbuhan kompensasi. Williams (1982) menambahkan cekaman atau pembatasan pakan yang terjadi pada awal pertumbuhan memungkinkan proses pemulihan selama pertumbuhan kompensasi mendekati pertumbuhan normal. Soeparno (1998) menjelaskan pertumbuhan kompensasi dapat terjadi 3 kemungkinan, yaitu : pertumbuhan kompensasi lebih tinggi dibandingkan dengan pertumbuhan normal, pertumbuhan kompensasi sempurna, dan pertumbuhan kompensasi gagal atau "stunting". Pertumbuhan kompensasi gagal terjadi bila pertumbuhan kompensasi tidak mampu mengejar pertumbuhan normal.

Faktor-faktor yang mempengaruhi penampilan ternak saat pertumbuhan kompensasi menurut Berg dan Butterfield (1976) serta Soeparno (1998) adalah :

1. Bangsa dan ukuran ternak. Bangsa dan ukuran ternak yang besar mempunyai kemampuan pertumbuhan kompensasi lebih besar.

2. Jenis kelamin ternak. Ternak jantan mempunyai kemampuan pertumbuhan kompensasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan ternak betina.
3. Bobot lahir atau bobot tetas. Ternak dengan bobot lahir atau bobot tetas rendah mempunyai kemampuan pertumbuhan kompensasi yang rendah.
4. Status fisiologis ternak. Pertumbuhan kompensasi yang baik saat pertumbuhan ternak cepat.
5. Jangka waktu cekaman pakan atau pembatasan pakan. Semakin lama periode cekaman pakan terjadi maka pertumbuhan kompensasi semakin tidak sempurna.
6. Imbangan protein dan energi dalam ransum pasca pembatasan pakan atau saat pertumbuhan kompensasi. Bila energi ransum pasca pembatasan pakan terlalu tinggi dibandingkan dengan protein maka akan terbentuk lemak tubuh yang lebih banyak.

Plavnik dan Hurwitz (1988) menyatakan bahwa pembatasan pakan secara dini (umur 3, 5, dan 7 hari) selama 7 hari pada broiler jantan pembatasan pakan tidak mempengaruhi bobot badan akhir (umur 56 hari), bahkan meningkatkan efisiensi pakan. Pembatasan pakan tersebut dilakukan berdasarkan konsumsi energi metabolis ( $\text{kcal ME/hari} = 1,5 \times \text{BB}^{2/3}$ ) masing-masing 33, 41, 48  $\text{kcal ME/hari}$ . Perbedaan umur broiler saat pembatasan pakan dan lama pembatasan tidak mempengaruhi bobot badan akhir, bahkan meningkatkan efisiensi pakan.

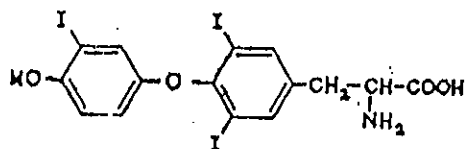
Penelitian Palo *et al.* (1995a) menunjukkan bahwa broiler jantan yang diberi pembatasan pakan secara dini mulai umur 7 hari selama 7 hari belum dapat mengejar bobot badan broiler tanpa pembatasan pakan pada umur 48 hari, namun efisiensi

pakannya lebih tinggi. Persentase bahan kering, protein kasar, lemak, dan abu tidak dipengaruhi oleh pembatasan pakan. Bobot badan, bobot saluran pencernaan, jumlah dan ukuran sel hati menurun saat pembatasan pakan pada umur 14 hari, sedangkan umur 41 hari tidak berbeda dibandingkan dengan broiler tanpa pembatasan pakan.

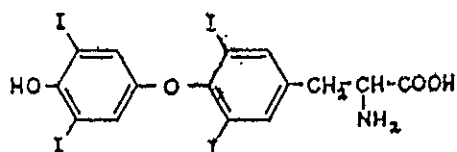
#### **2.4. Hormon Tiroid**

Kelenjar tiroid terdiri dari sepasang lobus yang terdiri dari 20 sampai 40 folikel pada masing-masing lobus. Folikel dalam keadaan aktif mensekresikan tiroksin berbentuk pilar (tinggi), sedangkan yang tidak aktif berbentuk pipih. Sel-sel kelenjar tiroid menyerap iodium dalam bentuk iodida yang berasal dari pembuluh darah kapiler yang terdapat pada sekeliling folikel. Iodida yang diserap akan bergabung dengan protein membentuk tiroglobulin. Tiroglobulin diuraikan oleh enzim proteolitik menjadi hormon tiroid (Djojsubagio, 1990).

Hormon tiroid merupakan hormon yang mengandung unsur iodium dihasilkan oleh kelenjar tiroid yang berperan dalam metabolisme tubuh. Hormon tiroid dikenal dalam 2 bentuk struktur kimia yaitu: Triiodotironin (T3) dan Tetraiodotironin (T4) (Djojsubagio, 1990). Hormon T3 lebih banyak dibentuk pada perifer dengan cara deiodisasi T4 (Ganong, 1980). Struktur molekuler hormon T3 dan T4 digambarkan Harper *et al.* (1979) pada Ilustrasi 1 dan 2.



Ilustrasi 1. Struktur Molekuler Hormon T3 (Harper *et al.*, 1979)



Ilustrasi 2. Struktur Molekuler Hormon T4 (Harper *et al.*, 1979)

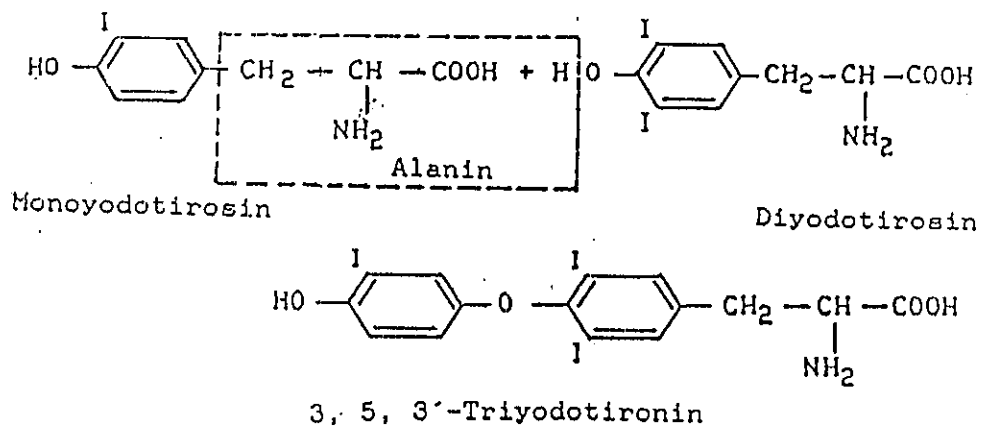
Proses pembentukan hormon tiroid menurut Turnuer dan Bagnara (1976) terdiri dari 3 tingkatan, yaitu: pengumpulan iodium, iodinasi asam amino tirosin dan proteolisis tiroglobulin.

Ganong (1980) menjelaskan bahwa kelenjar tiroid mengumpulkan atau meningkatkan konsentrasi iodium dari dalam darah ke koloid dengan mekanisme transpor aktif yang disebut mekanisme penangkapan iodida atau pompa iodida. Mekanisme transpor aktif dirangsang oleh TSH dan dipengaruhi oleh Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>ATPase.

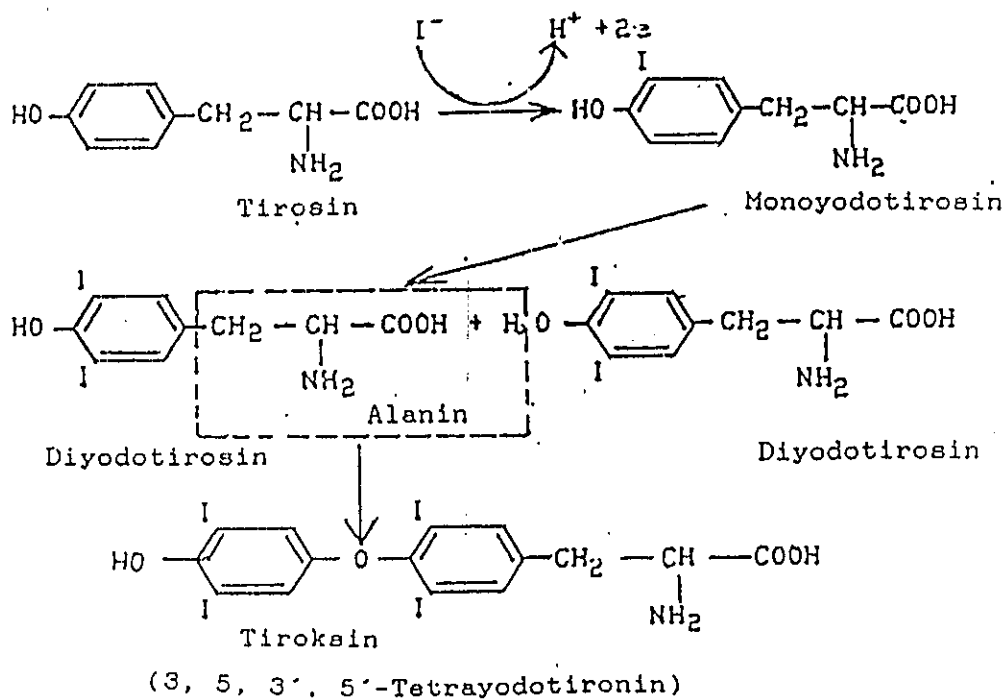
Djojosebagio (1990) menjelaskan bahwa iodium dalam kelenjar tiroid beberapa detik kemudian akan terikat dengan cincin fenil asam amino L-tirosin menghasilkan moniodotirosin (MIT). Moniodotirosin (MIT) dapat mengalami iodinasi lebih lanjut menghasilkan diiodotirosin (DIT). Turner dan Bagnara (1976) menambahkan hormon T<sub>4</sub> disintesis dari 2 diiodotirosin (DIT) (Ilustrasi 3), sedangkan hormon T<sub>3</sub> disintesis dari moniodotirosin (MIT) dan diiodotirosin (DIT) (Ilustrasi 4). Kedua proses tersebut menghasilkan asam amino alanin.

Pembentukan hormon T<sub>3</sub> dan T<sub>4</sub> dalam kelenjar tiroid selalu berikatan dengan tiroglobulin. Hormon T<sub>3</sub> dan T<sub>4</sub> dilepaskan ke dalam darah tanpa ikatan dengan tiroglobulin, sehingga membutuhkan enzim protease untuk melepaskan ikatan tiroglobulin dan hormon T<sub>3</sub> atau T<sub>4</sub> (Harper *et al.*, 1979).

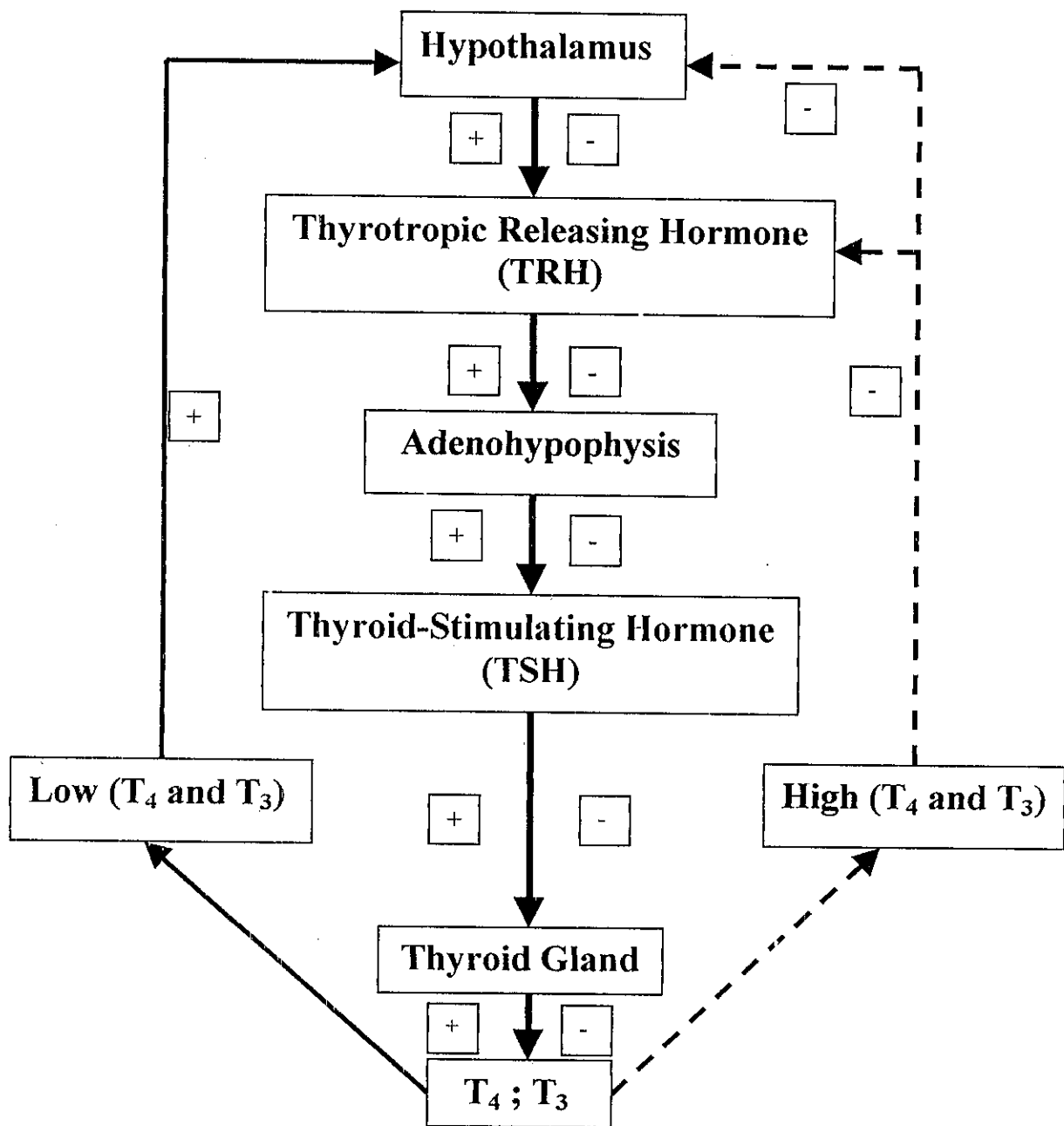
Hormon T<sub>4</sub> yang beredar dalam peredaran darah sebagian besar berikatan dengan protein plasma. Hormon yang terdapat dalam darah dalam bentuk bebas 0.05% T<sub>4</sub> dan 0.5% T<sub>3</sub> (Djojosebagio, 1990). Hormon T<sub>4</sub> selalu ada dalam serum darah dan konsentrasi T<sub>3</sub> dapat berubah-ubah sesuai dengan kebutuhan ternak. (Ganong, 1980). Bila kebutuhan hormon T<sub>4</sub> meningkat, maka hormon T<sub>4</sub> yang berikatan dengan protein plasma akan dipisahkan. Plasma yang dapat mengikat hormon tiroksin adalah globulin, prealbumin, dan albumin (Djojosebagio, 1990). Bila hormon T<sub>4</sub> terlalu tinggi dalam darah maka terjadi umpan balik terhadap Thyroid-Stimulating Hormone" (TSH) dan "Thyrotropic Releasing Hormone"(TRH) (Ilustrasi 5).



Ilustrasi 3. Sintesis Hormon T3 (Turner dan Bagnara, 1976)



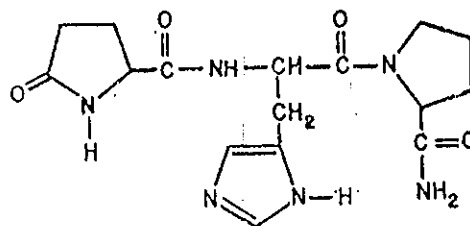
Ilustrasi 4. Sintesis Hormon T4 (Turner dan Bagnara, 1976)



Ilustrasi 5. Proses Umpan Balik Hormon Tiroid Melalui Kelenjar Hipofisa dan Hipotalamus (Montgomery *et al.*, 1983)

## 2.5. "Thyroid-Stimulating Hormone" (TSH) dan "Thyrotropic Releasing Hormone"(TRH)

"Thyroid-Stimulating Hormone" (TSH) adalah hormon yang diproduksi oleh kelenjar hipofisa yang berfungsi mengontrol aktivitas kelenjar tiroid (Butt, 1980). "Thyroid-Stimulating Hormone" merupakan hormon glikoprotein dengan berat molekul kira-kira 30,000 (Harper *et al.*, 1979). Eckert *et al.* (1987) menambahkan bobot, volume dan aktivitas sekresi kelenjar tiroid dipengaruhi oleh TSH. "Thyroid-Stimulating Hormone" (TSH) menggertak kelenjar tiroid untuk meningkatkan penyerapan iodium (I) dan oksidasi I menjadi iodida (I<sub>2</sub>), penyerapan asam amino, sintesis tiroglobulin dan sintesis hormon tiroid (Matthew *et al.*, 1977). Sekresi TSH dipengaruhi oleh "Thyrotropic Releasing Hormone" (TRH) (Eckert *et al.*, 1987). "Thyrotropic Releasing Hormone" (TRH) diproduksi pada kelenjar hipotalamus berupa tripeptida (Ilustrasi 6)



Ilustrasi 6. Struktur Molekuler "Thyrotropic Releasing Hormone" (TRH) (Harper *et al.*, 1979)

## 2.6. Peranan Hormon Tiroid

Hormon tiroid mempengaruhi metabolisme zat pakan yang masuk ke dalam tubuh (Scott *et al.*, 1982). Pengaruh hormon tiroid oleh Djojosebagio (1990) dibedakan menjadi 7 efek, yaitu:

1. Efek kalorigenesis. Efek kalorigenesis disebabkan peningkatan sintesis protein ( $\text{Na}^+ \text{K}^+$  ATPase) yang memerlukan ATP untuk mempertahankan konsentrasi natrium yang terdapat dalam sel. Hormon tiroid mengontrol metabolisme energi dari semua sel (Scanes *et al.*, 1984). Akibat tak langsung dari meningkatnya metabolisme energi dalam sel tubuh akan menyebabkan mobilisasi lemak lebih cepat (Guyton, 1991). Pengaruh utama hormon tiroid adalah meningkatkan aktivitas metabolisme jaringan tubuh, kecuali otak, retina, dan testis (Guyton, 1987).
2. Efek pada pertumbuhan. Hormon tiroid meningkatkan aktivitas enzim polimerase sehingga meningkatkan sintesis mRNA. Peningkatan sintesis mRNA akan meningkatkan sintesis protein, selanjutnya meningkatkan pertumbuhan ternak. Kelebihan hormon tiroid dalam tubuh dapat mengakibatkan katabolisme protein dan lemak, bahkan menghambat pertumbuhan (Ganong, 1980).
3. Efek pada otot. Kelebihan hormon tiroid mengakibatkan otot lemah dan cepat lelah, karena terjadi gangguan pembentukan fosfokreatin yang merupakan sumber energi otot.

4. Efek pada susunan syaraf. Kekurangan hormon tiroid saat pertumbuhan dan perkembangan otak pada fase fetus mengakibatkan kerusakan pembentukan myelin syaraf dan susunan syaraf secara permanen.
5. Efek pada sistem hematopoiesis. Kekurangan hormon tiroid dalam jangka waktu lama menurunkan konsumsi oksigen, sehingga terjadi penurunan hemoglobin dalam darah. Penurunan hemoglobin darah tampak sebagai gejala anemia.
6. Efek pada sistem kardiovaskuler. Peningkatan konsumsi oksigen dengan pemberian hormon tiroid akan meningkatkan denyut dan intensitas kontraksi otot jantung.
7. Efek pada metabolisme air dan mineral. Pemberian hormon tiroid yang berlebihan meningkatkan katabolisme protein dalam sel yang diikuti peningkatan pengeluaran cairan dan kalsium dalam bentuk urine.
8. Efek pada saluran pencernaan. Hormon tiroid dapat mengakibatkan penurunan gerak peristaltik pada usus, sehingga meningkatkan penyerapan zat nutrisi. Pemberian hormon tiroid secara berlebihan akan meningkatkan gerak peristaltik, sehingga tampak gejala diare pada ternak. Pemberian hormon tiroid secara berlebihan dapat meningkatkan beban kerja hati dan mengakibatkan gangguan fungsi hati.
9. Efek pada kulit. Pemberian hormon tiroid secara berlebihan mengakibatkan depolimerisasi mukoprotein yang terdapat pada kulit, sehingga ekskresi heksosamin meningkat dalam urine.

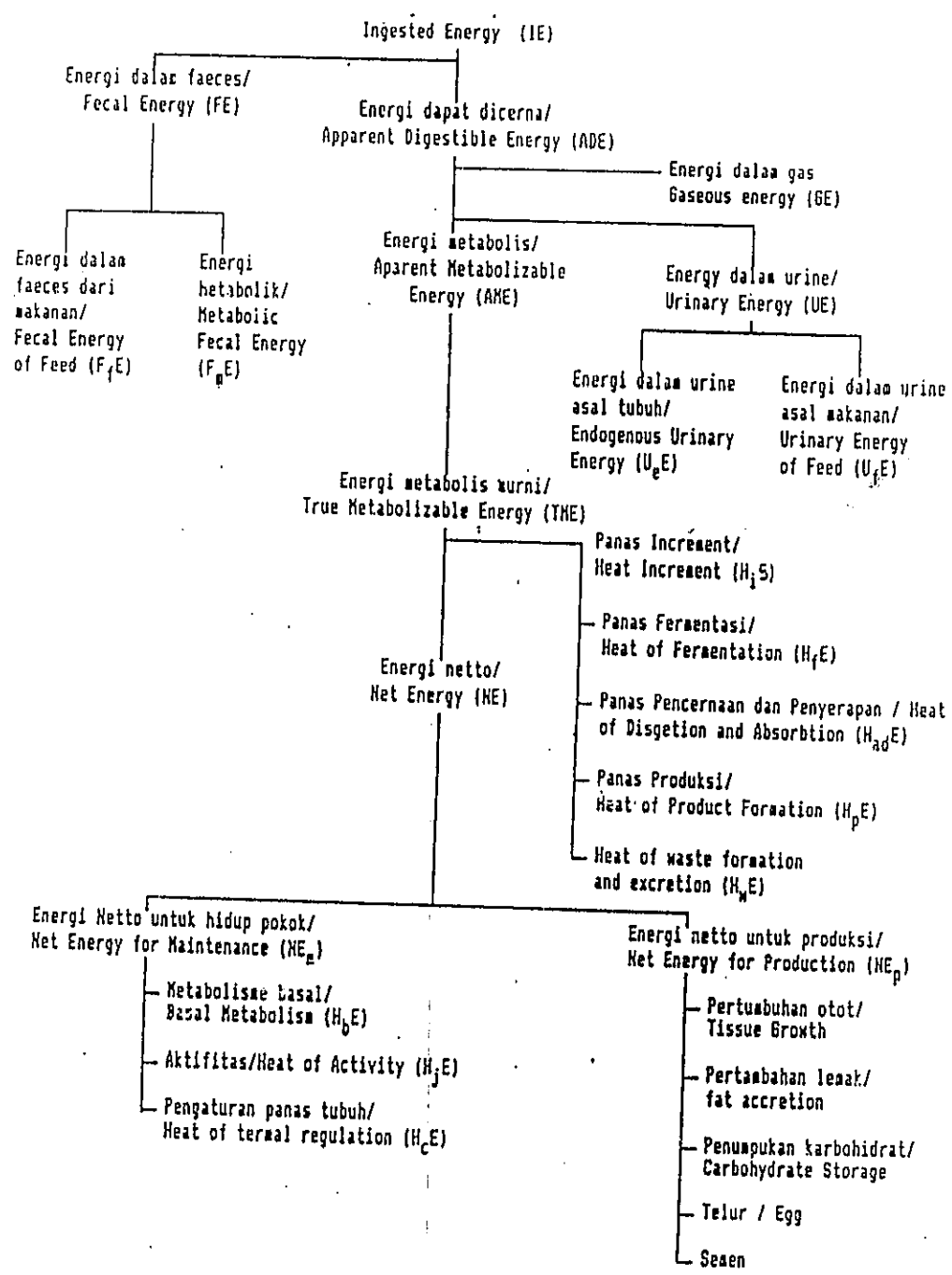
10. Efek pada kelenjar reproduksi. Kekurangan hormon tiroid mengakibatkan penurunan konsumsi oksigen dan sintesis protein, sehingga mengganggu pertumbuhan dan perkembangan kelenjar reproduksi ternak.

## **2.7. Hubungan Hormon Tiroid dengan Energi dan Penggunaan Protein**

Istilah energi menurut Scott *et al.* (1982), berasal dari kata *en* berarti “di dalam” dan *ergon* berarti “keluar”. Satuan pengukuran energi dinyatakan dalam kalori. Definisi kalori adalah banyaknya panas yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu satu gram air dari 16,5°C sampai 17,5°C. Satu kalori setara dengan 4,184 Joule (NRC, 1994).

Energi yang terdapat dalam bahan ransum tidak seluruhnya dapat dipergunakan oleh tubuh. Energi dalam ransum dapat dibedakan menjadi energi bruto, energi dapat dicerna, energi metabolis, dan energi netto. Energi bruto merupakan jumlah panas yang dilepaskan suatu bahan yang mengalami oksidasi sempurna dengan menggunakan “bomb calorimeter” dengan tekanan 25-30 atmosfer oksigen dan diukur dalam kalori (NRC, 1994). Penggunaan dan distribusi energi yang dikonsumsi ayam terlihat pada Ilustrasi 7.

Tillman *et al.* (1989) menjelaskan bahwa protein adalah polimer asam-asam amino dengan ikatan peptida mempunyai berat molekul yang tinggi. Kira-kira 90%



Ilustrasi 7. Distribusi Energi pada Unggas (Patrick dan Schaible, 1980)

dari protein sel adalah enzim. Protein dan asam amino digunakan ayam untuk: pembentukan jaringan tubuh, sistem enzim, energi, hemoglobin (transpor oksigen), dan mempertahankan tekanan osmotik (Patrick dan Schaible, 1980).

Kecernaan pakan atau nilai cerna pakan merupakan proses hidrolisis zat pakan sehingga siap diserap usus (Anggorodi, 1990). Kecernaan adalah jumlah zat yang terkandung dalam ransum yang dikonsumsi dikurangi dengan jumlah zat yang terkandung dalam faeses. Kecernaan dinyatakan dalam persen disebut koefisien cerna (Ranjhan, 1981).

Penggunaan (utilitas) protein ransum ditentukan oleh: kecernaan protein, penggunaan protein netto (PPN), dan rasio efisiensi protein (REP) (Anggorodi, 1990; Tillman *et al.*, 1989). Kecernaan semu protein kasar pada ayam tidak perlu dikoreksi N metabolik (Tillman *et al.*, 1989). Bahan pakan mempunyai kecernaan tinggi apabila mengandung zat-zat pakan mudah tercerna dan kecepatan metabolisme tinggi (Wahju, 1992). Energi yang dihasilkan dari proses metabolisme digunakan untuk produksi (Guyton, 1991). Penggunaan protein netto (PPN) merupakan perbandingan antara retensi dan konsumsi nitrogen (Sorensen *et al.*, 1983). Rasio efisiensi protein (REP) adalah pertambahan bobot badan per satuan konsumsi protein kasar (Anggorodi, 1990). Penelitian Rahayu (1994) menunjukkan bahwa penambahan 0,05 ppm tiroksin dalam ransum basal broiler periode starter memberikan kecernaan protein dan pertambahan bobot badan lebih tinggi yaitu sebesar 82,44% dan 41,67 g/ekor/hari, dibandingkan tanpa pemberian tiroksin sebesar 81,84% dan 39,17 g/ekor/hari.

## 2.8. Hubungan Hormon Tiroid dan Lemak Tubuh

Pertumbuhan yang cepat pada broiler akan diikuti oleh penimbunan lemak yang cepat pula. Penimbunan lemak cenderung meningkat sejalan dengan pertambahan bobot badan dan secara proporsional menurunkan kadar abu dan protein tubuh (Wilson *et al.*, 1983). Penimbunan lemak dalam tubuh ternak melalui urutan sebagai berikut: asam lemak dalam plasma darah dengan bentuk lipoprotein, jaringan otot dan lemak abdominal (Leclercq dan Whitehead, 1988; Soeparno, 1998).

Status hormon tiroid merupakan faktor penting dari proses lipolisis sel adiposa broiler. Potensi lipolisis dengan  $T_3$  ditemukan maksimal antara 15-150 nM dengan pengamatan 4 dan 24 jam, namun bukan pada jangka waktu pendek 0,5 jam (Suniga dan Oscar, 1994).

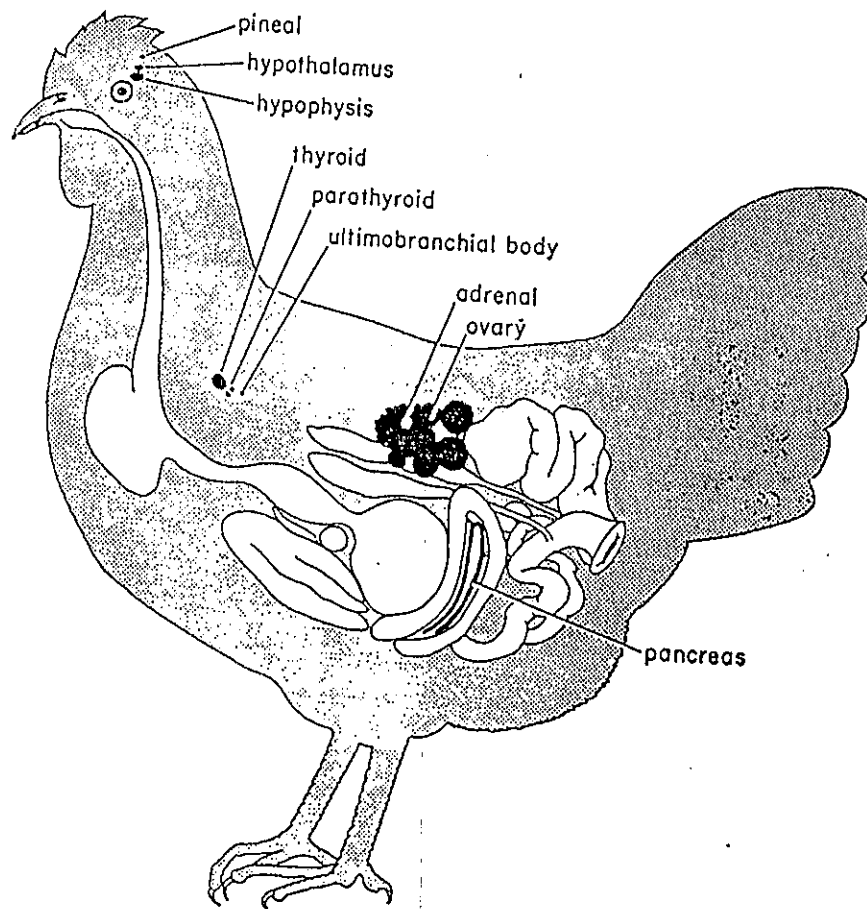
Harden dan Oscar (1993) menjelaskan bahwa pemberian hormon tiroid akan menurunkan deposisi lemak pada ayam akibat mobilisasi lemak. Sel adiposa broiler hipertiroid memiliki lemak lebih rendah dibandingkan dengan sel adiposa broiler eutiroid secara *in vitro*. Pemberian  $T_3$  pada kultur sel adiposa meningkatkan lipolisis melalui suatu mekanisme tertentu. Pengamatan terhadap sel adiposa dengan pemberian  $T_3$  menunjukkan peningkatan lipolisis dan regulasi dari reseptor glukagon. Suniga dan Oscar (1994) menambahkan pemberian  $T_3$  akan meningkatkan penurunan regulasi  $G_i$  atau reseptor somatostatin. Somatostatin merupakan inhibitor potensial bagi glukagon yang menstimulir cAMP dan lipolisis dari sel lemak (Oscar, 1991 dan 1992).

Leclercq (1984) dan Oscar (1993) menjelaskan bahwa sel lemak dari hewan hipotiroid menunjukkan sensitivitas terhadap agen antilipolitik dan meningkatkan "guanine nucleotide-binding" protein (Gi) yang merupakan kopel reseptor hormon antilipolitik untuk menghambat adenilil siklase dan lipolisis. Siklik adenosin monofosfat (cAMP) dan lipolisis dari sel adiposa distimulir oleh glukagon serta dihambat oleh polipeptida pankreas dan somatostatin. Reseptor somatostatin pada sel-sel selain sel adiposa merupakan kopel untuk menghambat adenilil siklase melalui Gi.

### **2.9. Kelenjar Tiroid Sapi dan Kelenjar Tiroid Broiler**

Kelenjar tiroid sapi terdiri dari 2 buah lobi yang masing-masing lobus berukuran panjang  $\pm 8$  cm, lebar  $\pm 2$  cm dan berat 14-15 gram. Bentuk kelenjar tiroid sapi segitiga pipih saling berhubungan, berwarna merah gelap, terletak pada permukaan depan kerongkongan, menempel pada bagian luar lingkaran pertama atau kedua dari kerongkongan. Sekresi hormon tiroid pada sapi sebanyak 2-2,35  $\mu\text{g}/100$  g bobot badan (Sisson dan Grosman, 1961). Komponen pembentuk hormon tiroid adalah asam amino dan iodium (Ganong, 1980).

Penelitian Atmomarsono (1989) menunjukkan bahwa bobot kelenjar tiroid broiler pada umur 56 hari akan menurun dengan pemberian 0,025-0,075% KTK sapi dalam ransum saat broiler umur 7-56 hari. Bobot kelenjar tiroid broiler dalam



Ilustrasi 8. Gambar Posisi Kelenjar Endokrin Broiler Betina (Austic dan Nesheim, 1990)

penelitian tersebut berkisar antara 4,13 sampai 8,36 mg/100 g BB. Kelenjar tiroid broiler terletak pada pangkal kerongkongan (Ilustrasi 8).

### **2.10. Pemberian Hormon Tiroid pada Broiler**

Newcomer (1976) menjelaskan pada broiler berumur 24, 30 dan 51 hari yang mendapatkan pakan dengan tambahan protamon 0,02% dan 0,04% ternyata menurunkan bobot kelenjar tiroid. Protamon mengandung 6,73% iodium dan hormon aktif L-Tirosin 1,03%. May (1980) menambahkan pemberian T4 dalam pakan broiler akan meningkatkan kadar T4 plasma, sedangkan T3 plasma meningkat satu hari setelah pemberian T4.

Kadar T3 dan T4 tidak dipengaruhi oleh kandungan energi metabolis ransum. Sintesis hormon tiroid tergantung kecukupan asam amino tirosin dan iodium, namun demikian untuk mencapai bobot badan optimum diperlukan keseimbangan antara protein dan energi metabolis pakan (Ganong, 1980).

Penurunan pemasokan kalori dalam keadaan puasa akan menyebabkan penurunan T3 dalam serum. Penurunan kadar T3 dalam serum disebabkan oleh penurunan konversi T4 menjadi T3 di pembuluh darah perifer. Penurunan T3 akan menurunkan metabolisme. Ekskresi ureum dan 3-metilhistidin melalui urine meningkat saat puasa pada kondisi sehat yang merunjukkan bahwa metabolisme pada otot meningkat (Djojosebagio, 1990).

Menurut Ganong (1980), penambahan substansi yang berhubungan dengan kelenjar tiroid pada konsentrasi optimum memberikan pengaruh anabolik dan mengakibatkan penambahan bobot badan menjadi lebih tinggi. Atmomarsono (1989) menjelaskan bahwa penambahan kelenjar tiroid kering (KTK) sapi pada ransum broiler dapat meningkatkan penambahan bobot badan (PBB), rasio efisiensi protein (REP), penggunaan protein netto (PPN), dan kadar T3 dan T4 serum, serta menurunkan konversi ransum dan bobot lemak abdominal broiler.

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini telah dilaksanakan pada tanggal 20 Juli sampai 8 September 2000 di Laboratorium Ilmu Ternak Unggas Fakultas Peternakan UNDIP Tembalang Semarang.

#### **3.2. Bahan dan Alat**

Penelitian ini menggunakan "Day Old Chick" (DOC) broiler betina strain Logmann sebanyak 189 ekor. Ransum yang digunakan pada umur 1-28 hari adalah ransum starter (protein kasar 23% dan energi metabolis 3000 kkal/kg) dan umur 29 – 49 hari dengan ransum finisher (protein kasar 20% dan energi metabolis 3000 kkal/kg). Bahan pakan sebagai penyusun ransum broiler adalah dedak halus, jagung, tepung ikan, bungkil kedele, "meat bone meal" (MBM) dan premix. Hasil analisis proksimat bahan pakan tercantum pada Lampiran 1, sedangkan komposisi asam amino ransum sesuai dengan tabel NRC (1994) tercantum pada Tabel 3. Komposisi bahan pakan dari ransum starter dan finisher dapat diamati pada Tabel 1, 2 dan 3. Hormon tiroid eksogen yang digunakan adalah kelenjar tiroid kering sapi. Pembuatan tepung kelenjar tiroid (KTK) sapi dilakukan dengan mengiris tipis-tipis kelenjar tiroid yang diambil dari RPH Semarang. Irisan KTK sapi tersebut

diangin-anginkan hingga kering, digiling halus dan diayak. Kandang penelitian menggunakan alas litter. Kandang individual digunakan untuk pengukuran retensi N

Tabel 1 . Komposisi Bahan Pakan dari Ransum Starter

Keterangan	Bahan Pakan (%)	Protein Kasar (%) <sup>1)</sup>	Energi Metabolis (kkal/kg) <sup>2)</sup>	Ca (%) <sup>1)</sup>	P (%) <sup>1)</sup>
Dedak Halus	0,5	13,3	3356,51	5,4	0,6
Jagung	65,1	9,6	3346,62	0,1	0,4
Tp. Ikan	4,7	47,5	2628,22	7,2	3,5
Bk. Kedele	24,5	50,1	3009,91	5,6	0,3
Meat Bone Meal (MBM)	5,1	42,3	2733,54	7,3	3,9
PREMIX	0,1	20,9	2217,25	14,6	3,5
Ransum	100,0	23,0	3098,01	1,8	0,7

<sup>1)</sup>Berdasarkan kering udara dari hasil analisis bahan pakan laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia Fakultas MIPA UNDIP tahun 2000

<sup>2)</sup>Berdasarkan perhitungan persamaan Carpenter dan Clegg (1956) dalam Wahju (1992)

Tabel 2. Komposisi Bahan Pakan dari Ransum Finisher

Keterangan	Bahan Pakan (%)	Protein Kasar (%) <sup>1)</sup>	Energi Metabolis (kkal/kg) <sup>2)</sup>	Ca (%) <sup>1)</sup>	P (%) <sup>1)</sup>
Dedak	9	13,3	3356,51	5,4	0,6
Jagung	65,1	9,6	3346,62	0,1	0,4
Tp. Ikan	1,2	47,5	2628,22	7,2	3,5
Bk. Kedele	20	50,1	3009,91	5,6	0,3
Meat Bone Meal (MBM)	4,6	42,3	2733,54	7,3	3,9
PREMIX	0,1	20,9	2217,25	14,6	3,5
Ransum	100,0	20,0	3142,21	2,1	0,6

<sup>1)</sup>Berdasarkan kering udara dari hasil analisis bahan pakan laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia Fakultas MIPA UNDIP tahun 2000

<sup>2)</sup>Berdasarkan perhitungan persamaan Carpenter dan Clegg (1956) dalam Wahju (1992)

Tabel 3. Komposisi Asam Amino Ransum Broiler

Asam Amino	Starter		Finisher	
	Ransum	Kebutuhan <sup>1)</sup>	Ransum	Kebutuhan <sup>1)</sup>
Arginin	1,24	1,25	1,16	1,10
Glisin+Serin	1,64	1,25	1,39	1,14
Histidin	0,47	0,35	0,49	0,32
Isoleusin	0,79	0,80	0,74	0,73
Leusin	1,32	1,20	1,28	1,09
Lisin	1,15	1,10	1,11	1,00
Metionin+Sistin	0,88	0,90	0,83	0,72
Fenilalanin+Tirosin	1,50	1,34	1,47	1,22
Treonin	0,66	0,60	0,69	0,74
Triptofan	0,22	0,20	0,23	0,18
Valin	0,89	0,90	0,94	0,82

<sup>1)</sup>Berdasarkan kering udara dari tabel NRC (1994)

dengan indikator Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Rata-rata suhu dan kelembaban relatif kandang penelitian yang diukur pagi, siang dan sore sebesar 30,46°C dan 84,71% (Lampiran 2).

### 3.3. Prosedur Penelitian dan Pengumpulan Data

Pemeliharaan DOC broiler sebanyak 189 ekor dilakukan secara bersama-sama dengan menggunakan indukan diberi pakan ransum starter *ad libitum* selama 7 hari. Air minum diberi vitamin untuk menanggulangi stress saat DOC tiba. Broiler umur 7 hari ditimbang untuk mengetahui bobot awal broiler. Bobot awal broiler digunakan sebagai dasar penentuan kelompok ringan ( $83,86 \pm 4,53$  g), sedang ( $94,39 \pm 2,33$  g),

dan berat ( $102,66 \pm 3,06$  g) sesuai rancangan percobaan. Setelah dilakukan pengacakan broiler dipindahkan ke kandang sesuai dengan perlakuan masing-masing.

Perlakuan pembatasan pakan yaitu: *ad libitum*, 85%, dan 70% ransum dilakukan pada umur 8-14 hari. Penentuan jumlah konsumsi pakan untuk perlakuan pembatasan pakan berdasarkan standart konsumsi pakan pada brosur broiler Logmann. Standart konsumsi pakan pada brosur broiler Logmann umur 8-14 hari sebesar 258,00 g/minggu. Perlakuan pembatasan pakan dihentikan pada umur 15 hari dan diberikan pakan *ad libitum*. Penambahan KTK sebesar 0%; 0,075% dan 0,150% dicampurkan secara merata dalam ransum diberikan pada umur 15-28 hari.

Upaya pencegahan penyakit dilakukan dengan vaksinasi ND umur 4 hari dan 4 minggu melalui tetes mata, serta vaksinasi gumboro pada umur 6 hari. Pergantian ransum starter menjadi finisher dilakukan pada umur 4 minggu dengan masa peralihan 4 hari sebesar 25, 50, 75 dan 100% ransum finisher. Selama 4 hari pergantian ransum diberikan vitamin dalam air minum untuk mengurangi stress.

Perhitungan bobot badan, pertambahan bobot badan (PBB), efisiensi pakan, konsumsi protein, rasio efisiensi protein (REP) dilakukan setiap minggu selama penelitian. Pengamatan terhadap penggunaan protein netto (PPN) dan energi metabolis dilakukan pada hari ke-21. Pengamatan terhadap persentase karkas, bobot hati, bobot lemak abdominal, bobot kelenjar tiroid dan kadar T4 serum darah dilakukan pada hari ke-28. Hari ke-49 diamati persentase karkas, bobot hati, dan bobot lemak abdominal.

Pertambahan bobot badan (g/ekor/minggu) diperoleh dari selisih bobot badan akhir dan bobot badan awal pada tiap minggu selama periode penelitian. Efisiensi pakan adalah perbandingan pertambahan bobot badan dengan konsumsi ransum tiap minggu dikalikan 100%.

Konsumsi protein (g/ekor/minggu) dihitung dari konsumsi ransum dikalikan dengan kadar protein ransum. Konsumsi ransum merupakan selisih antara jumlah ransum yang diberikan dengan jumlah ransum sisa setiap minggu. Rasio efisiensi protein (REP) adalah efisiensi protein yang diubah menjadi daging dihitung berdasarkan perbandingan antara pertambahan bobot badan dengan konsumsi protein.

Pengukuran penggunaan protein netto (PPN) dan energi metabolis dengan mengambil contoh broiler setiap perlakuan dalam kandang litter, kemudian diletakkan pada kandang individual untuk dianalisis dengan menggunakan  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ .

Penggunaan protein netto (PPN) dihitung dari perbandingan antara retensi dengan konsumsi nitrogen, sesuai dengan metode yang dilakukan Sorensen *et al.* (1983). Retensi N merupakan selisih dari jumlah nitrogen yang dikonsumsi dengan nitrogen yang terdapat dalam ekskreta. Data retensi N diperoleh dengan menggunakan  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  yang dihitung pada ransum dan ekskreta.

Menurut Wahju (1992) retensi N diperoleh dengan rumus :

$$\text{N/g ransum} - \text{N/g ekskreta} \times \frac{\% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ ransum}}{\% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ ekskreta}}$$

Perhitungan energi metabolis (E.M) sesuai dengan Wahju (1992) menggunakan rumus:

$$\text{E.M. per gram ransum} = \text{Energi bruto per gram ransum} - (\text{Energi ekskreta per gram ransum} + 8,22 \times \text{gram N yang diretensi per gram ransum})$$

$$\text{Energi ekskreta per gram ransum} = \text{Energi bruto per gram ekskreta} \times \frac{\% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ ransum}}{\% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ ekskreta}}$$

Persentase karkas adalah perbandingan bobot karkas dengan bobot hidup (BH) dikalikan 100%. Bobot karkas merupakan hasil penimbangan karkas broiler dengan triple beam kepekaan 0.1 g.

Bobot hati (g/100g BH) dihitung berdasarkan perbandingan bobot hati dengan bobot hidup (BH). Bobot lemak abdominal (g/100g BH) diukur berdasarkan bobot lemak abdominal tanpa lemak yang ada di sekitar usus dibandingkan dengan bobot hidup (BH). Penimbangan hati dan lemak abdominal dengan timbangan O'House dengan kepekaan 0,01 g.

Bobot kelenjar tiroid (mg/100g BH) dihitung dari perbandingan bobot kelenjar tiroid dengan bobot hidup (BH). Kelenjar tiroid dibersihkan dari jaringan lain yang menempel, kemudian ditimbang dengan timbangan elektronik dengan kepekaan 0,001 mg.

Pengukuran kadar T4 serum darah dengan menggunakan metode Radioimmunoassay (RIA). Pengukuran ini diawali dengan pengambilan darah

melalui *vena jugularis* sebanyak 2 ml setiap ekor dengan alat penyuntik dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang ditutup rapat. Tabung reaksi diletakkan dalam termos dan dikirim ke laboratorium untuk dipisahkan plasmanya dengan alat pemusing (sentrifus) dengan kecepatan 2000 rpm pada suhu 4°C selama 30 menit. Plasma darah dipisahkan dan disimpan dalam refrigerator dengan suhu 20°C siap untuk analisis T4. Analisis T4 serum darah dengan metode RIA berdasarkan prinsip kompetitif antara T4 dalam plasma dengan (<sup>125</sup>I) T4 terhadap spesifik antibodi yang dilapiskan pada tabung polietilen. Tabung polietilen dengan lapisan spesifik antibodi untuk T4 berwarna biru, sedangkan untuk T3 berwarna merah. Prosedur penentuan T4 darah diawali dengan penyediaan tabung tanpa lapisan spesifik antibodi untuk A dan NSB sebagai blangko, serta tabung kalibrator B sampai F dengan tabung polietilen yang telah dilapisi spesifik antibodi. Kalibrator A sampai F untuk pengukuran T4 plasma sebagai berikut:

Kalibrator	μT4/dl
A	0
B	1
C	4
D	10
E	16
F	24

Selanjutnya plasma kontrol dan contoh dipipet sebanyak 25  $\mu$ l kemudian dimasukkan pada masing-masing tabung NSB, A dan tabung polietilen berlapis antibodi spesifik B sampai F. Tiap-tiap tabung ditambah 1.0 ml ( $^{125}$ I) T4 dan dikocok dengan vortex dan diinkubasi selama 120 menit dalam penangkas air dengan suhu 37°C. Setelah inkubasi, tabung dipusingkan dengan kecepatan 2000 rpm selama 30 menit dan dibuang supernatannya. Presipitas dicacah dengan pencacah gamma satu per satu. Kadar T4 dapat dihitung dengan mengeplot pada grafik standart untuk membandingkan hasil cacahan tabung plasma contoh dan kontrol.

#### 3.4. Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan dasar rancangan acak kelompok (RAK) dengan pola petak terbagi (split plot). Kelompok dibagi menjadi tiga berdasarkan bobot badannya yaitu: kelompok ringan ( $83,86 \pm 4,53$  g), sedang ( $94,39 \pm 2,33$  g), dan berat ( $102,66 \pm 3,06$  g). Petak utama (main plot) pada rancangan ini adalah pembatasan pakan yaitu: R0, R1, R2 masing-masing *ad libitum*, 85% dan 70% ransum. Anak petak (sub plot) pada rancangan ini adalah pemberian KTK sapi yaitu: T0, T1, dan T2 masing-masing 0%; 0,075% dan 0,150% ransum.

Model linear :

$$Y_{ijk} = \mu + K_k + A_i + \delta_{ik} + B_j + (AB)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

- $Y_{ijk}$  : Nilai pengamatan pada kelompok ke-k yang memperoleh perlakuan pembatasan pakan ke-i dan level KTK ke-j  
 $\mu$  : Nialai rata-rata sesungguhnya  
 $K_k$  : Pengaruh kelompok ke-k  
 $A_i$  : Pengaruh level pembatasan pakan ke- i  
 $\delta_{ik}$  : Pengaruh galat dari pembatasan pakan ke-i dalam kelompok ke-k (galat petak utama)  
 $B_j$  : Pengaruh pemberian level KTK ke-j  
 $(AB)_{ij}$  : Pengaruh interaksi level pembatasan pakan ke- i dan pemberian level KTK ke-j  
 $\epsilon_{ijk}$  : Pengaruh galat dari level pembatasan pakan ke- i, pemberian level KTK ke-j, dan kelompok ke-k

Variabel yang diamati adalah bobot badan (g), penambahan bobot badan (PBB) (g/minggu), persentase karkas (%), kadar T4 serum ( $\mu\text{g/dl}$ ), bobot kelenjar tiroid (g/100 g BH), efisiensi pakan (%), konsumsi protein kasar (g/minggu), rasio efisiensi protein (REP), penggunaan protein netto (PPN), energi metabolis (kcal/kg), bobot hati (g/100 g BH), dan bobot lemak abdominal (g/100g BH).

Analisis data penampilan broiler pada umur 8-14 hari (Tabel 4) menggunakan RAK dengan perlakuan pembatasan pakan (*ad libitum*, 85% dan 70% pakan) dan KTK sebagai anak contohnya. Hal ini disebabkan anak petak (KTK) belum diberikan perlakuan KTK sapi dalam ransum.

Analisis data yang dilakukan adalah analisis varians dan uji beda nilai tengah Duncan dengan menggunakan program komputer costat dengan tingkat signifikansi 0,05.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Penampilan Broiler Saat Pembatasan Pakan Umur 8-14 Hari

Rata-rata konsumsi pakan broiler percobaan dengan pakan *ad libitum* pada umur 7-14 hari ternyata lebih besar dibandingkan dengan standart jumlah pakan dari brosur broiler strain Logmann, yaitu masing-masing sebesar 304,30 g/ekor/minggu dan 258,00 g/ekor/minggu. Hasil perhitungan analisis ragam (Lampiran 3) yang dilanjutkan dengan uji beda nilai tengah Duncan (Lampiran 4) disajikan pada Tabel 4. Hasil pengamatan terhadap penampilan broiler dengan menunjukkan bobot badan, pertambahan bobot badan (PBB), konsumsi pakan dan konsumsi protein signifikan ( $P < 0,05$ ) menurun akibat pembatasan pakan 85% dan 70% selama seminggu dari umur 8-14 hari (Tabel 4).

Tabel 4. Penampilan Broiler pada Umur 14 Hari dengan Pakan *Ad libitum* dan Pembatasan Pakan Umur 8-14 Hari

14

Keterangan	Pakan		
	<i>Ad libitum</i>	85 %	70%
Bobot Badan (g)	272,19 <sup>a</sup>	236,46 <sup>b</sup>	215,43 <sup>b</sup>
Pertambahan Bobot Badan (g)	178,81 <sup>a</sup>	143,50 <sup>b</sup>	120,82 <sup>b</sup>
Konsumsi Pakan(g/ekor/minggu)	304,30 <sup>a</sup>	219,30 <sup>b</sup>	180,60 <sup>c</sup>
Konsumsi Protein (g/ekor/minggu)	69,80 <sup>a</sup>	50,33 <sup>b</sup>	41,39 <sup>c</sup>
Efisiensi Pakan (%)	58,90 <sup>a</sup>	65,40 <sup>b</sup>	66,97 <sup>b</sup>
Rasio Efisiensi Protein	2,562 <sup>a</sup>	2,851 <sup>b</sup>	2,920 <sup>b</sup>
Konsumsi Air Minum	503,14 <sup>a</sup>	511,90 <sup>a</sup>	504,95 <sup>a</sup>

Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

Efisiensi pakan broiler dengan pembatasan pakan 85% dan 70% signifikan ( $P < 0,05$ ) lebih tinggi dibandingkan dengan pakan *ad libitum*. Efisiensi pakan merupakan perbandingan antara pertambahan bobot badan dengan konsumsi pakan. Penurunan konsumsi pakan 27,93% dan 38,55% mengakibatkan penurunan pertambahan bobot badan masing-masing 19,75% dan 32,43%.

Rasio efisiensi protein (REP) broiler dengan pembatasan pakan 85% dan 70% sebesar 2,851 dan 2,920 signifikan ( $P < 0,05$ ) lebih tinggi dibandingkan dengan REP pakan *ad libitum* sebesar 2,562. Efisiensi pakan dan rasio efisiensi pakan (REP) broiler dengan pembatasan pakan 85% tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) dibandingkan dengan 70% pembatasan pakan. Konsumsi air minum tidak dipengaruhi ( $P > 0,05$ ) oleh pembatasan pakan.

Peningkatan efisiensi pakan dan REP dijelaskan dengan penelitian Palo *et al.* (1995b) bahwa pembatasan pakan dini mengakibatkan penurunan densitas jejenum atau penipisan secara relatif dinding usus, sehingga dapat lebih efisien dalam penyerapan zat-zat nutrisi. Aktivitas relatif enzim maltase dan sukrase pada jejenum tidak dipengaruhi oleh pembatasan pakan. Aktivitas enzim tripsin dan lipase menurun saat pembatasan pakan. Penurunan aktivitas enzim tripsin dan lipase mengakibatkan penyerapan lemak pakan menurun, sehingga sintesis lemak tubuh juga akan menurun saat pembatasan pakan.

#### 4.2. Bobot Badan, Pertambahan Bobot Badan dan Persentase Karkas Pasca Pembatasan Pakan Umur 15-28 Hari

Hasil perhitungan analisis varians dan uji beda nilai tengah Duncan dari bobot badan, pertambahan bobot badan dan persentase karkas pasca pembatasan pakan (Lampiran 5, 6, 7, 8, 9, dan 10) disajikan pada Tabel 5, 6, dan 7. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 14 hari pasca pembatasan pakan 85% dan 70%, bobot badan broiler lebih rendah ( $P < 0,05$ ) dibandingkan dengan bobot badan broiler dengan pakan *ad libitum* (Tabel 5). Bobot badan broiler yang rendah akibat pembatasan pakan mampu menyamai bobot badan broiler dengan pakan *ad libitum* setelah 21 hari (umur 35 hari). Penambahan kelenjar tiroid kering (KTK) sapi dalam ransum broiler pasca pembatasan pakan ternyata mampu mempercepat pertumbuhan kompensasi pasca pembatasan pakan. Bobot badan broiler setelah 7 hari pemberian 0,075% KTK sapi dalam ransum pasca pembatasan pakan 85% (umur 21 hari) tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) dengan bobot badan broiler dengan pakan *ad libitum*, sedangkan peningkatan level KTK menjadi 0,150% membutuhkan waktu 14 hari untuk pemulihan bobot badan (umur 28 hari). Bobot badan broiler setelah 7 hari pemberian 0,075% KTK sapi dalam ransum pasca pembatasan pakan 70% (umur 21 hari) tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) dengan bobot badan broiler dengan pakan *ad libitum*, namun peningkatan level KTK sapi menjadi 0,150% membutuhkan waktu 21 hari (umur 35 hari) untuk mencapai bobot badan broiler tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) dengan pakan *ad libitum*.

Penurunan energi pakan akibat pembatasan pakan akan menekan aktivitas sistem syaraf *sympahthetic* dan konsentrasi T3 serum darah, sehingga laju metabolisme akan menurun (Zubair dan Leeson, 1994). Rendahnya konsentrasi hormon T3 serum darah pasca pembatasan pakan ditanggulangi dengan pemberian hormon T4 berupa KTK sapi dalam ransum. Hormon T4 tersebut akan diiodinasi menjadi T3 di perifer (Ganong, 1980). Peningkatan hormon tiroid tersebut yang mengakibatkan pertumbuhan kompensasi menjadi lebih tinggi dengan pemberian KTK sapi dalam ransum broiler pasca pembatasan pakan. Pemberian KTK sapi

Tabel 5. Bobot Badan Broiler dengan Pemberian KTK Sapi dalam Ransum Pasca Pembatasan Pakan dan Pakan *Ad libitum*

Perlakuan	Bobot Badan (g)		
	21 Hari	28 Hari	35 Hari
R0T0	538,48 <sup>a</sup>	799,40 <sup>a</sup>	1108,00 <sup>a</sup>
R1T0	492,65 <sup>b</sup>	735,56 <sup>b</sup>	1118,67 <sup>a</sup>
R2T0	457,73 <sup>b</sup>	708,89 <sup>b</sup>	1044,67 <sup>a</sup>
<b>Rerata</b>	<b>496,29</b>	<b>747,95</b>	<b>1090,45</b>
R0T1	542,62 <sup>P</sup>	800,11 <sup>P</sup>	1112,33 <sup>P</sup>
R1T1	526,68 <sup>Pq</sup>	791,67 <sup>P</sup>	1132,00 <sup>P</sup>
R2T1	500,03 <sup>q</sup>	765,55 <sup>P</sup>	1116,00 <sup>P</sup>
<b>Rerata</b>	<b>523,11</b>	<b>785,78</b>	<b>1120,11</b>
R0T2	541,24 <sup>x</sup>	801,67 <sup>x</sup>	1124,00 <sup>x</sup>
R1T2	523,89 <sup>x</sup>	791,11 <sup>x</sup>	1112,00 <sup>x</sup>
R2T2	482,22 <sup>y</sup>	722,77 <sup>y</sup>	1074,33 <sup>x</sup>
<b>Rerata</b>	<b>515,78</b>	<b>771,85</b>	<b>1103,44</b>

Superskrip berbeda pada kolom dan anak petak yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

Tabel 6. Pertambahan Bobot Badan (PBB) Broiler dengan Pemberian KTK Sapi dalam Ransum Pasca Pembatasan Pakan dan Pakan *Ad libitum*

Perlakuan	PBB	PBB	PBB	PBB
	(g/minggu) 15-21 Hari	(g/minggu) 22-28 Hari	(g/minggu) 15-28 Hari	(g/minggu) 29-49 Hari
R0T0	255,69 <sup>a</sup>	252,72 <sup>a</sup>	508,41 <sup>a</sup>	1010,0 <sup>a</sup>
R0T1	269,34 <sup>b</sup>	256,93 <sup>a</sup>	522,27 <sup>a</sup>	1007,7 <sup>a</sup>
R0T2	271,76 <sup>b</sup>	258,95 <sup>a</sup>	530,71 <sup>a</sup>	1007,7 <sup>a</sup>
<b>Rerata</b>	<b>264,26</b>	<b>256,20</b>	<b>520,46</b>	<b>1008,4</b>
R1T0	260,24 <sup>p</sup>	242,91 <sup>p</sup>	503,14 <sup>p</sup>	1053,3 <sup>p</sup>
R1T1	290,29 <sup>q</sup>	264,99 <sup>p</sup>	555,28 <sup>q</sup>	1029,3 <sup>p</sup>
R1T2	282,11 <sup>q</sup>	267,22 <sup>p</sup>	549,33 <sup>q</sup>	1030,7 <sup>p</sup>
<b>Rerata</b>	<b>277,55</b>	<b>258,37</b>	<b>535,95</b>	<b>1037,8</b>
R2T0	244,72 <sup>x</sup>	251,16 <sup>x</sup>	495,88 <sup>x</sup>	1072,0 <sup>x</sup>
R2T1	280,79 <sup>z</sup>	265,52 <sup>x</sup>	546,31 <sup>y</sup>	1029,3 <sup>x</sup>
R2T2	265,89 <sup>y</sup>	240,56 <sup>x</sup>	506,44 <sup>xy</sup>	1035,0 <sup>x</sup>
<b>Rerata</b>	<b>263,80</b>	<b>252,41</b>	<b>516,21</b>	<b>1045,4</b>

Superskrip berbeda pada kolom dan petak utama yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

dalam ransum broiler yang tinggi (0,150%) pasca pembatasan pakan 70% mengakibatkan proses katabolisme. Proses katabolisme terjadi karena metabolisme tubuh yang sangat tinggi, sedangkan broiler belum pulih dari cekaman

Pertambahan bobot badan signifikan ( $P < 0,05$ ) meningkat saat seminggu pertama (umur 15-21 hari) pemberian 0,075% dan 0,150% KTK sapi dalam ransum (Tabel 6). Pengaruh pemberian KTK sapi dalam ransum ternyata signifikan ( $P < 0,05$ ) pada seminggu pertama saja (umur 15-21 hari) terhadap pertumbuhan broiler, sedangkan pemberian KTK sapi pada minggu kedua (umur 22-28 hari) tidak efektif

lagi (Tabel 6). Pemberian KTK sapi 0,075% dan 0,150% pada umur 15-28 hari hanya pasca pembatasan pakan 85% saja yang signifikan ( $P < 0,05$ ) meningkatkan pertumbuhan broiler. Pertambahan bobot badan broiler dengan pembatasan pakan 70% dapat ditingkatkan dengan pemberian KTK sapi dalam ransum sebanyak 0,075%. Pertambahan bobot badan broiler pada umur 29-49 hari tidak dipengaruhi oleh pemberian KTK sapi dalam ransum pada perlakuan pakan *ad libitum* maupun pakan terbatas (Tabel 6).

Salah satu pengaruh hormon tiroid adalah meningkatkan pertumbuhan ternak (Djojosebagio, 1990). Ganong (1980) menambahkan bahwa hormon tiroid meningkatkan aktivitas enzim polimerase sehingga meningkatkan sintesis mRNA. Peningkatan sintesis mRNA akan meningkatkan sintesis protein, selanjutnya meningkatkan pertumbuhan ternak. Pemberian KTK sapi dalam ransum pada perlakuan pakan *ad libitum* maupun pakan terbatas tidak meningkatkan PBB sesuai dengan pendapat Leclercq dan Whitehead (1988) bahwa pemberian 1 mg hormon T4/kg ransum akan meningkatkan PBB broiler, namun pada minggu ke-4 terjadi penurunan PBB.

Pemberian 0,075-0,150% KTK sapi dalam ransum broiler dengan pakan *ad libitum* dan pembatasan pakan 85% tidak mempengaruhi ( $P > 0,05$ ) rata-rata persentase karkas broiler umur 28 dan 49 hari pada pakan *ad libitum* dan pembatasan pakan 85%, namun persentase karkas broiler umur 28 hari signifikan ( $P < 0,05$ ) menurun dengan pemberian 0,075% atau 0,150% KTK sapi dalam ransum setelah pembatasan pakan 70% (Tabel 7). Persentase karkas broiler umur 49 hari tidak

dipengaruhi ( $P > 0,05$ ) oleh pemberian 0,075% atau 0,150% KTK sapi dalam ransum pasca pembatasan pakan 70%.

Tabel 7. Persentase Karkas Broiler dengan Pemberian KTK Sapi dalam Ransum Pasca Pembatasan Pakan dan Pakan *Ad libitum*

Perlakuan	Karkas (%) 28 Hari	Karkas (%) 49 Hari
R0T0	61,27 <sup>a</sup>	64,54 <sup>a</sup>
R0T1	61,53 <sup>a</sup>	66,23 <sup>a</sup>
R0T2	59,89 <sup>a</sup>	66,79 <sup>a</sup>
<b>Rerata</b>	<b>60,90</b>	<b>65,85</b>
R1T0	61,51 <sup>P</sup>	66,71 <sup>P</sup>
R1T1	61,87 <sup>P</sup>	66,79 <sup>P</sup>
R1T2	60,14 <sup>P</sup>	65,68 <sup>P</sup>
<b>Rerata</b>	<b>61,17</b>	<b>66,39</b>
R2T0	63,39 <sup>x</sup>	65,47 <sup>x</sup>
R2T1	59,28 <sup>y</sup>	65,22 <sup>x</sup>
R2T2	54,34 <sup>z</sup>	64,86 <sup>x</sup>
<b>Rerata</b>	<b>59,00</b>	<b>65,18</b>

Superskrip berbeda pada kolom dan petak utama yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

Penurunan persentase karkas mencerminkan penurunan relatif bobot karkas dibandingkan organ lainnya seperti otak, usus, jantung, hati, ginjal dan lain-lain. Penurunan persentase karkas menunjukkan bahwa pemberian KTK sapi saat kondisi broiler yang baru mengalami cekaman pakan akan melakukan katabolisme lemak dan protein jaringan lemak dan otot untuk dijadikan energi dibandingkan organ lainnya seperti otak, usus, jantung, hati, ginjal dan lain-lain. Pengaruh hormon tiroid adalah meningkatkan aktivitas metabolisme jaringan lemak dan otot (Guyton, 1987).

#### 4.3. Bobot Kelenjar Tiroid dan Kadar Tiroksin (T4) Serum Darah

Hasil perhitungan analisis varians dan uji beda nilai tengah Duncan dari bobot kelenjar tiroid dan kadar tiroksin (T4) serum darah broiler (Lampiran 11 dan 12) disajikan pada Tabel 8. Bobot kelenjar tiroid broiler umur 28 hari dengan pemberian 0,075-0,150% KTK sapi dalam ransum dengan pakan *ad libitum* maupun pasca pembatasan pakan 85-70% signifikan ( $P < 0,05$ ) lebih rendah dibandingkan dengan bobot kelenjar tiroid broiler dengan ransum tanpa KTK sapi (Tabel 8). Peningkatan kadar tiroksin serum darah broiler akibat pemberian 0,075-0,150% KTK sapi dalam

Tabel 8. Bobot Tiroid dan Hormon Tiroksin (T4) Serum Darah dengan Pemberian KTK Sapi dalam Ransum Pasca Pembatasan Pakan dan Pakan *Ad libitum*

Perlakuan	Bobot Tiroid (mg/100g BH) 28 Hari	Tiroksin ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ ) 28 Hari
R0T0	5,02 <sup>a</sup>	1,010 <sup>a</sup>
R0T1	4,06 <sup>b</sup>	1,049 <sup>a</sup>
R0T2	3,52 <sup>b</sup>	1,357 <sup>a</sup>
<b>Rerata</b>	<b>4,20</b>	<b>1,139</b>
R1T0	5,01 <sup>p</sup>	1,036 <sup>p</sup>
R1T1	4,05 <sup>q</sup>	1,230 <sup>p</sup>
R1T2	3,95 <sup>q</sup>	1,192 <sup>p</sup>
<b>Rerata</b>	<b>4,34</b>	<b>1,153</b>
R2T0	5,22 <sup>x</sup>	0,803 <sup>x</sup>
R2T0	4,32 <sup>y</sup>	1,893 <sup>x</sup>
R2T0	3,96 <sup>y</sup>	1,023 <sup>x</sup>
<b>Rerata</b>	<b>4,50</b>	<b>0,907</b>

Superskrip berbeda pada kolom dan petak utama yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

ransum selama 2 minggu pasca pembatasan pakan maupun pakan *ad libitum* (umur 15-28 hari) ternyata tidak signifikan ( $P > 0,05$ ) (Tabel 8).

Leclercq dan Whitehead (1988) menjelaskan bahwa peningkatan aktivitas dan fungsi kelenjar tiroid pada broiler terjadi mulai umur 21 hari, sehingga pemberian hormon eksogen (KTK sapi dalam ransum) akan menghambat perkembangan kelenjar dan hormon tiroid endogen. Pemberian KTK sapi dalam ransum saat perkembangan kelenjar tiroid dan hormon tiroid endogen mengakibatkan proses umpan balik dengan mekanisme penghambatan "Thyroid-Stimulating Hormone" (TSH).

Peningkatan PBB, efisiensi pakan, rasio efisiensi protein (REP) hanya seminggu setelah pemberian KTK sapi dalam ransum (umur 15-21 hari) mengindikasikan bahwa peningkatan kadar dan aktivitas hormon T<sub>4</sub> broiler akibat pengaruh pemberian KTK sapi dalam ransum terjadi seminggu pertama (umur 21 hari). Pemberian KTK sapi dalam ransum pada minggu kedua terjadi penurunan kadar dan aktivitas hormon T<sub>4</sub> serum darah. Penurunan kadar hormon T<sub>4</sub> disebabkan mekanisme umpan balik.

Hormon tirotrofin (TSH) merupakan faktor utama yang mengontrol fungsi tiroid di bawah kondisi normal. Sintesis dan pengeluaran hormon tiroid secara otomatis diatur untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan kadar hormon yang terdapat dalam darah. Kadar hormon tiroksin (T<sub>4</sub>) serum darah yang tinggi pada kelinci akibat pemberian hormon tiroksin (T<sub>4</sub>) eksogen akan menekan sekresi TSH,

sehingga kelenjar tiroid kurang aktif mengakibatkan atrofi sel-sel folikel kelenjar tiroid (Djojsubagio, 1990). Pengaruh kadar hormon tiroid terhadap sekresi TSH melalui mekanisme hipotalamik (umpan balik simpai panjang) dan aksi langsung dengan kelenjar hipofisa. Mekanisme hipotalamik melalui sistem portal hipofisis. Mekanisme syaraf yang mempengaruhi sekresi TSH pada kelenjar hipofisa. Pada kondisi normal peningkatan kadar tiroid plasma darah akibat hormon tiroid eksogen akan meningkatkan katabolisme hormon tiroid (Turner dan Bagnara, 1976).

Hati dan ginjal merupakan organ utama yang berkaitan dengan katabolisme. Hormon  $T_3$  dan  $T_4$  dikonjugasikan sebagai glukuronid dalam hati, kemudian melintasi melewati empedu ke dalam usus. Jalur alternatif di dalam hati adalah deaminasi oksidatif untuk membentuk derivat asam piruvat. Metabolit tertentu dapat diserap kembali dalam usus. Sebagian besar iodium dari degradasi hormon digunakan kembali oleh kelenjar tiroid, sisanya terikat secara organik dan keluar lewat ginjal (Turner dan Bagnara, 1976).

#### **4.4. Efisiensi Pakan dan Konsumsi Minum**

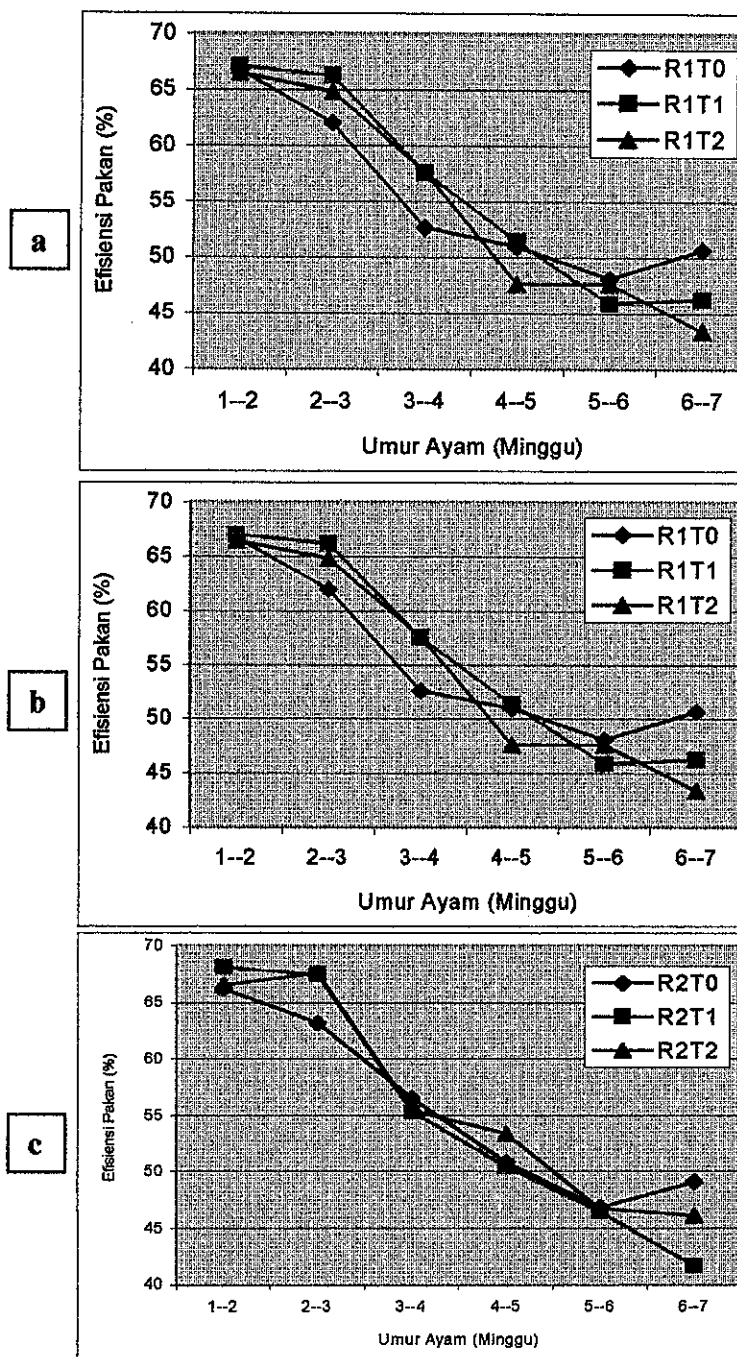
Hasil perhitungan analisis varians dan uji beda nilai tengah Duncan dari efisiensi pakan dan konsumsi minum (Lampiran 13, 14, 15, dan 16) disajikan pada Tabel 9 dan 10. Efisiensi pakan broiler meningkat secara signifikan ( $P < 0.05$ ) dengan pemberian 0,075% dan 0,150% KTK sapi dalam ransum selama seminggu setelah pembatasan pakan 70, 85% dan pakan *ad libitum*. Pemberian KTK sapi 0,075% dan

0,150% tidak mempengaruhi ( $P>0,05$ ) terhadap efisiensi pakan (Tabel 9). Palo *et al.* (1995b) menjelaskan bahwa pertumbuhan jejunum serta aktivitas relatif enzim maltase dan sukrase pada jejunum lebih tinggi saat 7 hari pasca pembatasan pakan (umur 21 hari) dibandingkan dengan dengan pakan *ad libitum*, sehingga efisiensi penyerapan nutrisi tinggi. Djojsubagio (1990) menambahkan bahwa hormon tiroid mengakibatkan penurunan peristaltik pada usus, sehingga meningkatkan penyerapan zat nutrisi. Peningkatan penyerapan zat nutrisi pada usus mengakibatkan peningkatan efisiensi pakan.

Tabel 9. Efisiensi Pakan Broiler dengan Pemberian KTK Sapi dalam Ransum Pasca Pembatasan Pakan dan Pakan *Ad libitum*

Perlakuan	Efisiensi Pakan (%) 15-21 Hari	Efisiensi Pakan (%) 22-28 Hari	Efisiensi Pakan (%) 15-28 Hari	Efisiensi Pakan (%) 29-49 Hari
ROT0	60,96 <sup>a</sup>	55,29 <sup>a</sup>	57,99 <sup>a</sup>	45,41 <sup>a</sup>
ROT1	65,06 <sup>b</sup>	56,06 <sup>a</sup>	60,30 <sup>a</sup>	50,40 <sup>a</sup>
ROT2	64,29 <sup>b</sup>	57,42 <sup>a</sup>	60,67 <sup>a</sup>	47,99 <sup>a</sup>
<b>Rerata</b>	<b>63,58</b>	<b>56,23</b>	<b>59,65</b>	<b>47,93</b>
R1T0	61,98 <sup>P</sup>	52,62 <sup>P</sup>	57,07 <sup>P</sup>	52,66 <sup>P</sup>
R1T1	66,24 <sup>q</sup>	57,53 <sup>P</sup>	61,76 <sup>q</sup>	47,48 <sup>P</sup>
R1T2	64,81 <sup>q</sup>	57,58 <sup>P</sup>	59,76 <sup>Pq</sup>	46,01 <sup>P</sup>
<b>Rerata</b>	<b>64,34</b>	<b>55,15</b>	<b>59,53</b>	<b>48,72</b>
R2T0	63,17 <sup>x</sup>	56,53 <sup>x</sup>	59,60 <sup>x</sup>	49,59 <sup>a</sup>
R2T1	67,46 <sup>y</sup>	55,32 <sup>x</sup>	60,95 <sup>x</sup>	45,70 <sup>x</sup>
R2T2	67,62 <sup>y</sup>	55,43 <sup>x</sup>	61,25 <sup>x</sup>	48,31 <sup>x</sup>
<b>Rerata</b>	<b>66,08</b>	<b>55,76</b>	<b>60,60</b>	<b>47,87</b>

Superskrip berbeda pada kolom dan petak utama yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P<0,05$ )



Ilustrasi 9. Efisiensi Pakan Berdasarkan Urutan Waktu dengan Pakan *Ad libitum*, Pembatasan Pakan 85% dan 70%

Pada minggu kedua pemberian KTK sapi dalam ransum setelah pembatasan pakan maupun pakan *ad libitum* tidak lagi meningkatkan ( $P>0,05$ ) efisiensi pakan. Peningkatan efisiensi pakan pada minggu pertama pemberian hormon eksogen, karena hormon tersebut dimanfaatkan broiler sebelum terjadi proses umpan balik dari hormon tiroid endogen.

Seminggu pemberian 0,075-0,150% KTK sapi dalam ransum broiler dengan pakan *ad libitum* akan meningkatkan efisiensi pakan, namun pada minggu kedua akan turun tajam (Ilustrasi 9a). Penurunan efisiensi pakan yang tajam pada minggu kedua (umur 3-4 minggu) disebabkan perkembangan hormon tiroid endogen broiler mengakibatkan terjadinya mekanisme umpan balik dengan penurunan sekresi TSH. Peningkatan aktivitas dan fungsi kelenjar tiroid pada broiler terjadi mulai umur 3 minggu, sehingga pemberian hormon eksogen akan menghambat perkembangan hormon tiroid endogen (Leclercq dan Whitehead, 1988).

Pemberian KTK sapi 0,075% dalam ransum dengan pakan *ad libitum* akan mempertahankan efisiensi pakan umur 4-7 minggu, sedangkan pemberian KTK sapi 0,150% terjadi penurunan efisiensi pakan umur 4-6 minggu dan meningkat kembali umur 6-7 minggu (Ilustrasi 9a). Pemberian hormon tiroid eksogen yang cukup tinggi (0,150% KTK sapi) masih mengganggu aktivitas kelenjar dan hormon tiroid endogen selama 2 minggu dari umur 4-6 minggu (Ilustrasi 9a).

Efisiensi pakan pada umur 2-4 minggu pemberian KTK sapi 0,075% dalam ransum (umur 2-4 minggu) pasca pembatasan pakan 85% relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol sampai umur 5 minggu, sedangkan pemberian KTK

lebih tinggi hanya sampai 4 minggu (Ilustrasi 9b). Efisiensi pakan dengan pemberian KTK sapi dalam ransum pasca pembatasan pakan 70% lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol hanya sampai umur 3 minggu (Ilustrasi 9c).

Tabel 10. Konsumsi Air Minum Broiler dengan Pemberian KTK Sapi dalam Ransum Pasca Pembatasan Pakan dan Pakan *Ad libitum*

Perlakuan	Konsumsi Air	Konsumsi Air	Konsumsi Air
	Minum (ml/minggu) 15-21 Hari	Minum (ml/minggu) 22-28 Hari	Minum (ml/minggu) 15-28 Hari
R0T0	799,1 <sup>a</sup>	1212,2 <sup>a</sup>	1005,6 <sup>a</sup>
R0T1	908,1 <sup>a</sup>	1306,7 <sup>a</sup>	1107,4 <sup>a</sup>
R0T2	882,9 <sup>a</sup>	1337,8 <sup>a</sup>	1110,3 <sup>a</sup>
<b>Rerata</b>	<b>863,3</b>	<b>1285,6</b>	<b>1074,4</b>
R1T0	872,4 <sup>P</sup>	1266,1 <sup>P</sup>	1069,3 <sup>P</sup>
R1T1	793,8 <sup>P</sup>	1318,4 <sup>P</sup>	1056,1 <sup>P</sup>
R1T2	896,7 <sup>P</sup>	1340,6 <sup>P</sup>	1118,7 <sup>P</sup>
<b>Rerata</b>	<b>854,3</b>	<b>1308,3</b>	<b>1081,3</b>
R2T0	802,4 <sup>x</sup>	1238,3 <sup>x</sup>	1020,4 <sup>x</sup>
R2T0	786,2 <sup>x</sup>	1346,1 <sup>x</sup>	1066,2 <sup>xy</sup>
R2T0	934,3 <sup>x</sup>	1510,0 <sup>x</sup>	1207,1 <sup>y</sup>
<b>Rerata</b>	<b>840,9</b>	<b>1354,8</b>	<b>1097,9</b>

Superskrip berbeda pada kolom dan petak utama yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

Konsumsi air minum tidak dipengaruhi ( $P > 0,05$ ) dengan pemberian KTK sapi dalam ransum broiler pada umur 15-21, 22-28 dan 15-28 hari (Tabel 10). Peningkatan aktivitas metabolisme tubuh dengan pemberian KTK sapi dalam ransum broiler ternyata tidak meningkatkan konsumsi air minum.

#### 4.5. Konsumsi Protein Kasar, Penggunaan Protein Netto (PPN) dan Rasio Efisiensi Protein (REP)

Hasil perhitungan analisis varians dan uji beda nilai tengah Duncan dari konsumsi protein kasar, penggunaan protein netto (PPN) dan rasio efisiensi protein (REP) (Lampiran 17, 18, 19, 20, 21, dan 22) disajikan pada Tabel 11 dan 12. Konsumsi protein kasar broiler umur 15-49 hari tidak dipengaruhi ( $P>0,05$ ) oleh peningkatan pemberian KTK sapi dalam ransum pasca pembatasan pakan 85% maupun pakan *ad libitum* (Tabel 11). Pemberian 0,075% KTK sapi dalam ransum selama seminggu maupun 2 minggu pasca pembatasan pakan 70% meningkatkan

Tabel 11. Konsumsi Protein Kasar dengan Pemberian KTK Sapi dalam Ransum Pasca Pembatasan Pakan dan Pakan *Ad libitum*

Perlakuan	Konsumsi Protein Kasar (g) 15-21 Hari	Konsumsi Protein Kasar (g) 22-28 Hari	Konsumsi Protein Kasar (g) 15-28 Hari	Konsumsi Protein Kasar (g) 29-49 Hari
R0T0	96,25 <sup>a</sup>	105,08 <sup>a</sup>	201,33 <sup>a</sup>	461,35 <sup>a</sup>
R0T1	96,58 <sup>a</sup>	105,22 <sup>a</sup>	198,80 <sup>a</sup>	417,53 <sup>a</sup>
R0T2	97,04 <sup>a</sup>	104,35 <sup>a</sup>	201,39 <sup>a</sup>	437,07 <sup>a</sup>
<b>Rerata</b>	<b>95,63</b>	<b>104,88</b>	<b>200,51</b>	<b>441,98</b>
R1T0	96,40 <sup>P</sup>	105,89 <sup>P</sup>	202,30 <sup>P</sup>	427,00 <sup>P</sup>
R1T1	100,48 <sup>P</sup>	105,84 <sup>P</sup>	206,32 <sup>P</sup>	451,29 <sup>P</sup>
R1T2	99,88 <sup>P</sup>	111,15 <sup>P</sup>	211,04 <sup>P</sup>	466,68 <sup>P</sup>
<b>Rerata</b>	<b>98,92</b>	<b>107,63</b>	<b>206,55</b>	<b>448,32</b>
R2T0	88,78 <sup>x</sup>	102,02 <sup>xy</sup>	190,81 <sup>x</sup>	456,77 <sup>x</sup>
R2T1	95,48 <sup>y</sup>	110,22 <sup>x</sup>	205,69 <sup>y</sup>	467,89 <sup>x</sup>
R2T2	90,17 <sup>xy</sup>	99,29 <sup>y</sup>	189,46 <sup>x</sup>	446,02 <sup>x</sup>
<b>Rerata</b>	<b>91,48</b>	<b>103,84</b>	<b>195,32</b>	<b>454,89</b>

Superskrip berbeda pada kolom dan petak utama yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P<0,05$ )

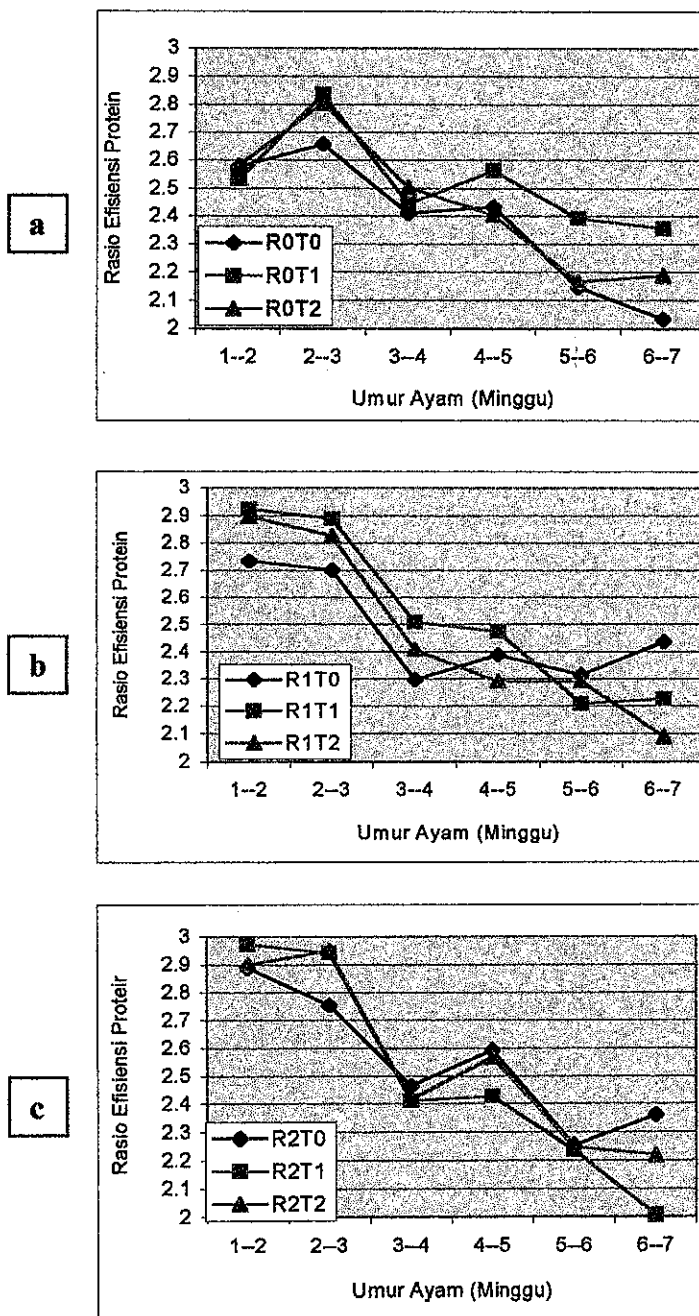
Tabel 12. Penggunaan Protein Netto (PPN) dan Rasio Efisiensi Protein (REP) dengan Pemberian KTK Sapi dalam Ransum Pasca Pembatasan Pakan dan Pakan *Ad libitum*

Perlakuan	PPN 21 Hari	REP 15-21 Hari	REP 22-28 Hari	REP 15-28 Hari	REP 29-49 Hari
R0T0	0,74158 <sup>a</sup>	2,658 <sup>a</sup>	2,411 <sup>a</sup>	2,528 <sup>a</sup>	2,184 <sup>a</sup>
R0T1	0,83609 <sup>b</sup>	2,936 <sup>b</sup>	2,444 <sup>a</sup>	2,629 <sup>a</sup>	2,424 <sup>a</sup>
R0T2	0,82475 <sup>b</sup>	2,803 <sup>b</sup>	2,503 <sup>a</sup>	2,645 <sup>a</sup>	2,308 <sup>a</sup>
<b>Rerata</b>	<b>0,80081</b>	<b>2,765</b>	<b>2,453</b>	<b>2,601</b>	<b>2,305</b>
R1T0	0,75295 <sup>p</sup>	2,702 <sup>p</sup>	2,296 <sup>p</sup>	2,488 <sup>p</sup>	2,469 <sup>p</sup>
R1T1	0,83385 <sup>q</sup>	2,888 <sup>q</sup>	2,508 <sup>p</sup>	2,692 <sup>q</sup>	2,284 <sup>p</sup>
R1T2	0,82989 <sup>q</sup>	2,825 <sup>q</sup>	2,408 <sup>p</sup>	2,605 <sup>pq</sup>	2,213 <sup>p</sup>
<b>Rerata</b>	<b>0,80556</b>	<b>2,805</b>	<b>2,404</b>	<b>2,565</b>	<b>2,322</b>
R2T0	0,75029 <sup>x</sup>	2,754 <sup>x</sup>	2,464 <sup>x</sup>	2,599 <sup>x</sup>	2,385 <sup>x</sup>
R2T1	0,83655 <sup>y</sup>	2,941 <sup>y</sup>	2,412 <sup>x</sup>	2,657 <sup>x</sup>	2,199 <sup>x</sup>
R2T2	0,82193 <sup>y</sup>	2,948 <sup>y</sup>	2,417 <sup>x</sup>	2,670 <sup>x</sup>	2,323 <sup>x</sup>
<b>Rerata</b>	<b>0,80292</b>	<b>2,881</b>	<b>2,431</b>	<b>2,642</b>	<b>2,302</b>

Superskrip berbeda pada kolom dan petak utama yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

konsumsi protein secara signifikan ( $P < 0,05$ ). Peningkatan konsumsi tersebut untuk pemulihan tubuh setelah cekaman pakan.

Peningkatan secara signifikan ( $P < 0,05$ ) penggunaan protein netto (PPN) yang diamati pada umur 21 hari dengan pemberian KTK sapi dalam ransum pasca pembatasan pakan maupun pakan *ad libitum* (Tabel 12). Peningkatan penggunaan protein netto (PPN) tersebut menunjukkan bahwa penambahan KTK sapi dalam ransum masih mampu meningkatkan kecepatan dan efisiensi penyerapan protein



Ilustrasi 10. Rasio Efisiensi Protein Berdasarkan Urutan Waktu dengan Pakan *Ad libitum*, Pembatasan Pakan 85% dan 70%

dalam ransum, sehingga perbandingan N retensi dan N konsumsi meningkat. Hormon tiroid mampu meningkatkan penyerapan zat pakan.

Seminggu pemberian 0,075-0,150% KTK sapi dalam ransum pasca pembatasan pakan 85 dan 70% maupun pakan *ad libitum* (umur 15-21 hari) mampu meningkatkan ( $P < 0,05$ ) rasio efisiensi protein (REP). Pengaruh pemberian KTK sapi dalam ransum broiler saat umur 22-28 hari terhadap REP tidak signifikan ( $P > 0,05$ ) pada pakan *ad libitum* dan pasca pembatasan pakan.

Pemberian 0,075% KTK sapi dalam ransum selama 2 minggu (umur 15-28 hari) akan meningkatkan REP pasca pembatasan pakan 85%, namun dengan 0,150% KTK tidak signifikan ( $P > 0,05$ ) meningkatkan REP. Peningkatan REP pada perlakuan pakan *ad libitum* dan pembatasan pakan 70% tidak signifikan ( $P > 0,05$ ) dengan pemberian KTK sapi dalam ransum. Pemberian hormon tiroid eksogen seminggu pertama mampu akan meningkatkan REP, namun mekanisme umpan balik dari hormon tiroid endogen pada minggu kedua mengakibatkan tidak terjadinya peningkatan REP. Rasio efisiensi protein umur 29-49 hari juga tidak dipengaruhi oleh pemberian KTK sapi dalam ransum.

Pemberian 0,075% KTK sapi dalam ransum pada pakan *ad libitum* akan meningkatkan REP pada umur 3 minggu, selanjutnya pada umur 4-7 minggu masih lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian 0,150% KTK sapi atau tanpa KTK sapi (Ilustrasi 10a). Pemberian 0,075% dan 0,150% KTK sapi dalam ransum pasca

pembatasan pakan 85% akan mampu mempertahankan REP lebih tinggi sampai umur 4 minggu (Ilustrasi 10b), sedangkan pada pembatasan pakan 70% hanya sampai umur 3 minggu (Ilustrasi 10c).

Peningkatan penggunaan protein (PPN dan REP) tanpa disertai peningkatan konsumsi protein pada broiler dengan penambahan KTK sapi dalam ransum karena peningkatan sintesis protein dan efisien penggunaan energi. Hormon tiroid meningkatkan sintesis protein, konsumsi oksigen, penyerapan zat nutrisi, deferensiasi dan pendewasaan jaringan (Djojsubagio, 1990). Efek hormon tiroksin pada proses metabolisme adalah interaksi antara hormon dan reseptor (H.R) pada inti sel yang memacu aktivitas enzim polimerase dan meningkatkan pembentukan m-RNA. Peningkatan sintesis m-RNA yang spesifik akan meningkatkan sintesis protein seperti enzim  $\alpha$ -gliserofosfat dehidrogenase ( $\alpha$ -GDP) yang terdapat dalam mitokondria dan enzim-enzim lain dalam sitoplasma (Djojsubagio, 1990). Peningkatan aktivitas  $\alpha$ -GDP menunjukkan efisiensi penggunaan energi untuk sintesis protein daging (Suthama, 1990).

#### **4.6. Energi Metabolis dan Bobot Hati**

Hasil perhitungan analisis varians dan uji beda nilai tengah Duncan dari energi metabolis dan bobot hati (Lampiran 23, 24, 25, dan 26) disajikan pada Tabel 13. Energi metabolis ransum signifikan ( $P < 0,05$ ) meningkat setelah seminggu pemberian 0,075-0,150% KTK sapi dalam ransum (umur 21 hari) pasca pembatasan

pakan maupun pakan *ad libitum* (Tabel 13). Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa efisiensi penyerapan nutrisi dan penggunaan energi untuk sintesis protein tubuh meningkat ( $P < 0,05$ ) akibat pemberian 0,075% KTK sapi dalam ransum.

Tabel 13. Energi Metabolis dan Bobot Hati Broiler dengan Pemberian KTK Sapi dalam Ransum Pasca Pembatasan Pakan dan Pakan *Ad libitum*

Perlakuan	Energi Metabolis	Bobot Hati	Bobot Hati
	(kcal/kg) 21 Hari	(g/100 g BH) 28 Hari	(g/100g BH) 49 Hari
R0T0	2533,4 <sup>a</sup>	2,853 <sup>a</sup>	2,083 <sup>a</sup>
R0T1	2801,9 <sup>b</sup>	2,885 <sup>a</sup>	1,744 <sup>a</sup>
R0T2	2659,1 <sup>b</sup>	2,874 <sup>a</sup>	1,744 <sup>a</sup>
<b>Rerata</b>	<b>2664,9</b>	<b>2,871</b>	<b>1,852</b>
R1T0	2436,7 <sup>p</sup>	2,648 <sup>p</sup>	1,922 <sup>p</sup>
R1T1	2623,9 <sup>q</sup>	2,815 <sup>q</sup>	1,802 <sup>p</sup>
R1T2	2573,0 <sup>q</sup>	3,081 <sup>r</sup>	1,953 <sup>p</sup>
<b>Rerata</b>	<b>2544,1</b>	<b>2,848</b>	<b>1,893</b>
R2T0	2446,4 <sup>x</sup>	2,895 <sup>x</sup>	1,996 <sup>x</sup>
R2T1	2650,7 <sup>y</sup>	3,072 <sup>y</sup>	2,321 <sup>x</sup>
R2T2	2523,5 <sup>xy</sup>	2,925 <sup>xy</sup>	2,116 <sup>x</sup>
<b>Rerata</b>	<b>2540,2</b>	<b>2,968</b>	<b>2,144</b>

Superskrip berbeda pada kolom dan petak utama yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

Zubair dan Leeson (1994) menjelaskan bahwa efisiensi penggunaan energi akan meningkat selama pembatasan pakan karena penyerapan nutrisi yang lebih baik, produksi panas (*heat production*) dan penggunaan energi untuk sintesis lemak yang rendah. Penggunaan energi untuk pemulihan tubuh pasca pembatasan pakan mengakibatkan penurunan efisiensi penggunaan energi selama 3 hari.

Pemberian KTK sapi dalam ransum broiler ternyata mampu meningkatkan efisiensi penggunaan energi pasca pembatasan pakan. Sesuai pendapat Scanes *et al.*, (1984) bahwa pemberian hormon tiroid akan meningkatkan sintesis protein dan efisiensi penggunaan energi dalam sintesis protein. Hormon tiroid mengontrol metabolisme energi dari semua sel. Suthama (1990) menjelaskan lebih lanjut bahwa efek hormon tiroksin meningkatkan sintesis protein dan koordinasi pengaturan metabolisme yang melibatkan sistem penyediaan energi dalam otot. Peningkatan aktivitas  $\alpha$ -GDP menunjukkan efisiensi penggunaan energi untuk sintesis protein daging.

Peningkatan bobot hati broiler pada umur 28 hari tidak signifikan ( $P > 0,05$ ) dipengaruhi oleh pemberian KTK sapi dalam ransum dengan pakan *ad libitum* (Tabel 13). Bobot hati signifikan ( $P < 0,05$ ) meningkat dengan pemberian 0,075% dan 0,150% KTK sapi dalam ransum pasca pembatasan pakan 85%, namun peningkatan bobot hati hanya pada pemberian 0,075% KTK pada pembatasan pakan 70%.

Peningkatan bobot hati tersebut disebabkan peningkatan aktivitas kerja hati dalam peranannya dalam liposilis dan sebagai sarana untuk sintesis protein tubuh yang sangat meningkat akibat pemberian KTK pada pertumbuhan kompensasi. Hati merupakan organ utama bagi metabolisme lemak pada ayam (Leclercq dan Whitehead, 1988).

Palo *et al.* (1995a) menjelaskan bahwa bobot relatif, total protein, RNA, DNA, rasio RNA:DNA, RNA:protein dan protein:DNA hati broiler jantan tertekan

dengan pembatasan pakan, selanjutnya pulih seminggu pasca pembatasan pakan. Rasio protein:DNA dapat digunakan untuk estimasi ukuran sel.

#### 4.7. Bobot Lemak Abdominal

Hasil perhitungan analisis dan uji beda nilai tengah Duncan dari bobot lemak abdominal (Lampiran 27 dan 28) disajikan pada Tabel 14. Bobot lemak abdominal akan menurun ( $P < 0,05$ ) dengan pemberian 0,075-0,150% KTK sapi dalam ransum pasca pembatasan pakan 85% maupun pakan *ad libitum* pada umur 28 hari (Tabel 14). Penurunan bobot lemak abdominal broiler umur 28 hari tidak signifikan ( $P > 0,05$ ) dengan pemberian 0,075% KTK pasca pembatasan pakan 70%. Bobot lemak abdominal broiler pada umur 49 hari akan menurun ( $P < 0,05$ ) dengan pemberian KTK sapi dalam ransum pasca pembatasan pakan 70% dan pakan *ad libitum*, namun tidak signifikan ( $P > 0,05$ ) pasca pembatasan pakan 85%. Pembentukan lemak (umur 49 hari) pasca pembatasan pakan 85% lebih rendah dibandingkan dengan pakan *ad libitum* dan pasca pembatasan pakan 70%.

Perlemakan yang tinggi merupakan masalah pada broiler yang memiliki pertumbuhan cepat. Hiperplasia dan hipertrofi sel pada jaringan lemak broiler masih terjadi pada umur 28-42 hari (Zhong *et al.*, 1995). Hiperplasia jaringan adiposa merupakan fenomena sangat penting umur 1-2 minggu, namun dapat diamati sampai umur 15 minggu (Hood, 1982 dan 1984; March *et al.*, 1984). Bobot lemak abdominal dapat mewakili kondisi lemak tubuh (Plavnik *et al.*, 1985), trigliserida dan

VLDL+LDL plasma darah broiler (Fontana *et al.*, 1993). Makin tinggi bobot lemak abdominal broiler makin tinggi lemak tubuh, trigliserida, dan VLDL+LDL plasma darah broiler tersebut. Penurunan lemak karkas pada broiler dipengaruhi oleh seleksi genetis (Leenstra, 1986), manipulasi ransum (March *et al.*, 1984), dan pembatasan pakan (Arafa *et al.*, 1983).

Tabel 14. Bobot Lemak Abdominal (BLA) dengan Pemberian KTK Sapi dalam Ransum Pasca Pembatasan Pakan dan Pakan *Ad libitum*

Perlakuan	BLA (g/100g BH)	
	28 Hari	49 Hari
R0T0	2,072 <sup>a</sup>	2,703 <sup>a</sup>
R0T1	1,514 <sup>b</sup>	2,273 <sup>b</sup>
R0T2	1,298 <sup>b</sup>	2,145 <sup>b</sup>
<b>Rerata</b>	<b>1,628</b>	<b>2,374</b>
R1T0	1,923 <sup>p</sup>	2,345 <sup>p</sup>
R1T1	1,293 <sup>q</sup>	2,111 <sup>p</sup>
R1T2	1,357 <sup>q</sup>	2,048 <sup>p</sup>
<b>Rerata</b>	<b>1,524</b>	<b>2,168</b>
R2T0	2,105 <sup>x</sup>	2,553 <sup>x</sup>
R2T1	1,850 <sup>xy</sup>	2,062 <sup>y</sup>
R2T2	1,553 <sup>y</sup>	2,124 <sup>y</sup>
<b>Rerata</b>	<b>1,836</b>	<b>2,246</b>

Superskrip berbeda pada kolom dan petak utama yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

Zhong *et al.* (1995) menyatakan bahwa lipolisis jaringan lemak abdominal meningkat saat pembatasan pakan, dan pasca pembatasan menurunkan lipogenesis pada hati broiler secara *in vitro*. Penurunan lipogenesis disebabkan oleh kebutuhan ekstra energi untuk memacu pertumbuhan pasca pembatasan pakan. Rosenbough

*et al.* (1985) menambahkan pembatasan pakan akan menurunkan ( $P < 0,05$ ) "Malic Enzyme" (ME) dan "Fatty Acid Synthetase" (FAS) yang berperan dalam lipogenesis.

Level hormon insulin broiler jantan dan betina akan tertekan ( $P < 0,05$ ) dan hormon glukagon meningkat selama perlakuan pembatasan pakan maupun pasca pembatasan pakan (McMurtry *et al.*, 1985). Penurunan rasio insulin dengan glukagon (I/G) menunjukkan bahwa hormon tersebut berperan terhadap penurunan kecepatan deposisi lemak (lipogenesis) dan peningkatan mobilisasi lemak (lipolisis).

Lipolisis jaringan adiposa dipengaruhi oleh hormon terutama glukagon. Mobilisasi simpanan triasilgliserol pada sel lemak dikatalisis oleh "Hormone-Sensitive Lipase" (HSL) pada proses hidrolisis triasilgliserol menjadi asam lemak dan gliserol. Laju lipolisis tergantung pada laju metabolik yang merupakan hasil dari fosforilasi dan aktivasi HSL (Leclercq dan Whitehead, 1988).

Penekanan terhadap awal pertumbuhan lemak dengan pembatasan pakan 85% pada umur 7-14 hari dan pemberian KTK sapi dalam ransum pada umur 15-28 hari ternyata mampu menekan perlemakan hingga umur 49 hari.

Hasil penelitian ini sesuai dengan pendapat Plavnik dan Hurwitz (1985; 1988 dan 1989) bahwa pembatasan pakan secara dini menunjukkan penurunan massa lemak abdominal dengan tidak menurunkan bobot badan broiler umur 52 dan 56 hari dibandingkan dengan pakan *ad libitum*. Cartwright *et al.* (1986) menambahkan pembatasan pakan menurunkan jumlah sel adiposa jaringan lemak abdominal, namun tidak mempengaruhi rata-rata ukuran sel adiposa atau konsentrasi sel adiposa dalam

jaringan lemak abdominal broiler umur 49 hari. Penurunan jumlah sel suatu jaringan pada awal periode pertumbuhan dapat mengakibatkan pertumbuhan jaringan tersebut menjadi lambat.

Status hormon tiroid merupakan faktor penting dari proses lipolisis sel adiposa broiler. Potensi lipolisis dengan  $T_3$  ditemukan maksimal antara 15-150 nM dengan pengamatan 4 dan 24 jam, namun bukan pada jangka waktu pendek 0,5 jam (Suniga dan Oscar, 1994). Harden dan Oscar (1993) menjelaskan bahwa pemberian hormon tiroid akan menurunkan deposisi lemak pada broiler akibat mobilisasi lemak. Pemberian  $T_3$  pada kultur sel adiposa meningkatkan lipolisis melalui suatu mekanisme tertentu. Pengamatan terhadap sel adiposa dengan pemberian  $T_3$  menunjukkan peningkatan lipolisis dan regulasi dari reseptor glukagon. Suniga dan Oscar (1994) menambahkan pemberian  $T_3$  akan meningkatkan penurunan regulasi  $G_i$  atau reseptor somatostatin. Somatostatin merupakan inhibitor potensial bagi glukagon yang menstimulir cAMP dan lipolisis dari sel lemak (Oscar, 1991 dan 1992).

Leclercq (1984) dan Oscar (1993) menjelaskan bahwa sel lemak dari hewan hipotiroid menunjukkan sensitifitas terhadap agen antilipolitik dan meningkatkan "guanine nucleotide-binding" protein ( $G_i$ ) yang merupakan kopel reseptor hormon antilipolitik untuk menghambat adenilil siklase dan lipolisis. Siklik adenosin monofosfat (cAMP) dan lipolisis dari sel adiposa distimulir oleh glukagon serta dihambat oleh polipeptida pankreas dan somatostatin. Reseptor somatostatin pada

sel-sel selain sel adiposa merupakan kopel untuk menghambat adenilil siklase melalui

Gi.

## BAB V

### KESIMPULAN

Pembatasan pakan pada broiler umur 8-14 hari akan menurunkan pertambahan bobot badan (PBB) dan konsumsi protein, namun meningkatkan efisiensi pakan dan rasio efisiensi protein (REP).

Bobot badan broiler dengan ransum tanpa penambahan KTK sapi dalam ransum pasca pembatasan pakan 85-70% menyamai kontrol setelah 3 minggu (umur 35 hari). Bobot badan broiler dengan penambahan 0,075% KTK sapi dalam ransum selama seminggu pasca pembatasan pakan 85-70% (umur 21 hari) dapat menyamai bobot badan broiler tanpa pembatasan pakan. Pemberian KTK sapi dalam ransum broiler dengan level tinggi (0,150%) tidak tepat dilakukan pasca pembatasan pakan 70%.

Pemberian 0,075% dan 0,150% KTK sapi seminggu pertama dengan pakan *ad libitum* maupun pasca pembatasan pakan 85% dan 70% meningkatkan PBB, efisiensi pakan, penggunaan protein netto (PPN), REP dan energi metabolis. Pemberian KTK sapi pada minggu kedua tidak mempengaruhi penampilan broiler. Pemberian 0,075-0,150% KTK sapi tidak mempengaruhi persentase karkas, namun menurunkan bobot lemak abdominal broiler.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Anggorodi, R. 1990. Ilmu Makanan Ternak Umum. Gramedia, Jakarta.
- Arafa, A.S., M.A. Boone, D.M. Janky, H.R. Wilson, R.D. Milles dan R.M. Harms. 1983. Energy restriction as a means of reducing fat pads in broilers. *Poultry Sci.* **62**: 314-320.
- Atmomarsono, U. 1989. Peranan Hormon Tiroid dalam Hubungannya dengan Penggunaan Protein terhadap Performans Broiler. Fakultas Pascasarjana IPB, Bogor. (Disertasi).
- Austic, R.E. dan M.C. Nesheim. 1990. *Poultry Production*. 13 th Ed. Lea and Febiger, London.
- Berg, R.T. dan R.M. Butterfield. 1976. *New Concepts of Cattle Growth*. Sidney University Press, Sidney.
- Butt, W.R. 1980. *Hormone Chemistry Protein, Polypeptide and Peptide Hormone*. Vol. 1. 2<sup>nd</sup> Ed. John Wiley and Sons Inc, New York.
- Cartwright, A.L., J.P. McMurtry dan I. Plavnik. 1986. Effect of early feed restriction on adipose cellularity of broilers. *Poultry Sci.* **65**: 21. (Abstr.).
- Djojosebagio, S. 1990. *Fisiologi Kelenjar Endokrin Volume I*. Pusat Antar Universitas IPB, Bogor.
- Eckert, R., D. Randall dan G. Augustine. 1987. *Animal Physiology Mechanisms and Adaptations*. 3<sup>rd</sup> Ed. W.H. Freeman and Company, New York.
- Fontana, E.A., W.D. Weaver Jr, B.A. Watkins dan D.M. Denbow. 1993. Characterization of lipogenic and lipolytic activity, muscle tissue composition, and DNA and RNA levels of broilers eating *ad libitum* or severely restricted at an early age. *Poultry Sci.* **72**: 684-690.
- Ganong, W.F. 1980. *Fisiologi Kedokteran*. Edisi ke-9. EGC, Jakarta. (Diterjemahkan oleh A. Dharma).
- Guyton, A.C. 1987. *Fisiologi Manusia dan Mekanisme Penyakit*. Edisi ke-3. EGC, Jakarta. (Diterjemahkan oleh P. Andrianto).

- Guyton, A.C. 1991. Fisiologi Kedokteran. EGC, Jakarta. (Diterjemahkan oleh P. Andrianto).
- Harden R.L. dan T.P. Oscar. 1993. Thyroid hormone and growth hormone regulation of broiler adipocyte lipolysis . *Poultry Sci.* **72**:669-676.
- Harper, H.A., V.M. Rodwell dan R.M. Mayes. 1979. Biokimia. Edisi ke-17. EGC, Jakarta. (Diterjemahkan oleh M. Muliawan).
- Hood, R.L. 1982. The cellular basis for growth of the abdominal fat pad in broiler-type chickens. *Poultry Sci.* **61**: 117-121.
- Hood, R.L. 1984. Cellular and Biochemical aspects of the fat deposition in the broiler chicken. *World's Poultry Sci.* **40**: 160-169.
- Leclercq, B. 1984. Adipose tissue metabolism and its control in birds. *Poultry Sci.* **63**: 2044-2054.
- Leclercq, B dan C.C. Whitehead. 1988. Leanness in Domestic Birds Genetic, Metabolic and Hormonal Aspects. Butterword & Co.Ltd, London.
- Leenstra, F.R. 1986. Effect of age, sex, genotype and environment on fat deposition in broiler chickens – A Review. *World's Poultry Sci.* **42**: 12-25.
- March, B.E., C. MacMillan dan S. Chu. 1984. Characteristic of adipose tissue growth in broiler type chickens to 22 weeks of age and the effects of dietary protein and lipid. *Poultry Sci.* **63**: 2207-2216.
- Matthew, J.A.M, T.V. D. Lende dan A. Osinga. 1977. Reproduksi dan Dasar-Dasar Endokrinologi pada Hewan-Hewan Ternak. IUFFIC Universitas Brawijaya, Malang. (Diterjemahkan oleh A. Winantea).
- May, J.D. 1980. Effect of dietary thyroid hormone on growth and feed efficiency on broiler. *Poultry Sci.* **59**: 888-892.
- McMurtry, J., I. Plavnik, R. Rosenbough dan J. Proudman. 1985. Endocrine adaptations to early feed restriction in broiler. *Poultry Sci.* **64**: 144. (Abstr.).
- Mongomery, R, R.L. Dryer, T.W. Conway, dan A.A. Spector. 1983. Biochemistry A Case-Oriented Approach. 4<sup>th</sup> Ed. The C.V. Mosby Company, London.

- NRC (National Research Council). 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 6<sup>th</sup> Ed. National Academy of Science. National Research Council, Washington.
- Oscar, T.P. 1991. Glucagon-stimulated lipolysis of primary cultured broiler adipocyte. *Poultry Sci.* 70: 326-332.
- Oscar, T.P. 1992. Glucagon-induced desensitization of broiler adipocyte lipolysis. *Poultry Sci.* 71:1015-1021.
- Oscar, T.P. 1993. Binding of glucagon to cell-surface receptors of broilers adipocytes. *Poultry Sci.* 72: 107. (Abstr.).
- Palo, P.E., J.L. Sell, F. J. Piquer, L. Vilaseca dan M. F. Soto-Salanova. 1995a. Effect of early nutrient restriction on broiler chickens 1. Performance and development of gastrointestinal tract. *Poultry Sci.* 74: 88-101.
- Palo, P.E., J. L. Sell, F. J. Piquer, M. F. Soto-Salanova dan L. Vilaseca. 1995b. Effect of early nutrient restriction on broiler chickens 2. Performance and digestive enzyme activities. *Poultry Sci.* 74: 1470-1483.
- Partodihardjo, S. 1982. Ilmu Reproduksi Hewan. Penerbit Mutiara, Jakarta.
- Patrick, H dan P.J. Schaible. 1980. *Poultry: Feeds and Nutrition*. 2<sup>nd</sup> Ed. Avi Publishing Company Inc., Connecticut.
- Plavnik, I., J. McMurtry dan R. Rosenbough. 1985. Effect of early feed restriction on body weight gain, feed efficiency and body composition in broiler. *Poultry Sci.* 64: 163. (Abstr.)
- Plavnik, I dan S. Hurwitz. 1985. The performance of broiler chicks during and following a severe feed restriction at an early age. *Poultry Sci.* 64: 348-355.
- Plavnik, I dan S. Hurwitz. 1988. Early feed restriction in chicks: effect of age, duration, and sex. *Poultry Sci.* 67: 384-390.
- Plavnik, I dan S. Hurwitz. 1989. Effect of dietary protein, energy, and feed pelleting on the response of chicks to early feed restriction. *Poultry Sci.* 68: 1118-1125.
- Rahayu, T. 1994. Pengaruh penambahan Tiroksin (T4) dalam Ransum Terhadap Penggunaan Protein pada Ayam Broiler Periode Starter. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang. (Skripsi. Sarjana Peternakan).

- Ranjahn, S.K. 1981. *Animal Nutrition in Tropic*. 2<sup>nd</sup> Ed. Vicas Publishing House Pvt. Ltd., New Delhi.
- Rosenbourgh, R.W., J.P. McMurtry, I. Plavnik dan N.C. Steels. 1985. Effect of early nutritional restriction regimes on lipid metabolism in broiler chicks. *Poultry Sci.* 64: 173. (Abstr.).
- Scanes, C.G., S. Harvey, J.A. March dan D.B. King. 1984. Hormones and growth in poultry. *Poultry Sci.* 63: 2062-2074
- Scott, M.L., M.C. Nesheim dan R.J. Young. 1982. *Nutrition of Chicken*. 2<sup>nd</sup> Ed. M.L. Scott Publishing and Associates, Ithaca, New York.
- Sisson, S. dan J.D. Grosman. 1961. *The Anatomy of The Domestic Animals*. 4<sup>th</sup> Ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- Soeparno. 1998. *Ilmu dan Teknologi Daging*. Edisi ke-3 Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sorensen, P., A. Chwalibog dan B.D. Eggum. 1983. Protein and energy metabolism in two lines of chickens select for growth on high or low protein diet. *Br. Poultry Sci.* 24: 237-250.
- Suniga, R.G. dan T.P. Oscar. 1994. Triiodothyronine attenuates somatostatin inhibition of broiler adipocyte lipolysis. *Poultry Sci.* 73: 564-570.
- Suthama, N. 1990. *Mechanism of Growth Promotion Induced by Dietary Thyroxine in Broiler Chickens*. Kagoshima University, Kagoshima. (Disertasi).
- Tillman, A.D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo dan S. Lebdosukojo. 1989. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Turner, C.D. dan J.T. Bagnara. 1976. *General Endocrinology*. 6<sup>th</sup> Ed. W.B. Saunders Co., Philadelphia.
- Wahju, J. 1992. *Ilmu Nutrisi Unggas*. Edisi ke-3. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Williams, I.H. 1982. *A Course Manual in Nutrition and Growth*. Australian Vice-Chancellors Committee, Melbourne.

- Wilson, J.B., A.S. Arafa, M.A. Boone, D.M. Janky, R.D. Miles, dan R.H. Harms. 1983. Abdominal fat pad reduction in broiler with thyroactive iodinated casein. *Poultry Sci.* **62**: 811.
- Zhong, C., H.S. Nakaeu., C.Y. Hu dan R.W. Mirosh. 1995. Effect of full feed and early feed restriction on broiler performance, abdominal fat level, cellularity, and fat metabolism in broiler chickens. *Poultry Sci.* **74**: 1636-1643.
- Zubair, A.K., dan S. Leeson. 1994. Effect of early feed restriction and realimentation on heat production and changes in size of digestive organs of male broilers. *Poultry Sci.* **73**: 529-538.