

# DISERTASI

## PENINGKATAN MUTU BUNGKIL BIJI KARET (*Hevea brasiliensis*) SEBAGAI BAHAN PAKAN AYAM PEDAGING MELALUI PROSES FISIK DAN SUPLEMENTASI KALSIMUM SULFAT



KK  
Dis 14/16/02  
wid  
P -

MILIK  
PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA

**WAHYU WIDODO**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
2000**

**PENINGKATAN MUTU BUNGKIL BIJI KARET  
(*Hevea brasiliensis*) SEBAGAI BAHAN PAKAN  
AYAM PEDAGING MELALUI PROSES FISIK  
DAN SUPLEMENTASI KALSIMUM SULFAT**

**DISERTASI**

Untuk memperoleh Gelar Doktor  
dalam bidang Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga  
dan telah dipertahankan di hadapan  
Panitia Ujian Doktor Terbuka

Pada hari : Kamis  
Tanggal 27 Mei 2000  
Pukul 10.00 WIB.



**Oleh :**

**WAHYU WIDODO**  
**NIM. 099512037 - D**

## Lembar Pengesahan

Disertasi ini telah disetujui tanggal 27 Mei 2000

Oleh :

Promotor,

  
**Prof. H.A. Soeparmono, MSc.**

Ko-Promotor I

  
**Prof. Koentjoko, Drh., MSc.Agr, Ph.D.**

Ko-Promotor II

  
**Romziah Sidik, Drh., Ph.D.**

Menyetujui,  
Ketua Program Studi  
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**Prof. Dr. H.A. Aziz Hubeis, Apt.**  
NIP. 130 287 034

Telah diuji pada ujian tertutup  
Pada tanggal 14 Pebruari 2000

**PANITIA PENGUJI DISERTASI TAHAP I**

Ketua : Prof. Dr. Hj. Kusningrum Rochiman, Ir., MS.  
Anggota : Prof. H.A. Soeparmo, MSc.  
Prof. Koentjoko, Drh., MSc.Agr., Ph.D.  
Prof. Dr. H. Rochiman Sasmita, Drh., MS.  
Prof. Dr. H. Soebarinoto, Ir., MS.  
Romziah Sidik, Drh., Ph.D.  
Dr. H. Sarmanu, Drh., MS.  
Dr. Mustikoweni, Ir., MSc.

Ditetapkan dengan Surat Keputusan  
Rektor Universitas Airlangga  
Nomor : 1072/J03/PP/2000  
Tanggal 24 Februari 2000

**Disertasi ini terwujud hanya karena  
Allah SWT  
Disertasi ini kupersembahkan sebagai  
bakti suci ananda pada Bapak dan Ibu  
tanda cinta pada Istri dan Anak-anakku**

**Tahukah engkau (orang) yang mendustakan agama?  
yaitu orang yang menghardik anak yatim,  
dan tidak menganjurkan memberi makan orang miskin  
Maka kecelakaanlah bagi orang-orang yang sholat,  
(yaitu) orang-orang yang lalai dari sholatnya,  
orang-orang yang berbuat riya',  
dan enggan memberi pertolongan**

**(QS Al-Maun: 1-7)**

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT. yang dengan karunia-Nya saya berhasil menyusun disertasi ini sampai selesai. Demikian juga saya sampaikan salam dan sholawat kepada junjungan saya Kanjeng Nabi Besar Muhammad SAW, yang telah memberi contoh petunjuk kehidupan kepada saya.

Ucapan terimakasih yang pertama saya sampaikan kepada promotor, Prof. H.A. Soeparmo, MSc., yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran dalam upaya memberikan wawasan, arahan, bimbingan dan saran-saran yang sangat berguna.

Ucapan terimakasih saya sampaikan kepada kopromotor I, Prof. Koentjoko, Drh., M.Sc.Agr, Ph.D. yang memberikan waktu dalam mengarahkan, menambah wawasan, bimbingan dan saran-saran yang berguna.

Ucapan terimakasih juga saya sampaikan kepada kopromotor II, Romziah Sidik, Drh., Ph.D. yang memberikan waktu dalam mengarahkan, menambah wawasan, bimbingan dan saran-saran yang berguna.

Demikian juga kepada Rektor Universitas Airlangga, Prof. H. Soedarto, Ph.D. dan mantan Rektor, Prof. Dr. H. Bambang Rahino Setokoesumo yang telah memperkenankan penulis untuk mengikuti program Doktor di Program Pasca Sarjana Universitas Airlangga Surabaya.

Direktur Program Pasca Sarjana, Prof. Dr. H. Soedijono, dr. yang telah memberikan kesempatan untuk melanjutkan pendidikan di Program Pasca Sarjana Universitas Airlangga Surabaya.

Mantan Rektor Universitas Muhammadiyah Malang, Prof. H. A. Malik Fadjar, Drs., M.Sc. telah memberikan kesempatan dan mengizinkan untuk mengikuti pendidikan pasca sarjana.

Rektor Universitas Muhammadiyah Malang, H. Muhadjir Effendy, Drs., MAP. beserta Pembantu Rektor yang telah memberikan dana pendidikan dan penelitian untuk penyelesaian program Doktor.

Mantan Pembantu Rektor I Universitas Muhammadiyah Malang, Prof. Dr. Imam Suprayogo, Drs. dan mantan Pembantu Rektor II, Soekijanto, Drs. yang memberikan kesempatan dan dorongan untuk melanjutkan pendidikan pasca sarjana.

Tim Manajemen Program Doktor, Dirjen Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan yang memberikan biaya selama pendidikan sehingga dapat bermanfaat untuk menyelesaikan studi.

Prof. Abdul Gani, SH, MS., Prof. Abdul Basir, Drs. (alm), Prof. Soetandyo Wignjosoebroto, Drs, MPA., Prof. H. A. Soeparmono, MSc., Prof. Soemadi, Drs., Apt., Prof. Koentjoko, Drh., MSc.Agr, Ph.D., Dr. H. M. Zainuddin, Apt., Dr. Amiruddin Prawita, Apt., Dr. Susanti Linuwih, M.Stat., Dr. Widodo JP., dr., MS., MPH., Dr. H. Sarmanu, Drh., MS., Dr. Ami Soewandi JS, Apt., staf pengajar di Program Pasca Sarjana Universitas Airlangga Surabaya yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan, arahan, saran dan masukan.

Dewan penguji ujian kualifikasi yang terdiri dari Prof. H.A. Soeparmono, MSc., Prof. Koentjoko, Drh., MSc.Agr., Ph.D., dan Romziah Sidik, Drh., Ph.D., yang berkenan memberikan berbagai saran dan kritikan.

Tim penilai usulan penelitian yang terdiri dari Prof. H.A. Soeparmono, MSc., Prof. Koentjoko, MSc.Agr., Ph.D., Prof. Dr. Hj. Kusningrum Rochiman, Ir., MS., Prof. Dr. H. Rochiman Sasmita, Drh., MS., Prof. Dr. H. Mustahdi S., Drh., M.Sc. Romziah Sidik, Drh., Ph.D., dan Dr. H. Sarmanu, Drh., MS.

Tim penilai naskah disertasi terdiri dari Prof. H.A. Soeparmono, MSc., Prof. Koentjoko, Drh., MSc.Agr., Ph.D., Prof. Dr. Hj. Kusningrum Rochiman, Ir., MS.,

Prof. Dr. H. Rochiman Sasmita, Drh., MS., Romziah Sidik, Drh., Ph.D., dan Dr. H. Sarmanu, Drh., MS.

Tim penguji pada ujian disertasi tahap I terdiri dari Prof. Dr. Hj. Kusriningrum Rochiman, Ir., MS., Prof. H.A. Soeparmo, MSc., Prof. Koentjoko, Drh., MSc.Agr., Ph.D., Prof. Dr. H. Rochiman Sasmita, Drh., MS., Prof. Dr. H. Soebarinoto, Ir., MS., Romziah Sidik, Drh., Ph.D., Dr. H. Sarmanu, Drh., MS. Dan Dr. Mustikoweni, Ir., MSc.

Civitas akademika Universitas Muhammadiyah Malang yang memberikan kesempatan seluas-luasnya untuk melanjutkan pendidikan.

Dekan, staf dosen dan karyawan Fakultas Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang yang memberi dorongan dan kesempatan melakukan penelitian.

Kepala dan staf Laboratorium dan Eksperimental Farm Fakultas Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang yang memberi kesempatan untuk dijadikan tempat penelitian.

Tim Pusat Studi Wanita dan Kemasyarakatan serta Panitia Penerimaan Mahasiswa Baru tahun 1999/2000 dan tahun 2000/2001 yang dengan penuh kerelaan menyumbangkan sebagian materi penyusunan disertasi

Adik-adik mahasiswa yang membantu dalam pelaksanaan penelitian terutama, Totok, Ambo, Kanti, Yeni, Yuniar, Yuni, Unik, Warul, Aris, dan Tutut.

Ayah dan ibu, mertua, istri, anak-anak dan keluarga yang terus-menerus memberikan dorongan semangat dalam menempuh pendidikan.



## RINGKASAN

Bungkil biji karet adalah hasil ikutan pembuatan minyak biji karet yang mempunyai kandungan protein cukup tinggi yaitu berkisar 25 sampai 35 persen dan tersedia dalam jumlah banyak. Kendala yang dihadapi dalam memanfaatkan bungkil biji karet sebagai pakan ternak adalah kandungan asam amino metionin dan lisinnya rendah, kandungan serat kasarnya tinggi, kandungan energinya yang rendah, dan mengandung asam sianida yang merupakan hasil hidrolisis linamarin. Kandungan asam sianida dapat dikurangi dengan perlakuan fisik seperti pemanasan dan atau suplementasi sulfur.

Permasalahan penelitian ini adalah : (a) apakah perlakuan fisik yang terdiri dari proses pemanasan dan ekstrusi pada bungkil biji karet dapat mempertahankan nilai nutrisi dan menurunkan kandungan asam sianida, (b) apakah pemberian bungkil biji karet yang telah diproses secara fisik melalui pemanasan dan ekstrusi, serta suplementasi kalsium sulfat dalam ransum meningkatkan nilai kinerja, nilai nutrisi dan kesehatan ayam pedaging, dan (c) apakah ada pengaruh interaksi antara perlakuan aras penggunaan bungkil biji karet dengan perlakuan proses secara fisik melalui pemanasan dan ekstrusi, serta perlakuan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kinerja, nilai nutrisi dan kesehatan ayam pedaging.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi pengolahan bungkil biji karet sebagai alternatif pakan ayam pedaging. Memanfaatkan bungkil biji karet

yang telah diproses secara fisik melalui pemanasan dan ekstrusi, serta perlakuan suplementasi kalsium sulfat untuk dapat dijadikan bahan pakan konvensional yang berkualitas.

Penelitian ini terdiri dari dua langkah percobaan. Percobaan pertama adalah pengaruh pemrosesan bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan nutrisi dan kandungan sianida. Percobaan kedua adalah perlakuan aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat dalam pakan terhadap penampilan ayam pedaging.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak serta di Experimental Farm Fakultas Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang. Pelaksanaan penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 1997 sampai dengan November 1998.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap yang terdiri dari 4 perlakuan dan 6 ulangan pada penelitian pertama. Keseluruhan unit percobaan berjumlah 24 unit. Pada penelitian kedua menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial  $4 \times 4 \times 3$ . Sebagai perlakuan adalah (1) bungkil biji karet tanpa proses, (2) proses pemanasan pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$  selama 4 jam, (3) proses ekstrusi pada suhu  $120^{\circ}\text{C}$  dan waktu 10 detik, dan proses suplementasi kalsium sulfat 12,7 kali kandungan asam sianida. Sedangkan perlakuan aras penggunaan bungkil biji karet terdiri dari: 0

persen ( $A_0$ ), 10 persen ( $A_{10}$ ), 20 persen ( $A_{20}$ ), 30 persen ( $A_{30}$ ). Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis variansi.

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan perlakuan fisik yaitu proses pemanasan dan ekstrusi pada bungkil biji karet secara umum menurunkan kandungan sianida dan bahan ekstrak tanpa N dengan tetap mempertahankan kandungan nutrisi bungkil biji karet.

Semakin meningkat aras pemberian bungkil biji karet sampai dengan aras 30 persen semakin menurun nilai kinerja dan status kesehatan ayam, dengan penurunan yang paling tajam terjadi pada aras pemberian bungkil biji karet 20 dan 30 persen ( $p$ ), sementara itu tidak terjadi penurunan yang nyata antara aras pemberian bungkil biji karet 0 dengan 10 persen. Perlakuan pemanasan, ekstrusi dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet tidak mempengaruhi kinerja, nilai nutrisi dan status kesehatan kecuali hanya meningkatkan berat hati ayam pedaging.

Secara umum, semakin meningkat perlakuan interaksi antara aras penggunaan bungkil biji karet pada semua proses pengolahan bungkil biji karet yaitu pemanasan, ekstrusi dan suplementasi kalsium sulfat semakin menurun kinerja dan status kesehatan, tetapi meningkatkan nilai nutrisi ayam pedaging.

Saran yang dapat dikemukakan adalah proses pemanasan dan ekstrusi dapat digunakan untuk mengurangi kandungan sianida dengan tanpa menurunkan kandungan nutrisi bungkil biji karet.

Bungkil biji karet sebagai bahan pakan ayam pedaging dapat diproses secara pemanasan, ekstrusi dan disuplementasi kalsium sulfat dengan memperhatikan faktor kandungan sianida, sedangkan pemberian bungkil biji karet pada ayam pedaging tidak lebih dari aras 10 persen.

## ABSTRACT

Two experiments were carried out to study the effect of physical treatments and calcium sulphate supplementation on the nutritional value of rubber seed meal and also the level of rubber seed meal on ration for broilers.

In the first experiment, physical treatments and calcium sulphate supplementation were used to increase the nutritive value of rubber seed meal those are : 1) without processing, 2) heat processing (50°C, 4 hours), 3) extrusion (120°C, 10 second), and 4) calcium sulphate supplementation as much 12,7 x HCN rubber seed meal content.

The result showed that generally physical treatments and calcium sulphate supplementation has significant effect to nutritional value and cyanide content of rubber seed meal ( $p < 0,05$ ) but non significant effect to extract ether and crude fiber content ( $p > 0,05$ ). Heat processing and extrusion give a best result.

In the second experiment, the experiment was based on Completely Randomized Design Factorial 4x4 by three replications. The first factor was treated by rubber seed meal on first experiment, while the second factor was rubber seed level, those were 0%, 10%, 20% and 30%.

The result showed that higher level of rubber seed given decrease almost all performance and healthy condition of broiler. Combination of heat processing, extrusion and calcium sulphate supplementation with level 10% give the best result on broiler performance.

Key words : rubber seed meal, physical treatment, calcium sulphate supplementation, extrusion, heat processing, cyanide.

## DAFTAR ISI

BAB	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PENETAPAN PANITIA PENGUJI .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	V
UCAPAN TERIMA KASIH .....	vi
RINGKASAN .....	ix
ABSTRACT .....	xiii
DAFTAR ISI .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xvii
DAFTAR GAMBAR .....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
1. PENDAHULUAN .....	1
1. Latar Belakang Permasalahan .....	1
2. Rumusan Masalah .....	5
3. Tujuan Penelitian .....	6
4. Manfaat Penelitian .....	6
2. TINJAUAN PUSTAKA .....	7
1. Landasan Teori .....	7
1. Karakteristik tanaman karet .....	7
2. Komposisi kimia bungkil biji karet .....	9
3. Toksisitas bungkil biji karet .....	11
4. Proses ekstrusi .....	14
5. Karakteristik kalsium sulfat .....	15
6. Pengukuran efektifitas pemberian pakan .....	17
a. Pengukuran kinerja ayam pedaging .....	17
b. Pengukuran nilai nutrisi pakan ayam pedaging .....	28
c. Kesehatan ayam .....	37
2. Landasan Empiris .....	45
3. KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN .....	47
1. Kerangka Konseptual Penelitian .....	47
2. Kerangka Operasional Penelitian Tahap Pertama .....	50
3. Kerangka Operasional Penelitian Tahap Kedua .....	52
2. Hipotesis Penelitian .....	54
4. MATERI DAN METODE PENELITIAN .....	55
1. Pengaruh Proses Fisik dan Suplementasi Kalsium Sulfat pada	

Bungkil Biji Karet terhadap Kandungan Nutrisi dan Kandungan Sianida .....	55
1.1. Tempat dan waktu penelitian .....	55
1.2. Bahan penelitian .....	55
1.3. Metode penelitian .....	56
2. Pengaruh Perlakuan Aras Penggunaan Bungkil Biji Karet yang Diproses Secara Fisik dan Suplementasi Kalsium Sulfat terhadap Penampilan Ayam Pedaging .....	58
2.1. Tempat dan waktu penelitian .....	58
2.2. Bahan penelitian .....	59
2.3. Metode penelitian .....	62
5. HASIL PENELITIAN .....	64
1. Pengaruh Pemrosesan pada Bungkil Biji Karet terhadap Kandungan Nutrisi dan Kandungan Asam Sianida .....	64
1.1. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan nutrisi .....	64
1.2. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan energi .....	65
1.3. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan sianida .....	67
2. Pengaruh Perlakuan Aras Penggunaan Bungkil Biji Karet yang Diproses Secara Fisik dan Suplementasi Kalsium Sulfat terhadap Penampilan Ayam Pedaging .....	68
2.1 Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kinerja ayam pedaging .....	68
2.2. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap nilai nutrisi ayam pedaging .....	76
2.3. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kesehatan ayam pedaging .....	81
6. PEMBAHASAN PENELITIAN .....	92
1. Pengaruh Proses Fisik dan Suplementasi Kalsium Sulfat pada Bungkil Biji Karet terhadap Kandungan Nutrisi dan Sianida .....	92
1.1. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan nutrisi .....	92
1.2. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan energi .....	95
1.2. Pengaruh perlakuan terhadap sianida.....	97
2. Pengaruh Perlakuan Aras Penggunaan Bungkil Biji Karet yang Diproses Secara Fisik dan Suplementasi Kalsium Sulfat terhadap Penampilan Ayam Pedaging .....	99

2.1. Pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kinerja ayam pedaging .....	99
2.2. Pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap nilai nutrisi ayam pedaging .....	123
2.3. Pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kesehatan ayam pedaging .....	133
7. KESIMPULAN DAN SARAN .....	161
1. Kesimpulan .....	161
2. Saran .....	162
DAFTAR PUSTAKA .....	163
LAMPIRAN .....	172



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Komposisi analisa proksimat bungkil biji karet .....	9
2.2. Komposisi asam amino bungkil biji karet .....	10
2.3. Hormon yang mempengaruhi kandungan glukosa darah .....	33
4.1. Komposisi pakan penelitian ayam pedaging periode awal .....	60
4.2. Komposisi pakan penelitian ayam pedaging periode akhir.....	61
5.1. Rataan kandungan bahan kering, abu, protein kasar, lemak kasar, serat kasar dan BETN bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat berdasarkan persentase bahan kering.....	64
5.2. Rataan kandungan energi metabolis semu dan energi metabolis sejati bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat .....	66
5.3 Rataan kandungan sianida bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat .....	67
5.4.a. Rataan pertambahan bobot badan, konsumsi pakan, konversi pakan, imbalan efisiensi protein ayam pedaging selama 0 sampai dengan 6 minggu .....	69
5.5.b. Rataan komposisi (berat karkas dan perbandingan daging dan tulang) dan kualitas karkas (kandungan protein kasar daging, dan lemak kasar daging) serta berat bulu ayam pedaging selama 0 sampai dengan 6 minggu .....	73
5.6.a. Rataan retensi nitrogen dan nilai biologis pakan untuk protein ayam pedaging selama 0 sampai dengan 6 minggu .....	77
5.6.b. Rataan kandungan glukosa darah ayam pedaging selama 0 sampai dengan 6 minggu .....	79
5.6.c. Rataan kandungan protein darah ayam pedaging selama 0 sampai dengan 6 minggu .....	81
5.7.a. Rataan berat hati, SGPT dan SGOT ayam pedaging selama 0 sampai dengan 6 minggu .....	82
5.7.b Rataan berat ginjal, <i>blood urea nitrogen</i> dan kreatinin ayam pedaging selama 0 sampai dengan 6 minggu .....	85
5.7.c. Rataan kandungan hemoglobin, sianida darah, kalsium darah dan fosfor darah ayam pedaging selama 0 sampai dengan 6 minggu ...	88

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Bagan reaksi hidrolisa linamarin .....	11
3.1. Kerangka konseptual penelitian .....	49
3.2. Kerangka operasional penelitian tahap pertama .....	51
3.3. Kerangka operasional penelitian tahap kedua .....	53

## LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1.a. Cara pengamatan kandungan bahan kering .....	173
1.b. Cara pengamatan kandungan abu .....	174
1.c. Cara pengamatan kandungan protein kasar dengan metode Kjeldhal .....	175
1.d. Cara pengamatan kandungan lemak kasar dengan Soxhlet.....	177
1.e. Cara pengamatan kandungan serat kasar .....	178
2 Cara pengamatan kandungan sianida .....	180
3 Cara pengamatan kandungan energi metabolis semu .....	182
4 Cara pengamatan kandungan energi metabolis sejati .....	186
5 Cara pengamatan kandungan asam amino .....	190
6 Cara pengamatan kandungan mineral .....	192
7 Rataan kandungan zat-zat makanan bungkil biji karet yang mengalami pemrosesan secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat .....	196
8 Komposisi kimia vitamin dan mineral mix (Dinamix HC) .....	197
9 Cara pengamatan konsumsi pakan .....	198
10 Cara pengamatan laju pertumbuhan .....	198
11 Cara pengamatan konversi pakan .....	198
12 Cara pengamatan imbalan efisiensi protein .....	199
13 Cara pengamatan berat bulu .....	199
14 Cara pengamatan kandungan sianida komposisi dan kualitas karkas .....	199
15 Cara pengamatan retensi nitrogen .....	200
16 Cara pengamatan nilai biologis pakan .....	201
17 Cara pengamatan glukosa darah .....	202
18 Cara pengamatan protein darah .....	203
19 Cara pengamatan berat hati .....	206
20 Cara pengamatan SGPT ... ..	206
21 Cara pengamatan SGOT .....	209
22 Cara pengamatan berat ginjal .....	211
23 Cara pengamatan kandungan <i>blood urea nitrogen</i> .....	212
24 Cara pengamatan kandungan kreatinin .....	213
25 Cara pengamatan kandungan hemoglobin menurut metode Sahli ..	215
26 Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan	

	bahan kering .....	216
27	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan abu .....	216
28	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan protein kasar .....	216
29	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan lemak kasar .....	216
30	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan serat kasar .....	217
31	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan energi metabolis semu .....	217
32	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan energi metabolis sejati .....	217
33	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan sianida .....	217
34	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan BETN .....	218
35	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap konsumsi pakan .....	218
36	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap pertambahan bobot badan .....	218
37	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap konversi pakan .....	219
38	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap imbalanced efisiensi protein .....	219
39	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap berat bulu .	219

40	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap berat karkas	220
41	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadapimbangan daging dan tulang .....	220
42	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap protein kasar daging .....	221
43	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap lemak kasar daging .....	221
44	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap nilai biologis.....	221
45	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat suplementasi kalsium sulfat terhadap nitrogen balance .....	222
46	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan glukosa darah .....	222
47	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan protein darah .....	223
48	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap berat hati .	223
49	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan SGPT .....	224
50	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan SGOT .....	224
51	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap berat ginjal	224
52	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap blood urea nitrogen .....	225
53	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kreatinin ...	225
54	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet	

	secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan hemoglobin .....	225
55	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan sianida darah .....	225
56	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan kalsium darah .....	226
57	Analisis varian pengaruh pemrosesan pada bungkil biji karet secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan fosfor darah .....	226

# BAB 1

**BAB 1****PENDAHULUAN****1.1. Latar Belakang Permasalahan**

Pakan ternak merupakan komponen penting dalam usaha peternakan, karena kualitas dan kuantitas pakan berpengaruh terhadap produksi ternak, di samping itu pakan ternak menghabiskan rata-rata 70 persen dari biaya produksi. Sekalipun demikian, sampai sekarang pakan ternak masih menghadapi kendala yang memerlukan penanganan serius. Kendala-kendala tersebut meliputi (1) ketersediaan bahan pakan konvensional yang terbatas, tidak berkesinambungan dan lambannya eksplorasi sumber bahan pakan baru, (2) kandungan zat-zat makanan yang beragam dan (3) harga yang semakin meningkat dari tahun ke tahun

Usaha untuk mencari alternatif bahan pakan yang baru baik disertai ataupun tidak disertai dengan tehnik pengolahan yang khusus perlu dilakukan. Salah satu alternatif yang memungkinkan adalah penggunaan bahan pakan non konvensional. Sumber bahan pakan non konvensional yang dapat dimanfaatkan berasal dari limbah ataupun hasil ikutannya baik dari sisa hasil pertanian, industri, kehutanan maupun perkebunan. Sementara ini hanya limbah hasil pertanian dan limbah industri yang umum dimanfaatkan untuk pakan ternak, padahal limbah industri hasil perkebunan mempunyai potensi yang cukup besar untuk membantu kekurangan penyediaan bahan pakan ternak. Limbah industri hasil perkebunan



tersedia cukup banyak dengan harga yang relatif murah dan mempunyai kandungan zat-zat makanan yang cukup tinggi.

Salah satu limbah industri hasil perkebunan yang dapat dijadikan alternatif sebagai bahan pakan ternak adalah bungkil biji karet. Bungkil biji karet adalah hasil ikutan pembuatan minyak biji karet yang mempunyai kandungan protein cukup tinggi yaitu berkisar 25 sampai 35 persen dan tersedia dalam jumlah banyak. Produksi bungkil biji karet diperkirakan berkisar antara 2,5 sampai 5 ton/ha/tahun. Perkebunan karet ini terutama tersebar di seluruh pulau Jawa dan sebagian di pulau Sumatera dan Kalimantan. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa bungkil biji karet dapat diberikan pada ayam pedaging sebesar 10 sampai 25 persen dengan hasil sama baiknya dengan ransum kontrol (Toh dan Chia, 1977., Davendra, 1981; Gohl, 1981; Stosic dan Kaykay, 1981), dan dapat digunakan sebagai pengganti bungkil biji kedelai (Davendra, 1981) maupun bungkil kelapa (Toh dan Chia, 1977., Stosic dan Kaykay, 1981).

Kendala yang dihadapi dalam memanfaatkan bungkil biji karet sebagai pakan ternak adalah kandungan asam amino metionin dan lisinnya rendah, kandungan serat kasarnya tinggi, kandungan energinya yang rendah, dan mengandung asam sianida yang merupakan hasil hidrolisis linamarin. Linamarin merupakan hasil metabolisme sekunder tanaman karet, termasuk keluarga *cyanogenic glycosides*.

Adanya asam sianida yang bebas berbahaya bagi ternak, karena jika asam sianida bereaksi dengan hemoglobin akan membentuk *cyano-Hb* yang menyebabkan darah tidak dapat membawa oksigen (Santoso, 1989). Kandungan

asam sianida dapat dikurangi dengan perlakuan fisik seperti pemanasan dan atau suplementasi sulfur.

Pemanasan dengan suhu antara 45°C sampai 55°C merupakan salah satu alternatif yang baik karena dapat mengurangi kandungan asam sianida sampai 75 persen (Nambisan, 1989), tetapi pemanasan konvensional ini belum dapat memastikan berapa besar suhu yang tepat untuk mencapai pengurangan asam sianida yang maksimal. Suhu 50°C dapat digunakan sebagai alternatif pemanasan konvensional. Di samping itu perlu juga dicari alternatif sistem pemanasan lain yang dapat dipakai sebagai perbandingan. Salah satunya adalah dengan sistem pemanasan yang kurang umum dilakukan, yaitu dengan sistem ekstrusi. Sistem ekstrusi adalah suatu sistem pemasakan yang menggunakan aplikasi suhu tinggi dengan saat olah yang singkat (Muchtadi, dkk, 1987). Suhu yang dipakai umumnya adalah 120°C dengan waktu sekitar 10 detik. Sistem ekstrusi ini meminimalkan kerusakan termal senyawa-senyawa gizi, tetapi berkemampuan merusak senyawa-senyawa anti nutrisi makanan dan toksik secara maksimal. Sistem ekstrusi ini belum pernah diteliti dan dipublikasikan sebagai alternatif untuk mengurangi kandungan asam sianida dalam bungkil biji karet.

Sulfur dapat menetralkan asam sianida dengan membentuk tiosianat yang tidak membahayakan ternak. Suplementasi sulfur dapat diperoleh dari sulfur organik maupun anorganik. Sumber sulfur organik antara lain adalah metionin, sistin dan sistein. Beberapa sumber sulfur anorganik antara lain adalah garam fero sulfat ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), kalium sulfat ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ), kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ) dan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Penelitian untuk mengurangi asam sianida yang dilakukan

sebelumnya menggunakan garam fero sulfat dengan kadar 12,7 kali kandungan asam sianida dengan hasil dapat menghilangkan sifat racun asam sianida (Marita, 1988). Akan tetapi perlu juga dicari alternatif sumber sulfur anorganik lain yang dapat memberikan efek sama baik ataupun lebih baik dibandingkan dengan garam fero sulfat. Salah satu alternatif yang memungkinkan adalah garam kalsium sulfat. Di samping senyawa sulfat dapat digunakan untuk mengurangi asam sianida, maka kalsium sebagai salah satu unsurnya, merupakan mineral makro yang sangat diperlukan oleh tubuh dalam jumlah relatif lebih banyak dibanding mineral lain. Mineral kalsium ini merupakan kation dalam tubuh dan umumnya berjumlah 1,5 sampai 2 persen dari bobot tubuh. Sekitar 99 persen kalsium terdistribusi dalam tulang. Di samping berperan dalam jaringan kerangka tulang, kalsium juga berperan dalam sistem syaraf, kontraksi otot, koagulasi darah, aktivator dan stabilisator beberapa enzim, dan untuk efisiensi pakan (Prawirokusumo, 1993)

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut, penelitian ini dirancang untuk menjawab masalah penelitian sebagai berikut.

- a. Apakah perlakuan fisik yang terdiri dari proses pemanasan dan ekstrusi pada bungkil biji karet dapat mempertahankan nilai nutrisi dan menurunkan kadar sianida.

- b. Apakah pemberian bungkil biji karet yang telah diproses secara fisik melalui pemanasan dan ekstrusi, serta supelementasi kalsium sulfat dalam ransum meningkatkan nilai kinerja, nilai nutrisi dan status kesehatan ayam pedaging.
- c. Apakah ada pengaruh interaksi antara perlakuan aras penggunaan bungkil biji karet dengan perlakuan proses secara fisik melalui pemanasan dan ekstrusi, serta perlakuan penambahan garam kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kinerja, nilai nutrisi dan status kesehatan ayam pedaging.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

#### **1. Tujuan Umum**

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi pengolahan bungkil biji karet dalam rangka meminimalkan kandungan sianida sehingga meningkatkan kualitas zat-zat makanan bungkil biji karet dan dapat digunakan alternatif bahan pakan pada ayam pedaging.

#### **2. Tujuan Khusus**

Memanfaatkan bungkil biji karet yang telah diproses secara fisik melalui pemanasan dan ekstrusi, serta perlakuan penambahan kalsium sulfat untuk dapat dijadikan bahan pakan konvensional yang berkualitas dalam hal komposisi kimiawi, koefisien cerna dan responnya baik pada ayam pedaging yang meliputi kinerja yang terdiri dari konsumsi pakan, pertambahan bobot badan, konversi pakan, efisiensi imbalanced protein, komposisi dan kualitas karkas serta berat bulu, nilai nutrisi yang terdiri dari nilai biologis, retensi nitrogen, kandungan glukosa

darah dan kandungan protein darah, dan status kesehatan yang terdiri dari kondisi hati, kondisi ginjal dan kondisi darah.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Dari hasil penelitian diharapkan dapat diperoleh informasi tentang teknologi pengolahan bungkil biji karet sebagai sumber bahan pakan alternatif yang murah sehingga dapat dijadikan bahan pakan ayam pedaging sumber protein yang tinggi dan berguna bagi peternak maupun industri makanan ternak serta aman karena kandungan sianidanya sudah berkurang.

# BAB 2

**BAB 2****TINJAUAN PUSTAKA****2.1. Landasan Teori****2.1.1. Karakteristik tanaman karet**

Menurut Nazaruddin dan Paimin (1992) dalam dunia tumbuhan, tanaman karet mempunyai kedudukan taksonomi sebagai berikut.

- Divisi : Spermatophyta
- Subdivisi : Angiospermae
- Kelas : Dicotyledonae
- Ordo : Euphorbiales
- Famili : Euphorbiaceae
- Genus : *Hevea*
- Spesies : *Hevea brasiliensis*

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil karet alam yang terbesar di dunia. Luas areal perkebunan karet pada tahun 1989 adalah 3.090.000 hektar dengan produksi karet sebesar 1.270.000 Megaton (Anonimus, 1990). Menurut Nazaruddin dan Paimin (1992) Indonesia tidak mengalami kesulitan mengenai areal yang dibuka untuk ditanami karet. Karet dapat tumbuh dengan subur hampir di seluruh daerah Indonesia. Tanaman karet tumbuh dengan baik di daerah tropik yang terletak antara 15°LU sampai 10°LS, pada ketinggian tempat 1 sampai 600 meter di atas

permukaan laut, dengan suhu berkisar 25°C sampai 30°C, dan curah hujan 2.000 sampai 2.500 milimeter yang merata sepanjang tahun, intensitas sinar matahari 5 sampai 7 jam per hari, pada tanah rata tidak berbukit-bukit dan pH tanah berkisar 5 sampai 6 (Nazaruddin dan Paimin, 1992).

Tanaman karet mulai menghasilkan buah pada umur empat tahun (Gohl, 1981). Puncak produksi dicapai pada umur sekitar 16 tahun dan umur ekonomis 25 tahun (Aritonang, 1986). Setiap hektar perkebunan karet ditanami 450 sampai 600 pohon karet. Setiap pohon dapat menghasilkan 5.000 sampai 10.000 biji karet atau 25 sampai 50 kg biji karet per tahun (Hardjosuwito dan Hoesnan, 1976). Dari sejumlah biji-biji yang diperoleh didapatkan 40 persen isi bagian dalam biji (Stosic dan Kaykay, 1981).

Hampir seluruh bagian biji karet dapat dimanfaatkan, minyaknya dapat dipergunakan dalam industri cat, sabun dan pernis, bungkilnya untuk pakan ternak dan tempurungnya dapat digunakan untuk pembuatan karbon aktif (Haryati, 1984). Produk komersial utama biji karet adalah minyak dan hasil sampingannya berupa bungkil biji karet (Stosic dan Kaykay, 1981). Menurut Hardjosuwito dan Hoesnan (1976) kandungan minyak biji karet sekitar 40 sampai 50 persen dan bungkilnya 50 sampai 60 persen. Dengan demikian bungkil biji karet dapat dihasilkan sebanyak 5 sampai 10 kg/pohon/tahun atau 2,5 sampai 5 ton/ha/tahun.



### 2.1.2. Komposisi kimia bungkil biji karet

Bungkil biji karet didapat dari sisa akhir pengambilan minyak biji karet. Bungkil biji karet mempunyai nilai nutrisi yang tinggi, sehingga baik digunakan sebagai bahan pakan ternak. Dari hasil analisis proksimat beberapa penelitian diperoleh komposisi kimia dalam bungkil biji karet yang bervariasi seperti terlihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1. Komposisi kimia bungkil biji karet**

Analisa proksimat dari	Kandungan nutrisi					
	Energi metabolis (kkal/kg)	Bahan kering (%)	Protein kasar (%)	Serat kasar (%)	Lemak kasar (%)	Abu (%)
1	-	92.00	25.10	15.40	11.60	4.60
2	2550	94.11	26.70	12.30	8.20	4.49
3	2380	90.70	26.70	10.80	3.80	-
4	-	-	34.12	20.43	11.97	7.32
5	-	91.60	26.49	14.27	12.90	5.93

Keterangan : 1. Ong dan Yeong (1977)  
 2. Toh dan Chia (1977)  
 3. Gohl (1981)  
 4. Karossi dkk (1985)  
 5. Aboenawan (1992)

Bungkil biji karet digolongkan sebagai bahan pakan sumber protein. Kandungan protein bungkil biji karet berkisar 25 sampai 35 persen (Ong dan Yeong, 1977; Toh dan Chia, 1977; Gohl, 1981; Karossi dkk, 1985; Aboenawan, 1992). Menurut Stosic dan Kaykay (1981) bungkil biji karet bermanfaat sebagai substitusi bahan pakan sumber protein. Kandungan asam amino bungkil biji karet lengkap

tetapi mempunyai kandungan metionin dan lisin yang rendah (Toh dan Chia, 1977, Stosic dan Kaykay, 1981, Narahari dan Kothdanaraman, 1983). Komposisi asam amino bungkil biji karet dapat dilihat pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2. Komposisi asam amino bungkil biji karet**

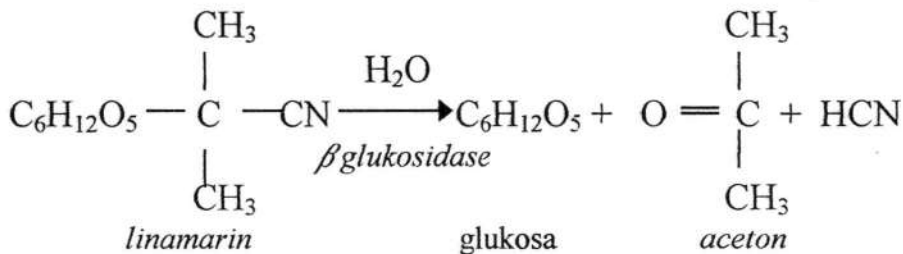
No.	Asam amino (%)	1	2	3
1	Lisin	0.70	0.48	0.56
2	Metionin	0.28	0.17	0.21
3	Triptofan	-	-	0.62
4	Histidin	-	0.29	0.82
5	Fenilalanin	0.78	0.62	0.69
6	Leusin	0.90	1.40	0.69
7	Isoleusin	0.70	0.51	1.14
8	Treonin	0.73	0.50	0.50
9	Valin	1.06	1.53	0.39
10	Glisin	0.93	0.59	0.42

Keterangan : 1. Toh dan Chia (1977)  
 2. Stosic dan Kaykay (1981)  
 3. Narahari dan Kothdanaraman (1983)

Kandungan energi metabolis bungkil biji karet sebesar 2550 kkal/kg (Toh dan Chia, 1977), tetapi menurut Gohl (1981) hanya sebesar 2380 kkal/kg. Sementara itu kandungan lemak dalam bungkil biji karet sekitar 3 sampai 13 persen. Menurut Hardjosuwito dan Hoesnan (1976) lemak atau minyak yang masih terdapat dalam bungkil biji karet mengandung 24 persen asam lemak jenuh yang terdiri dari 11 persen asam palmitat, 12 persen asam stearat, 1 persen asam arakhidonat dan 76 persen asam lemak tidak jenuh yang terdiri dari 24 persen asam linolenat, 35 persen asam linoleat dan 17 persen asam oleat.

### 2.1.3. Anti nutrisi bungkil biji karet

Racun dalam biji karet terdapat dalam bentuk *linamarin*. Hasil hidrolisisnya dengan bantuan linamerase berupa D-glukosa + HCN + aceton. (Conn, 1973). *Linamarin* (2-hidroksi-isobutiranitril-O-O-glukosa) berada bersama-sama dengan glukosida sianogenik yang lain, yaitu *luteustralin* tetapi dalam biji karet hanya terdapat bentuk *linamarin* saja (Aritonang, 1986). Hidrolisis *linamarin* dapat ditelaah dari bagan reaksi berikut.



**Gambar 2.1. Bagan reaksi hidrolisis *linamarin***

Asam hidrosianik merupakan perluasan hidrosinitril yang berikatan dengan gula melalui ikatan oksigen. Diketahui juga bahwa asam hidrosianik terbentuk oleh reaksi sekunder aglikon, dan *linamarin* merupakan *glukosida hidroksiisopropil* atau sianida. Menurut Banea-Mayambu (1997) *linamarin* merupakan bagian dari grup *cyanogenic glycosides*.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu telah diketahui proses metabolisme sianida. Adanya asam sianida berbahaya bagi ternak, karena jika asam sianida bereaksi dengan hemoglobin (Hb) akan membentuk *cyano-Hb* yang menyebabkan darah tidak dapat membawa oksigen. Asam sianida juga dapat

menghambat sifat oksidatif *cytochrome-oxydase*. Kedua sebab inilah yang menyebabkan *histotoxie-anoxia* dengan gejala klinis antara lain pernafasan cepat dan dalam (Santoso, 1987). Menurut Jalaludin (1977) yang disitasi oleh Tristiarti dkk. (1988) kandungan sianida 0,01 sampai 0,11 persen pada ternak sudah menyebabkan toksisitas.

Menurut beberapa penelitian kandungan asam sianida dalam bungkil biji karet adalah 26,70 ppm (Toh dan Chia, 1977), 86,70 ppm (Damayanti, 1973) dan 30,00 sampai 64,00 ppm (Ong dan Yeong, 1977). Tambahan sianida dalam darah yang mengelilingi komponen jenuh di eritrosit diidentifikasi sebagai methemoglobin (Lundquist *et al.*, 1985).

Asam sianida dapat dinetralisasikan dengan beberapa macam perlakuan. Beberapa studi tentang mekanisme penurunan sianida dan peningkatan reduksinya dapat dilakukan dengan suplementasi sulfur anorganik maupun organik. Suplementasi sulfur akan menghasilkan tiosianat, reaksi ini akan dibantu oleh rodanase (Nartey, 1973). Tiosianat akan dikeluarkan melalui urine (Sudaryanto, 1990). Menurut Marita (1988) pemberian garam ferosulfat dapat mengikat asam sianida dalam pakan sehingga hilang sifat racunnya. Pemberian garam ferosulfat 12,7 kali kandungan asam sianida pakan menunjukkan efek yang paling baik. Menurut Gohl (1981) pakan dapat disuplementasi dengan asam amino yang mengandung sulfur seperti metionin, sistin dan sistein supaya menghasilkan penampilan yang baik bagi ayam pedaging.



Perlakuan lain yang dapat diberikan untuk mengurangi asam sianida pada bungkil biji karet adalah dengan penyimpanan yang lama. Perlakuan ini dapat menurunkan kandungan asam sianida (Toh dan Chia, 1977; Ong dan Yeong, 1977). Santoso (1987) menyatakan bahwa pengurangan asam sianida dalam bahan pakan dapat dilakukan dengan pengeringan, perendaman dan pemasakan. Cara pengeringan dapat dilakukan dengan menggunakan sinar matahari dan dapat pula oven. Pengeringan dengan oven pada suhu 45 sampai 55°C selama 4 jam dapat menurunkan 75 persen kandungan asam sianida (Nambisan, 1989) yang disitasi oleh Lubis (1989). Cara pemanasan dengan menggunakan sumber panas matahari merupakan cara yang paling murah dan mudah dilakukan peternak pedesaan (Abidin dan Hendratmo, 1985). Perendaman dalam air selama lima hari dapat menurunkan asam sianida dari 97 persen menjadi 45 persen (Bourdoux *et al.*, 1983). Banea-Mayambu (1997) menyatakan bahwa racun sianida dapat dihilangkan dengan cara perendaman, perebusan, penggilingan dan fermentasi.

#### **2.1.4. Proses ekstrusi**

Proses ekstrusi adalah suatu pengolahan bahan pangan termasuk pemasakan yang menggunakan aplikasi suhu tinggi dengan saat olah yang singkat (Muchtadi dkk, 1987). Selanjutnya dinyatakan bahwa dengan ekstrusi maka kerusakan termal senyawa-senyawa gizi dapat diusahakan seminimal mungkin, terutama untuk

protein dan vitamin, sekaligus berkemampuan merusak senyawa-senyawa anti nutrisi dan senyawa-senyawa toksik secara maksimal.

Suhu tinggi yang disediakan umumnya adalah 120°C untuk *processing* dalam waktu singkat yaitu 10 sampai 20 detik (Wanasuria, 1992). Pemasakan ekstrusi dipakai untuk menggantikan metode pemasakan konvensional karena berbagai sebab, yaitu : (1) dapat diubah-ubah sehingga mesin yang sama dapat memasak dan mengolah produk yang mempunyai formula berbeda-beda, (2) memberi bentuk dan tekstur pada hasil produk, (3) kemampuan produksi yang kontinyu, (4) pengoperasian yang efisien dari segi tenaga, energi dan luas pabrik, (5) pasteurisasi produk akhir, dan (6) proses dalam keadaan kering dengan sedikit atau tanpa tumpahan (Muchtadi dkk, 1987).

Jenis alat ekstrusi masih dapat digolongkan menurut kelembaban selama *processing* yang dapat berkisar sebagai berikut : (1) kelembaban tinggi yaitu 30 sampai 40 persen untuk pengekstrusi pembentuk (*forming extruder*), (2) kelembaban sedang yaitu 20 sampai 30 persen untuk pengekstrusi pemasak dan pembentuk tekstur, dan (3) kelembaban rendah yaitu 10 sampai 20 persen untuk pengekstrusi makanan kecil (Muchtadi dkk, 1987).

Ekstrusi adalah modifikasi dari sistem *conditioning* yang ada. Dari segi kualitas produk maka sistem ekstrusi terbukti lebih superior dibandingkan *conditioning* konvensional. Meskipun demikian aplikasi ekstrusi masih terbatas untuk produksi pakan tertentu (Wanasuria, 1992).

Proses *conditioning* biasanya dikhawatirkan merusak kandungan vitamin dalam pakan akibat perlakuan suhu tinggi, begitu juga terhadap struktur asam amino. Setiap proses yang menyangkut panas, kelembaban dan tekanan mempunyai pengaruh negatif terhadap vitamin tidak terkecuali ekstrusi. Tetapi dengan perlakuan yang sangat singkat yaitu 3 detik jauh lebih ringan dampaknya dibandingkan suhu lebih rendah dan pada perlakuan yang lebih lama, khususnya vitamin yang peka terhadap panas seperti vitamin C (Wanasuria, 1992).

#### **2.1.5. Karakteristik kalsium sulfat**

Mineral merupakan salah satu zat makanan yang penting bagi tubuh terutama dalam proses metabolisme (Sutardi, 1980). Selanjutnya dinyatakan bahwa ada 15 mineral yang esensial bagi ternak yaitu tujuh mineral sebagai unsur makro, empat mineral unsur mikro dan empat mineral unsur jarang. Kalsium sulfat mengandung dua komponen mineral makro, yaitu kalsium dan sulfur. Kalsium sulfat merupakan senyawa garam yang mempunyai pH sekitar 5,2 sampai dengan 8 (Cotton dan Wilkinson, 1989). Selanjutnya dinyatakan bahwa pembuatan kalsium sulfat mula-mula memerlukan pembakaran belerang menjadi  $\text{SO}_2$ . Kemudian oksidasi  $\text{SO}_2$  menjadi  $\text{SO}_3$  harus dikatalisis baik secara homogen dengan oksida nitrogen (proses kamar timbal) ataupun secara heterogen dengan platina (proses kontak). Kemudian dicampur dengan kalsium. Zat padat terdiri atas tetrahedra  $\text{SO}_4$  yang dirangkaikan oleh ikatan kalsium.

Keberadaan kalsium dalam tubuh hanya sedikit sekali, terutama hanya terdapat dalam darah (Bondi, 1987). Kalsium sulfat dalam tubuh umumnya terurai menjadi ion kalsium dan sulfur. Sulfur termasuk mineral esensial unsur makro. Unsur makro menunjukkan bahwa kandungan mineral dalam suatu bahan makanan sebesar 0,01 sampai 0,1 persen dari berat kering.

Sulfur merupakan bagian yang penting dari mukopolisakarida seperti khondroitin sulfat pada tulang rawan, tendon, tulang, kulit dan klep-klep jantung. Sedangkan sulfolipida sangat banyak dijumpai pada jaringan-jaringan hati, ginjal, kelenjar ludah, dan bagian putih otak. Sulfur juga terdapat dalam insulin dan heparin (Georgievskii *et al.*, 1982).

Fungsi sulfur adalah menjaga keseimbangan asam-basa tubuh dalam bentuk ion  $\text{SO}_4^{-3}$  (Sutardi, 1980). Sulfur juga penting dalam proses detoksifikasi dengan jalan membentuk ester dengan racun yang terdapat dalam tubuh (Tillman dkk., 1984). Sulfur juga terlibat dalam berbagai reaksi oksidasi reduksi, di antaranya terdapat pada koenzim A, tiamin, biotin dan glutation (Georgievskii *et al.*, 1982). Selanjutnya dinyatakan pula bahwa sulfur sebagian besar diserap oleh tubuh dalam bentuk organik sebagai asam amino. Ion sulfat hanya diabsorpsi sedikit dalam usus halus. Metabolisme asam amino dalam sel dapat menghasilkan asam sulfat, yang segera dinetralkan dan dikeluarkan dalam bentuk garam organik.



### **2.1.6. Pengukuran efektifitas pemberian pakan**

Pengukuran efektivitas pemberian pakan pada ayam pedaging dalam hal ini dibagi menjadi tiga bagian besar. Bagian pertama adalah pengukuran kinerja ayam pedaging. Bagian kedua adalah pengukuran nilai nutrisi pakan ayam pedaging. Bagian ketiga adalah pengukuran status kesehatan ayam pedaging.

#### **2.1.6.a. Pengukuran kinerja ayam pedaging**

Pengukuran kinerja ayam pedaging meliputi konsumsi pakan, laju pertumbuhan, konversi pakan, efisiensi imbalanced protein, komposisi dan kualitas karkas, dan produk bulu.

##### **2.1.6.a.a. Konsumsi pakan**

Pakan merupakan kebutuhan esensial untuk semua makhluk hidup. Pakan harus tersedia dalam jumlah yang cukup dengan kandungan nutrisi yang seimbang. Kandungan nutrisi bahan makanan umumnya terdiri dari karbohidrat, lemak, protein, vitamin, mineral, dan air (Anggorodi, 1985).

Konsumsi pakan merupakan banyaknya pakan yang diberikan dikurangi sisa pakan yang tidak dimakan (Wahju, 1988). Lebih lanjut Parakkasi (1985) menyatakan bahwa konsumsi pakan merupakan faktor esensial yang menentukan kebutuhan hidup dan produksi, karena dengan mengetahui tingkat konsumsi pakan, dapat ditentukan kandungan nutrisi dalam pakan untuk dapat memenuhi kebutuhan pokok dan produksi.

Banyaknya pakan yang dikonsumsi bergantung pada jenis ternak, besar ternak, keaktifan, temperatur lingkungan, dan tujuan pemberian pakan apakah untuk pertumbuhan atau untuk produksi (Wahju, 1985). Murtidjo (1992) menyatakan bahwa suhu lingkungan dingin menyebabkan ternak akan mengkonsumsi pakan lebih yaitu antara 20 sampai dengan 30 persen di atas konsumsi pakan pada suhu lingkungan panas. Konsumsi makanan selain dipengaruhi oleh lingkungan juga dipengaruhi oleh tingkat energi pakan. Konsumsi makanan meningkat apabila ternak diberi pakan dengan energi rendah dan menurun apabila diberi pakan dengan energi tinggi.

Bentuk pakan juga dapat mempengaruhi konsumsi pakan pada ternak, seperti bahan pakan yang mengandung serat kasar, bila diolah menjadi bentuk pelet maka ternak dapat mengkonsumsi lebih banyak dari pada bentuk tepung (Parakkasi, 1990). Ditambahkan oleh Anggorodi (1985) bahwa semakin tinggi kandungan serat kasar maka konsumsi pakan akan semakin rendah karena daya cerna yang rendah.

#### **2.1.6.a.b. Laju pertumbuhan**

Sebagian besar kandungan energi dalam pakan dipergunakan oleh hewan untuk aktivitas dalam melaksanakan reaksi-reaksi kimia yang membantu metabolisme, pertumbuhan, dan hidup pokok (Wahju, 1985). Pertumbuhan merupakan proses yang sangat kompleks (Jull, 1979). Pertumbuhan umumnya dinyatakan dengan ukuran kenaikan bobot badan, yang dengan mudah dapat dilakukan berulang dan dimanifestasikan dengan penambahan bobot badan tiap hari, tiap minggu atau tiap

waktu lainnya (Tillman, 1984).

Pertumbuhan murni mencakup pertumbuhan dalam bentuk dan berat jaringan-jaringan pembangun seperti urat daging, tulang, jantung, otak dan semua jaringan tubuh lainnya kecuali jaringan lemak dan alat-alat tubuh. Dari sudut kimiawi, pertumbuhan murni adalah suatu penambahan jumlah protein dan zat-zat mineral yang tertimbun dalam tubuh. Pertumbuhan dapat terjadi dengan penambahan jumlah sel (hiperplasia) dan dapat pula terjadi dengan penambahan ukuran sel (hipertropi) (Anggorodi, 1984).

Menurut Jull (1979) pertumbuhan ayam pedaging tercepat dicapai sampai umur enam minggu pertama dan bobot badan akan menjadi dua kali lipat pada dua minggu keenam. Setelah enam minggu pertumbuhan bobot badan perlahan-lahan menurun.

Penghitungan kecepatan pertumbuhan dapat dilakukan dengan mendasarkan pada selisih bobot badan akhir dengan awal dibagi dengan lama waktu pengamatan (Lloyd *et al.* 1978; Parakkasi, 1983). Pengukuran pertumbuhan dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$a = \frac{W_2 - W_1}{T_1 - T_2}$$

Keterangan :

- a = laju pertumbuhan
- $W_1$  = bobot badan awal
- $W_2$  = bobot badan akhir
- $T_1$  = waktu awal pengukuran
- $T_2$  = waktu akhir pengukuran

### **2.1.6.a.c. Konversi pakan**

Konversi pakan merupakan rasio antara jumlah pakan yang dikonsumsi dengan bobot badan ayam pedaging selama waktu tertentu (Rasyaf, 1989). Sedangkan menurut Anggorodi (1985) konversi pakan adalah satuan pakan per satuan pertambahan bobot badan. Konversi pakan dapat digunakan untuk menilai kualitas pakan (North, 1978).

Angka konversi pakan rendah pada minggu pertama dan selanjutnya akan meningkat pada minggu-minggu selanjutnya. Semakin kecil angka konversi pakan akan semakin baik (North, 1978). Angka konversi pakan dipengaruhi oleh kualitas pakan, galur dan tatalaksana pemberian pakan.

Konversi pakan dapat digunakan sebagai gambaran efisiensi pakan. Semakin rendah nilai konversi pakan berarti efisiensi penggunaan pakan semakin tinggi, dan semakin tinggi nilai konversi pakan, maka pakan yang digunakan untuk menaikkan bobot badan per berat semakin banyak atau efisiensi penggunaan pakan semakin menurun (North, 1978).

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi konversi pakan adalah suhu, laju perjalanan pakan melalui alat pencernaan pakan, bentuk fisik pakan dan komposisi pakan (Anggorodi, 1985).

### **2.1.6.a.d. Imbangan efisiensi protein**

Imbangan efisiensi protein didefinisikan sebagai pertambahan bobot badan per satuan pengambilan protein dalam tubuh (Wahju, 1988). Menurut

Sosroamidjojo dan Soeradji (1978) imbangan efisiensi protein adalah imbangan antara jumlah protein yang dapat dicerna dengan jumlah seluruh zat-zat lainnya yang dapat dicerna. Imbangan efisiensi protein digunakan untuk menentukan kualitas protein di dalam bahan makanan atau pakan.

Menurut Purnomo dan Adiono (1985) protein mempunyai kualitas yang beraneka ragam tergantung sampai seberapa jauh protein itu dapat menyediakan asam amino esensial dalam jumlah yang memadai. Salah satu cara yang sederhana untuk mengukur kualitas protein tersebut adalah dengan Protein Efficiency Ratio yang diperoleh secara sederhana dari pertambahan bobot badan dibagi konsumsi protein.

#### **2.1.6.a.e. Komposisi dan kualitas karkas**

##### **2.1.6.a.e.a. Karkas**

Karkas adalah bagian dari tubuh unggas tanpa kepala, bulu, leher, kaki bagian bawah, dan jerohan (Indarto, 1989). Sedangkan menurut Murtidjo (1988) karkas adalah berat hidup unggas dikurangi kepala sampai pangkal leher, darah, kaki sampai batas lutut, dan jerohan kecuali jantung dan hati.

Menurut Siregar dkk. (1982) persentase karkas bergantung pada keadaan unggas pada waktu hidup. Murtidjo (1988) menyatakan bahwa berat karkas antara 65 sampai 75 persen dari bobot hidup. Variasi ini disebabkan perbedaan besar unggas dan daging di sekitar dada. Pengurangan bobot badan tersebut di antaranya karena pengeluaran darah berkisar antara 3,4 sampai 4,5 persen, sedangkan

pencabutan bulu berkisar antara 4,5 sampai 7,5 persen dari bobot hidup (Jull, 1951). Cara pengukuran persentase karkas sebagaimana dinyatakan oleh Rasyaf (1981) adalah sebagai berikut.

$$\text{Persentase Karkas} = \frac{\text{Bobot karkas (gram)}}{\text{Bobot hidup (gram)}} \times 100\%$$

#### **2.1.6.a.e.b. Daging**

Secara garis besar karkas terdiri dari daging dan tulang. Daging dapat diartikan sebagai bagian dari karkas tanpa tulang, berupa kumpulan dari otot, jaringan lemak, tendon, dan jaringan ikat yang melekatkan otot dan pembuluh darah (Acker, 1971). Komposisi daging dipengaruhi oleh perbedaan jenis ternak, genetik, jenis kelamin, umur, pengaturan gizi, makanan sewaktu ternak tersebut hidup, dan tempat otot dalam tubuh ternak (Purnomo dan Adiono, 1987). Rahayu (1989) menyatakan bahwa daging terdiri dari serat-serat myofibril dan protein sarkoplasma yang larut. Seperempat otot ini merupakan jaringan ikat dan sepertiganya merupakan jaringan lemak.

Daging merupakan bahan pangan yang banyak mengandung protein yang bermutu tinggi, vitamin B kompleks dan mineral terutama zat besi. Protein daging lebih banyak mengandung asam amino esensial yang lebih lengkap dibandingkan protein dari nabati (Purnomo dan Adiono, 1989). Secara umum daging terbentuk dari beberapa unsur pokok seperti air, protein, lemak dan abu. Menurut Acker (1971) komposisi daging terdiri dari 75 persen air, 18 persen protein, 4 persen

substansi protein yang dapat larut termasuk komponen mineral dan 3 persen adalah lemak. Sedangkan menurut Purnomo dan Adiono (1989), secara umum daging terdiri dari 75 persen air, 18 persen protein, 3,5 persen bahan-bahan non protein yang larut dan 3,5 persen lemak. Sedangkan nilai kalorinya cukup rendah yaitu 200 kalori /100 gram daging.

#### **2.1.6.a.e.c. Tulang**

Tulang atau rangka tubuh pada unggas bersifat ringan dan kaya akan garam kalsium (Jull,1951). Tulang berguna untuk tempat berlindung organ vital serta tempat menempelnya otot atau daging dan menyimpan sunsum tulang (North,1976).

Pertumbuhan tulang secara nyata ditandai dengan peningkatan masa selama proses morfologi dan penambahan panjang pada tulang hanya dapat terjadi pada tulang rawan yaitu pada lapisan permukaan luar bagian pinggir (*epiphysa*) (Jungueira dan Carneiro, 1980). Selanjutnya dinyatakan bahwa dalam pembentukan tulang dan proses perbaikan jaringan tulang yang muncul pertama kali adalah imatur bersifat temporer. Pada ternak dewasa diganti dengan jaringan tulang sekunder kecuali pada sedikit tempat dalam tubuh, misalnya dekat dengan sutura tulang, tulang tengkorak dan insersi beberapa tulang tendo. Pertumbuhan tulang, daging dan lemak proporsinya bervariasi dengan umur, perkembangan dan pertumbuhan ternak sehingga pertumbuhan pada bagian tubuh sesuai dengan waktu pertumbuhan dari bagian yang bersangkutan (Sukmaraga dan Siswanto, 1981).



Persentase berat tulang unggas berkisar antara 17 sampai dengan 21 persen dari berat karkas termasuk viscera termakan, di mana tulang karkas tersusun dari bagian dada 16 persen, bagian sayap 29 persen dan bagian paha 21 persen (Jull, 1979). Menurut Sukardi dan Riswantiyah (1986) persentase tulang dari *dressed carcass* untuk ayam yaitu 18,7 persen ayam jantan dan 17,3 persen ayam betina.

#### **2.1.6.a.e.d. Kandungan protein daging**

Protein merupakan senyawa organik kompleks yang mempunyai berat molekul tinggi. Protein mengandung unsur-unsur karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen (Tillman *et al.*, 1989). Menurut Anggorodi (1985), protein adalah senyawa organik yang tersusun dari satuan-satuan asam amino yang membentuk polimer dengan ikatan peptida sehingga merupakan senyawa yang panjang, protein selain mengandung karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen kadang-kadang mengandung sulfur dan fosfor.

Menurut Soeparno (1992) protein adalah komponen bahan kering yang terbesar dari daging. Nilai nutrisi daging tinggi disebabkan karena daging mengandung asam amino esensial yang lengkap dan seimbang. Protein yang terdapat dalam daging secara umum dibagi dalam tiga bagian yaitu yang terdapat dalam miofibril merupakan gabungan dari aktin dan miosin; yang terdapat dalam sarkoplasma adalah albumin dan globulin; sedangkan yang terdapat dalam jaringan ikat adalah kolagen dan elastin.



Kualitas protein ditentukan oleh asam amino yang menyusunnya, sehingga protein mempunyai kualitas yang beraneka ragam dan tergantung dari sampai seberapa jauh protein tersebut dapat menyediakan asam amino esensial dalam jumlah yang memadai (Purnomo dan Adiono, 1987). Sedangkan Soeparno (1992) menyatakan bahwa kualitas protein akan tinggi apabila mampu menyediakan asam amino esensial yang diperlukan dan sebaliknya apabila protein tersebut kekurangan satu atau lebih asam amino esensial maka kualitasnya akan rendah.

Kualitas daging yang sempurna dapat diperoleh dengan jalan memberikan pakan dengan standar nutrisi yang mencukupi terutama imbalan antara energi dan protein pakan. Pemberian energi yang tinggi tanpa mempertimbangkan protein pakan akan mengakibatkan penurunan konsumsi, sehingga dapat mengakibatkan kekurangan asam amino esensial dari protein pakan. Demikian halnya bila terjadi sebaliknya pemberian protein pakan lebih banyak dari energi pakan akan mengakibatkan peningkatan konsumsi. Hal ini akan menurunkan pertumbuhan jaringan tubuh dan lemak tubuh, karena kelebihan protein harus dikeluarkan dari tubuh dan dalam proses pengeluaran tersebut diperlukan energi (Wahju, 1988). Lebih lanjut Parakkasi (1980) menyatakan bahwa pemberian pakan dengan protein yang rendah akan menghasilkan karkas dengan kandungan protein yang rendah dan kandungan lemak lebih banyak demikian halnya pemberian protein yang lebih banyak akan menghambat pertumbuhan. Pemberian tersebut terutama ditentukan oleh cukup tidaknya jumlah asam amino yang ada dalam protein.

#### **2.1.6.a.e.e. Kandungan lemak daging**

Lipid adalah senyawa organik yang tidak larut dalam air tapi dapat di ekstraksi dengan pelarut non polar seperti kloroform, eter, aseton dan benzena. Lemak merupakan lipid sederhana dalam bentuk ester yang mengandung karbon, hidrogen dan oksigen (Girindra, 1990).

Asam lemak dalam tubuh ternak ditemukan dalam depot lemak atau intramuskuler, sehingga disebut lemak intramuskuler. Lemak tersebut berlokasi di dalam jaringan ikat perimesial di antara fasikuli dan ikatan serabut otot dan lazim disebut sebagai lemak marbling. Asam-asam lemak dalam tubuh ternak ada dua bentuk yaitu asam lemak jenuh yang semua atom C nya dihubungkan dengan ikatan tunggal dan asam lemak jenuh merupakan asam lemak yang mempunyai satu ikatan rangkap atau lebih (Soeparno, 1992)

Kandungan lemak daging sangat dipengaruhi oleh pakan. Pakan yang berenergi tinggi dan dikonsumsi secara berlebihan akan diikuti dengan tingginya deposisi lemak dalam tubuh. Di samping itu kondisi lemak juga dipengaruhi oleh jumlah dan macam lemak dalam pakan (Soeharsono, 1976). Menurut Haris dan Karmas (1989), kandungan lemak daging juga dipengaruhi oleh jenis ternak dan umur. Semakin tua umur ternak, maka semakin tinggi pula kandungan lemak hingga mencapai 10 persen dan ayam petelur yang dipotong pada saat afkir kandungan lemaknya 20 sampai 30 persen dalam berat kering.

Asam lemak dari pakan akan disimpan dalam tubuh tanpa mengalami perubahan sehingga bila pakan mengandung asam lemak tak jenuh maka lemak tubuh akan lunak dan sebaliknya apabila pakan banyak mengandung asam lemak jenuh maka lemak tubuh akan lebih keras (Anggorodi, 1979). Sedangkan menurut Donalson (1956) yang dikutip Soeharsono (1976) ayam yang diberi energi tinggi dan protein rendah maka akan terjadi deposit lemak yang berlebihan. Kondisi ini juga dipengaruhi oleh macam lemak yang terdapat dalam pakan. Pemberian lemak hewani menyebabkan konsistensi lemak tubuh cukup keras, sebaliknya pemberian lemak nabati menyebabkan konsistensi lemak tubuh akan lembek.

#### **2.1.6.b. Pengukuran nilai nutrisi pakan ayam pedaging**

Pengukuran nilai nutrisi pakan ayam pedaging meliputi nilai biologis pakan dan nilai metabolisme pakan.

##### **2.1.6.b.a. Nilai biologis pakan**

Percobaan biologis digunakan untuk mendeterminasikan beberapa daya cerna nutrisi terutama protein dan energi metabolis (Wahju, 1988). Selanjutnya dinyatakan bahwa evaluasi kimiawi suatu bahan pakan harus didukung dengan percobaan biologis untuk mengetahui kegunaan dan kandungan nutrisi pakan. Pada ayam penentuan daya cerna yang sebenarnya sangat sulit dilakukan karena saluran pencernaan bergabung dengan saluran urine dalam pembuangannya. Kecernaan

nutrisi pada ayam pedaging adalah selisih antara nutrisi yang terkandung dalam pakan yang dikonsumsi dan nutrisi dalam ekskreta (Anggorodi, 1979).

Nilai biologis pakan lebih dikhususkan untuk mengevaluasi kualitas protein pada ayam, karena protein yang dikonsumsi akan dipakai oleh ternak untuk *maintenance* dan kegiatan produksi seperti tumbuh dan bertelur (Prawirokusumo, 1994). Dijelaskan lebih lanjut bahwa nilai biologis pakan dihitung dari berapa proporsi nitrogen yang diserap dapat dimanfaatkan oleh tubuh. Semua N yang tidak dikeluarkan lewat urine dan feses dapat diartikan dimanfaatkan oleh tubuh untuk keperluan penyusunan asam amino. Jadi nilai biologis pakan adalah suatu persentase *true digestibility* protein yang digunakan oleh tubuh. Rumus dari nilai biologis pakan untuk protein menurut Prawirokusumo (1994) adalah :

$$\%BV = \frac{100 \times \{N_{\text{intake}} - (N_{\text{feses}} - N_{\text{metabolik}}) + (N_{\text{urin}} - N_{\text{endogenous}})\}}{N_{\text{intake}}}$$

Keterangan :

BV = *Biological Value*

N = Nitrogen

N feses metabolik dan N endogenus adalah N yang dikeluarkan lewat feses dan urine tanpa ada dietary protein atau bukan berasal dari N protein pakan. Dua parameter ini dipakai sebagai koreksi sehingga angka BV benar-benar dari protein yang diukur. Ternak ayam yang dipakai dalam mengukur BV ini diberi pakan bebas N.

Kualitas protein dapat diukur juga dari *nitrogen balance*. Hitungan ini adalah untuk menggambarkan perbedaan antara *nitrogen intake* dengan *nitrogen output*.

Rumus yang digunakan adalah :

$$B = I - (U + F)$$

Keterangan :

B = retensi nitrogen

I = *nitrogen intake*

U = nitrogen yang keluar lewat urine

F = nitrogen yang keluar lewat feses

#### 2.1.6.b.b. Nilai metabolisme pakan

Metabolisme adalah aktivitas sel yang sangat terkoordinasi, mempunyai tujuan dan mencakup berbagai kerjasama banyak sistem multi enzim. Metabolisme memiliki empat fungsi spesifik : (a) untuk memperoleh energi kimia dari degradasi sari makanan yang kaya energi dari lingkungan atau dari energi matahari, (b) untuk mengubah molekul nutrien menjadi prekursor unit pembangun bagi makro molekul sel, (c) untuk menggabungkan unit-unit pembangun ini menjadi protein, asam nukleat, lipida, polisakarida, dan komponen sel lain, (d) untuk membentuk dan mendegradasi biomolekul yang diperlukan di dalam fungsi khusus sel (Lehninger, 1988).

Terdapat dua fase pada metabolisme yaitu katabolisme dan anabolisme. Katabolisme merupakan fase metabolisme yang bersifat menguraikan molekul besar menjadi produk akhir yang lebih kecil dan sederhana. Anabolisme atau biosintesis adalah fase pembentukan atau sintesis metabolisme. Molekul pemula atau unit

pembangun yang lebih kecil disusun menjadi makromolekul besar yang merupakan komponen sel. Katabolisme dan anabolisme terjadi bersamaan di dalam sel dan kecepatan prosesnya diatur sendiri-sendiri (Martoharsono, 1990).

Menurut Lehninger (1988), ada tiga jalur metabolisme utama dalam tubuh untuk pembentukan energi. Jalur metabolisme pertama adalah metabolisme karbohidrat di mana glukosa diubah menjadi asam piruvat melalui jalur glikolisis dan dilanjutkan masuk ke siklus Krebs. Jalur metabolisme kedua adalah metabolisme lemak di mana asam-asam lemak dipecah melalui jalur beta oksidasi dan dilanjutkan dalam siklus Krebs. Jalur metabolisme ketiga adalah metabolisme protein di mana asam-asam amino akan mengalami deaminasi dan dilanjutkan pemecahan menjadi energi dalam siklus Krebs.

Metabolisme yang berperan untuk pembentukan jaringan otot, tulang dan bulu adalah metabolisme protein dan metabolisme mineral khususnya kalsium. Metabolisme protein di samping berguna untuk pembentukan jaringan otot dan bulu juga berguna sebagai sumber energi alternatif apabila tubuh kekurangan energi (Parakkasi, 1983).

Protein yang berasal dari bahan makanan akan mengalami penguraian menjadi asam amino dengan melewati berbagai tahap pemecahan dan kembali dibentuk menjadi protein dalam sel dengan melalui berbagai tahapan pula (Anggorodi, 1984).

Selanjutnya dinyatakan pula bahwa proses digesti lemak pada ayam dimulai di usus kecil oleh lipase pankreas dan garam empedu. Hasil digesti yang berupa asam-asam lemak dan monogliserida diserap melalui dinding usus kecil dan mengalami metabolisme dalam sel. Sedangkan pada akhir pemecahan karbohidrat menjadi glukosa pada ayam, maka gula darah mengambil peranan penting dalam pemenuhan energi.

#### **2.1.6.b.b.a. Kandungan glukosa darah**

Glukosa adalah gula yang mempunyai enam atom karbon disebut heksosa. Monosakarida yang amat penting yaitu D-glukosa sering dikenal dengan dektrosa yaitu monosakarida yang paling umum dan mungkin merupakan senyawa organik yang paling banyak terdapat di alam (Peni, 1988).

Hasil akhir dari pencernaan karbohidrat adalah glukosa (yang merupakan bagian dari gula-gula sederhana). Proses pencernaan karbohidrat adalah sebagai berikut : setelah makanan yang dihaluskan bergerak melalui empedal ke lekukan duodenal maka getah pankreas dikeluarkan dari pankreas kedalam lekukan duodenal. Pada waktu bersamaan garam empedu alkalis yang dihasilkan di dalam hati disimpan dalam kantong empedu dikeluarkan pula ke dalam lekukan duodenal (Anggorodi, 1985).

Glukosa dalam peredaran darah umumnya secara terus menerus dikeluarkan untuk memberi makan berbagai jaringan tubuh. Mengisi kesediaan glukosa dalam

darah, glikogen secara bertahap diubah kembali menjadi glukosa dan zat tersebut dialirkan kedalam darah untuk menjaga agar kandungan glukosa dalam darah tetap. Darah sapi dan darah domba biasanya mengandung 0,30 sampai 0,70 bagian glukosa per 1000 bagian. Darah babi dan kuda dapat lebih tinggi dan darah unggas mempunyai dua kali lebih banyak kandungan glukosa darahnya atau lebih (Anggorodi, 1985).

Kandungan glukosa dalam darah diatur oleh hormon insulin yang dihasilkan oleh kelenjar pankreas menurunkan kandungan glukosa dengan meningkatkan pembentukan glikogen dari glukosa. Adrenalin yang dihasilkan oleh kelenjar adrenal dan glukosa, berperan dalam menaikkan kandungan glukosa dalam darah. Semua faktor ini bekerja secara terkoordinasi (Tillman, 1991). Dikatakan oleh Ismadi (1988) bahwa insulin merupakan salah satu hormon yang memegang peranan penting dalam mengatur metabolisme energi tubuh, karena insulin mempunyai fungsi untuk mengatur glukoneogenesis yaitu menyimpan glukosa dalam hati dan otot, selain itu insulin mempunyai efek fisiologis untuk mengontrol produksi bahan-bahan keton. Hormon-hormon yang mempengaruhi kandungan glukosa darah dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Menurut Guyton (1983) ada beberapa bentuk pengaturan glukosa darah yang terpenting yaitu efek peningkatan sekresi insulin dalam mengembalikan glukosa darah yang meningkat kembali ke normal dan efek peningkatan sekresi glukagon



**Tabel 2.3. Hormon yang mempengaruhi kandungan glukosa darah**

Hormon	Di sekresi kelenjar	Jaringan yang dituju dan pengaruhnya	Pengaruh terhadap glukosa darah
Insulin	Pankreas	Otot : transport glukosa naik	Turun
Tiroid	Tiroid	Saluran gastrointestinal : absorpsi glukosa naik	Naik
Glukagon	Pankreas	Hati : Glikogenolisis naik	Naik
Epineprin	Adrenal	Hati dan otot : Glikogenolisis naik	Naik
Steroid	Adrenal	Otot, hati : Glukoneogenesis naik	Naik

Sumber : Tranggono, 1988

dalam mengembalikan konsentrasi yang tertekan kembali ke normal.

Apabila insulin efektif merubah glukosa darah, maka sirkulasi glukosa plasma darah vena akan selalu lebih rendah dari arteri, selanjutnya akan menimbulkan rangsangan ke pusat lapar di hypothalamus pada ternak akan meningkatkan konsumsi pakannya yang pada gilirannya dengan meningkatnya efisiensi penggunaan energi tersebut., maka akan diikuti oleh efisiensi penggunaan nutrisi lainnya terutama protein. Meningkatnya metabolisme protein, maka diharapkan protein seefisien mungkin dapat digunakan untuk pertumbuhan (Mayer, 1953).

Proses metabolisme karbohidrat adalah sebagai berikut : setelah proses penyerapan melalui dinding usus halus, sebagian besar monosakarida dibawa oleh aliran darah ke hati. Dalam hati, monosakarida mengalami proses sintesis menghasilkan glikogen. Oksigen menjadi karbondioksida dan air, atau dilepaskan untuk dibawa dengan aliran darah ke bagian tubuh yang memerlukan. Sebagian lain

monosakarida dibawa langsung ke sel jaringan tertentu dan mengalami proses metabolisme lebih lanjut (Wirahadikusuma, 1990).

#### **2.1.6.b.b.b. Kandungan protein darah.**

Protein plasma merupakan campuran yang sangat kompleks tidak hanya terdiri dari protein sederhana, tetapi juga protein campuran atau *conjugated protein* seperti glikoprotein dan berbagai jenis lipoprotein. Protein plasma merupakan bagian utama zat plasma. Protein plasma dibagi dalam tiga golongan besar yaitu : fibrinogen, albumin dan globulin.

Fibrinogen adalah pra zat fibrin, zat bekuan darah yang merupakan molekul asimetris yang besar dan sangat panjang. Fibrinogen biasanya merupakan 4 sampai dengan 6 persen dari protein plasma total. Protein ini dibentuk dalam hati setiap keadaan, di mana terdapat kerusakan jaringan hati yang luas, terjadi penurunan fibrinogen yang menyolok (Muliawan, 1979).

Bahan organik pada plasma ialah protein yang disebut plasma protein berkisar 6 sampai dengan 8 persen. Terdapat beberapa jenis protein yang berbeda sifat dan fungsinya. Pada tubuh individu terdapat dalam bentuk koloid dan mempengaruhi kekentalan atau viskositas darah. Fraksi albumin biasanya disebut pula serum albumin. Serum albumin ialah protein yang berat molekulnya 68.000 yang merupakan partikel-partikel dengan bentuk lonjong. Albumin inilah yang merupakan protein paling besar jumlahnya. Dalam plasma jumlahnya berkisar 4 sampai dengan 5

persen dari berat plasma yang dibuat dalam hati. Sedangkan globulin yang sering disebut dengan serum globulin bentuk partikelnya lebih lonjong dari albumin di dalam darah, globulin terdapat kira-kira 2,5 persen dari berat plasma Girindra (1984).

Menurut Muliawan (1979), protein serum terutama terdiri dari fraksi albumin dan globulin plasma karena sebagian fibrinogen telah disingkirkan dalam proses pembekuan darah yang terjadi untuk membuat serum. Albumin dalam keadaan normal terdapat 5 sampai dengan 6 gram albumin dalam setiap 100 ml darah. Fungsi albumin ada tiga, yaitu : (a) bertanggung jawab atas tekanan osmotik yang mempertahankan volume darah, (b) banyak zat khusus yang beredar dalam gabungan dengan albumin, dan (c) menyediakan protein untuk jaringan.

Globulin dalam keadaan normal ada 2 sampai dengan 3 gram globulin dalam setiap 100 ml darah. Globulin memiliki jauh lebih banyak macam susunan dari albumin, dan sesungguhnya membentuk jumlah besar protein yang berbeda-beda. Sedangkan menurut Girindra (1984), kandungan protein dalam plasma adalah 5 sampai dengan 8 g/100ml, sedangkan kandungan protein dalam filtrat glomerula adalah sekitar 30 mg/100 ml. Menurut Harper (1973), faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah protein darah adalah : umur, jenis kelamin, temperatur, kandungan O<sub>2</sub> dan hormon. Diperjelas pula oleh Bistner dan Kirk (1975) bahwa konsentrasi protein dalam plasma dapat dipengaruhi oleh kondisi nutrisi, fungsi hati dan ginjal, kehilangan darah, dehidrasi, penyakit dan abnormalitas sistem

metabolisme. *Hipoproteinemia* dapat disebabkan oleh kekurangan nutrisi, ketidakmampuan penyerapan nutrisi dan tingginya tingkat kehilangan protein tubuh. *Hiperproteinemia* dapat terjadi karena dehidrasi, shock dan jumlah konsentrasi asam amino.

#### **2.1.6.c. Pengukuran kesehatan ayam pedaging**

Pengukuran kesehatan ayam pedaging meliputi pengukuran kondisi hati, kondisi ginjal dan kondisi darah.

##### **2.1.6.c.a. Kondisi hati**

Hati merupakan kelenjar terbesar dalam tubuh, mempunyai banyak fungsi yang kompleks yaitu pembentukan benda-benda keton, penyimpanan karbohidrat, metabolisme dan detoksikasi berbagai obat-obatan dan toksin (Ganong, 1979), sedangkan menurut Gan dkk. (1981) fungsi hati adalah ekskresi, sekresi, penyimpanan, sintesis, fagositosis, detoksikasi, konjugasi, esterifikasi, metabolisme, dan hemopoisis pada kehidupan embrionik dan secara potensial pada hewan dewasa. Letak hati dibatasi oleh selaput perut menjadi bagian kiri dan kanan, dorsal dan ventral rongga kelomik hati dan berwarna coklat gelap (McLelland, 1975). Ditambahkan oleh Ressay (1981) bahwa hati terletak di depan usus dan sel hati akan terus menerus menghasilkan empedu yang mengalir dari saluran hati ke dalam saluran empedu dan lewat saluran sistik ke dalam kandung empedu.

Dalam jaringan hati terdapat pembuluh-pembuluh darah dan empedu yang keduanya dipersatukan oleh selaput jaringan ikat yang berperan dalam perombakan sel darah merah yang sudah tua atau rusak. Sel khusus yang menangkap eritrosit tua disebut histosit, dalam proses ini hemoglobin dilepaskan, zat besi diambil dan disimpan dalam hati dan dikembalikan ke sumsum tulang, untuk dipakai lagi dalam metabolisme protein dan pembentukan hemoglobin baru (Fdanson, 1992).

Menurut Soejono (1988), ligamentum formis membagi hati menjadi dua lobus utama kanan dan kiri. Lobus kanan mempunyai dua bagian yaitu lobus caudatus yaitu suatu area kecil empat sisi pada permukaan posterior dan lobus quadratus yaitu suatu bagian yang kira-kira membujur pada permukaan bawah. Setiap lobus dibagi menjadi beberapa lobuli oleh pembuluh darah kecil dan oleh benang-benang fibrosa yang membentuk kerangka penguat.

Fungsi hati bersangkutan dengan metabolisme tubuh. Hati mengubah nutrisi yang diabsorpsi dari usus dan yang disimpan di suatu tempat di dalam tubuh, guna dibuat sesuai untuk pemakaiannya dalam jaringan. Hati menerima asam amino yang diabsorpsi oleh darah, dalam hati dideaminasi menjadi ureum, dikeluarkan dari darah oleh ginjal dan akhirnya diekskresikan lewat urine (Evelyn, 1991).

Hati selain mempunyai banyak fungsi pada metabolisme antara, juga menghasilkan empedu yang memegang peranan penting dalam pencernaan (Mayes, 1984). Di samping itu hati berperan untuk detoksifikasi zat yang masuk dalam

tubuh, dan ampas detoksi ini akan dibuang melalui empedu (Wiland, 1990). Menurut Ressay (1984) apabila terkena racun atau penyakit, hati akan membesar.

Uji fungsi hati penting untuk mengetahui secara dini adanya gangguan pada sel-sel hati. Menurut Coles (1986) yang disitasi oleh Sidik (1994) uji fungsi hati yang sering digunakan untuk mengetahui adanya kerusakan hati adalah melalui pemeriksaan enzim. Dikatakan pula bahwa enzim aspartat aminotransferase selanjutnya disingkat GOT dan alanin aminotransferase selanjutnya disingkat GPT biasa diukur karena konsentrasinya yang tinggi dan mudah dibebaskan dari sitoplasma sel-sel hati.

Dalam hepatosit, GOT terdapat dalam mitokondria dan sitosol. Aktivitas aspartat aminotransferase dalam hati lebih tinggi daripada alanin transferase, tetapi 40 sampai dengan 60 persen aspartat aminotransferase terdapat dalam mitokondria. Aktivitas aspartat aminotransferase dalam serum selanjutnya disingkat SGOT terutama berasal dari enzim sitosol miokardium dan parenkim hati, tetapi enzim mitokondria juga terdapat dalam keadaan berubah-ubah dalam serum (Kirk dan Bistner, 1975).

Dalam hepatosit, GPT terdapat bebas dalam sitosol. Kerusakan hepatoseluler dapat diuji dengan melihat ketidaknormalan jumlah serum glutamat piruvat selanjutnya disingkat SGPT. GPT terdapat terutama dalam hati dan dalam jumlah yang lebih sedikit dalam ginjal dan otot rangka. Walaupun banyak pemeriksaan menunjukkan bahwa besar dan lamanya peningkatan enzim SGPT sejajar dengan luas

kerusakan sel yaitu nekrosis atau perubahan permeabilitas sel, hubungan kuantitatif yang tepat tidak dapat dibuat pada sebagian keadaan klinik (Finco, 1989).

#### **2.1.6.c.b Kondisi ginjal**

Sistem kemih terdiri dari sepasang ginjal dan ureter, serta kandung kemih dan uretra. Ginjal berperan terutama dalam memelihara keseimbangan cairan serta elektrolit dan mengatur tekanan darah. Hasil metabolisme yaitu metabolit dibuang dari tubuh melalui ginjal dalam bentuk kemih dan dialirkan melalui ureter dan ditampung sementara dalam kandung kemih dan selanjutnya dibuang keluar melalui uretra (Fdanson, 1992).

Ginjal merupakan organ yang berguna untuk menyaring sisa metabolisme zat-zat makanan. Pada ayam ginjal mempunyai tiga lobi lunak, berwarna coklat, dan terletak menempel serta sejajar dengan tulang belakang. Ginjal merupakan organ yang cukup banyak dilalui oleh pembuluh darah kecil (Winter dan Funk, 1960). Pada ayam, ginjal kiri dan kanan simetrik dan terletak sejajar dengan tulang belakang. Bagian dorsalnya bersinggungan dengan tulang pelvis dan synsakrum. Saluran ureter merupakan saluran utama dari ginjal ke kloaka. Setiap ginjal mempunyai satu saluran ureter. Besarnya persentase berat ginjal disebabkan oleh meningkatnya aktivitas organ pencernaan. Sehingga aktivitas ginjal sebagai sistem pengeluaran urine turut meningkat.

Pada ginjal terdapat saluran keluar posterior yaitu ureter yang bermuara pada vesica urinaria. Sistem ekskresi sering bergabung pada sistem genitalia sehingga sering disebut urogenitalia (Walker, 1988).

Fungsi utama ginjal adalah menjernihkan atau membersihkan plasma darah dari produk akhir metabolisme ketika zat-zat ini berjalan melalui alas kapiler ginjal. Ginjal juga membuat keseimbangan komposisi cairan-cairan tubuh dengan mempertahankan secara selektif atau mengekskresikan banyak zat penyusun plasma (Kimball, 1988).

Soejono (1988) menjelaskan bahwa ginjal dalam pembentukan urine memerlukan tiga proses pokok, yaitu filtrasi oleh glomerulus, reabsorpsi oleh tubulus dan sekresi oleh tubulus. Filtrasi adalah pemaksaan cairan dan substansi terlarut melewati membran dengan memakai tekanan, proses ini terjadi dalam corpus curutnalis. Reabsorpsi meliputi air, glukosa, asam amino, ion-ion seperti natrium, kalium, klor, bikarbonat dan bifosfat yang dikembalikan pada tubuh untuk diolah kembali.

Adanya kerusakan ginjal menyebabkan ginjal tidak dapat mengekskresikan hasil metabolisme yang tidak berguna bagi tubuh, terutama urea dan kreatinin, hal ini disebabkan karena laju filtrasi dari glomerulus menurun, sehingga urea dan kreatinin dalam plasma akan meningkat (Finco, 1989).

Menurut Girindra (1984) bahwa jika kandungan kreatinin meningkat dalam darah maka berarti ada gangguan fungsi ginjal. Pernyataan tersebut diperkuat oleh



Bistner dan Kirk, 1975) menyatakan bahwa konsentrasi blood urea nitrogen selanjutnya disingkat BUN berbdaning terbalik fungsi glomerular ginjal demikian halnya dengan serum kreatinin.

Menurut Hardjasasmita (1997) bahwa awal sintesis kreatin berlangsung di dalam ginjal melalui reaksi transamidinasi arginin dan glisin yang menghasilkan guanidoasetat yaitu senyawa yang ditransfer ke hati dan ornitin. Di dalam hati terjadi reaksi transmetilasi senyawa guanidoasetat oleh S-adenosil Metionin yang dikatalisis oleh enzim transmetilase menghasilkan kreatinin dan S-adenosil Homosistein.

Urea merupakan hasil akhir dari metabolisme protein yang diekskresikan oleh ginjal. Sekitar 40 persen atau lebih dari urea tersebut direabsorpsi oleh tubulus ginjal. Dengan demikian kandungan BUN merupakan salah satu indikasi dari fungsi ginjal dan dapat digunakan sebagai indeks kasar dari daya filtrasi glomerular (Bistner dan Kirk, 1975).

#### **2.1.6.c.c. Kondisi darah**

Darah adalah jaringan cair yang terdiri atas dua bagian. Bahan interseluler adalah cairan yang disebut plasma dan di dalamnya terdapat unsur-unsur padat, yaitu sel darah (Ganong, 1979). Darah adalah suatu media yang penting dalam proses sirkulasi, dalam tubuh sirkulasi dibagi dua yaitu sirkulasi sistematis dan sirkulasi paru-paru. Sirkulasi sistematis disebut juga sirkulasi perifer atau sirkulasi besar. Darah secara langsung akan mengirim berbagai nutrien ke dalam sistem-sistem lain.

Mekanisme yang mendasari sistem sirkulasi ini berhubungan erat dengan mekanisme lain (Tillman, 1991).

Komponen darah sangat penting karena darah merupakan zat antara yang membawa nutrisi hasil metabolisme. Volume darah berhubungan erat dengan jaringan-jaringan aktif tubuh. Darah yaitu pembawa zat-zat  $O_2$ ,  $CO_2$  dan produk metabolisme dipompakan melalui sistem tertutup pembuluh-pembuluh darah oleh jantung (Ganong, 1979).

Komposisi darah merupakan hal yang penting bagi ilmu makanan karena darah adalah cairan yang mengangkut nutrisi ke segala macam bagian tubuh dan darah menyediakan sarana di mana hasil sisa metabolisme tubuh diangkut dan dibuang. Berat darah kira-kira 5 sampai dengan 10 persen dari berat hewan tergantung dari spesies hewan dan status gizinya (Tillman, 1991). Menurut Harper (1984) fungsi darah sebagai berikut.

1. Transport oksigen dari paru-paru ke jaringan dan  $CO_2$  dari jaringan ke paru-paru.
2. Transport nutrisi yang diabsorpsi.
3. Transport sisa-sisa metabolisme ginjal, paru-paru, kulit dan usus untuk dibuang.
4. Pemeliharaan asam-basa dalam tubuh.
5. Pengaturan keseimbangan air melalui efek darah pada pertukaran air antara cairan yang bersirkulasi dan cairan jaringan.
6. Pengaturan suhu tubuh dengan distribusi panas badan.

7. Pertahanan terhadap infeksi oleh sel darah putih dan anti bodi yang beredar.
8. Transport hormon dan pengaturan metabolisme.
9. Transport metabolit.

Dalam darah terdapat bermacam-macam komponen darah. Salah satunya adalah hemoglobin. Hemoglobin merupakan suatu zat warna darah dan terdiri dari besi porfirin-protein. Tugas faalnya mengangkut oksigen dalam darah. Adanya hemoglobin di dalam eritrosit memungkinkan timbulnya kemampuan untuk mengangkut oksigen, serta menjadi penyebab timbulnya warna merah pada darah (Fdanson, 1992).

Dari segi kimia, hemoglobin merupakan suatu senyawa yang kompleks yang terdiri dari empat pigmen porfirin merah, masing-masing mengandung atom besi ditambah globin, yang merupakan protein globular yang terdiri dari empat rantai asam-asam amino. Hemoglobin menggabung dengan oksigen udara yang terdapat dalam paru-paru, hingga terbentuk oksihemoglobin, yang selanjutnya melepaskan oksigen tersebut ke sel-sel jaringan dalam tubuh. Oksigen paru-paru membentuk kombinasi yang longgar dengan atom besi hemoglobin dan hasilnya adalah oksihemoglobin. Proses ini memerlukan besi dalam bentuk ferro di dalam molekul hemoglobin. Oksigen yang terikat jumlahnya proporsional dengan jumlah besinya, dengan dua atom oksigen bergabung dengan tiap atom besi. Tiap gram hemoglobin akan mengangkut sekitar 1,34 ml oksigen. Tatkala darah mencapai jaringan yang

sedang memerlukan oksigen, oksigen yang terikat secara longgar dalam oksihemoglobin itu akan segera dikeluarkan (Fdanson, 1992).

Hemoglobin yang tidak mampu mengangkut oksigen karena zat besi berada dalam status *ferric* ( $Fe^{+++}$ ), dan tidak dalam status *ferrous* ( $Fe^{++}$ ) akan mengeluarkan produk oksidasi berupa methemoglobin. Zat-zat kimia tertentu seperti nitrit dan klorat, menghasilkan methemoglobinemia (adanya methemoglobin dalam darah).

## 2.2. Landasan Empirik

Berdasarkan kandungan nutrisi, bungkil biji karet dapat digunakan sebagai pakan yang baik sebagai pengganti bahan pakan sumber protein dan sumber energi (Stosic dan Kaykay, 1981). Bungkil biji karet dapat digunakan sebagai pakan ternak karena mengandung 94,11 persen bahan kering, 26,70 persen protein kasar, 2550 kkal/kg energi metabolis, bebas dari aflatoksin dan mengandung racun asam sianida relatif rendah sebesar 26,70 ppm (Toh dan Chia, 1977). Menurut Purseglove (1968) jika pakan mengandung asam sianida lebih kecil dari 50 ppm tidak membahayakan, 50 sampai 100 ppm membahayakan dan lebih besar dari 100 ppm sangat membahayakan bagi ternak ayam. Dosis letal untuk ayam pedaging adalah 1 mg HCN/kg bobot badan (Vogt, 1966). Sementara itu menurut beberapa penelitian kandungan asam sianida dalam bungkil biji karet adalah 26,70 ppm (Toh dan Chia, 1977), 86,70 ppm (Damayanti, 1973) dan 30,00 sampai 64,00 ppm (Ong dan Yeong, 1977).

Bungkil biji karet dapat digunakan dalam pakan ayam pedaging pada aras 10 sampai 25 persen baik untuk periode *starter* maupun *finisher* (Ong dan Yeong, 1977; Toh dan Chia, 1977; Devendra, 1981; Gohl, 1981; Stosic dan Kaykay, 1981; Narahari *et al.*, 1984; Suprizal 1989;) dengan hasil yang sama baiknya dengan pakan kontrol. Bungkil biji karet tersebut dapat mengganti bungkil kacang kedelai (Davendra, 1981) maupun bungkil kelapa (Toh dan Chia, 1977; Stosic dan Kaykay, 1981).

Akan tetapi penggunaan bungkil biji karet tersebut perlu disuplementasi dengan asam amino yang mengandung sulfur seperti metionin, sistin dan sistein (Gohl, 1981), ataupun dengan penambahan lisin dan metionin (Narahari, *et al.*, 1984).

Sebagian besar spesies ternak yang diinjeksi berulang-ulang dengan sianida dosis subletal hanya sebagian kecil yang menimbulkan perubahan patologik (Montgomery, 1980). Namun hampir semua ternak yang dikenakan perlakuan menderita konvulsi dan sesak nafas yang dapat menginduksi kerusakan otak.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Oke (1973) didapatkan nilai *lethal dosage* 50 (LD50) pada ayam broiler akibat pemberian garam KCN sebesar 23,22 ppm. Nilai ini berarti bahwa bila pada suatu populasi ayam broiler diberikan atau menelan sejumlah tersebut, maka 50 persen anggota populasi akan mati (Egekeze dan Oehme, 1980). Maimun (1988) juga menyatakan bahwa pemberian dosis asam sianida 7,3, 14,4, 21,9 dan 29,2 mg/kg bobot badan akan menyebabkan tingkat

mortalitas masing-masing sebesar 0, 3,3, 20 dan 63,3 persen dengan jangka waktu kematian masing-masing 85, 76 dan 39,6 menit pada broiler dengan rata-rata bobot badan 426,83 gram.

# BAB 3

## BAB 3

### KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN

#### 3.1. Kerangka Konseptual Penelitian

Bungkil biji karet merupakan bahan pakan ternak sumber protein potensial karena kandungan proteinnya berkisar antara 25 sampai dengan 35 persen. Tetapi bungkil biji karet mempunyai kelemahan, yaitu mengandung toksin sianida. Bila sianida terikut dalam aliran darah akan bereaksi dengan hemoglobin (Hb) membentuk *cyano-Hb* yang menyebabkan darah tidak dapat membawa oksigen. Efek selanjutnya adalah terjadinya kerusakan dalam organ dalam tubuh dan inefisiensi dalam penampilan produksi ayam pedaging.

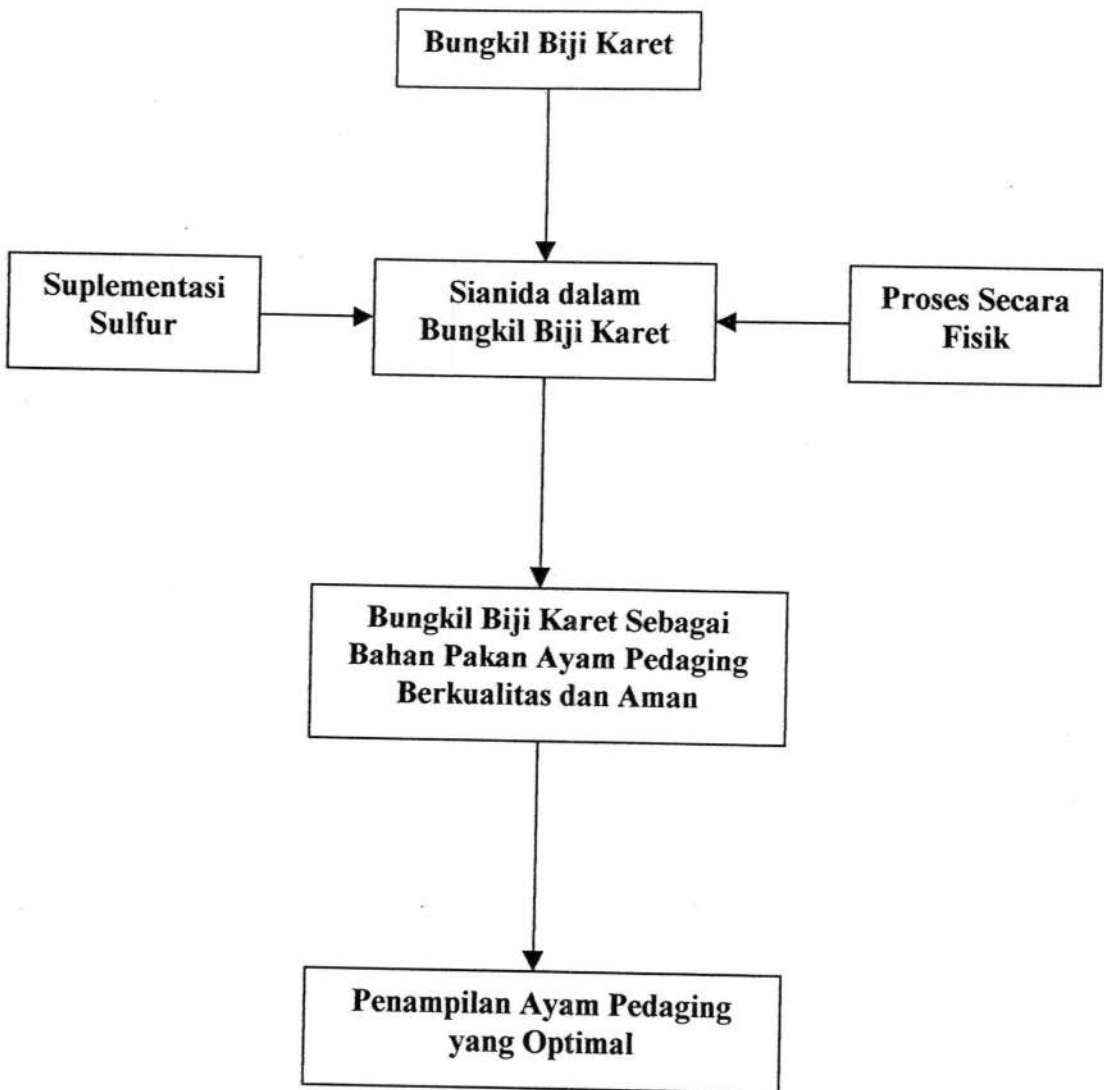
Sianida dapat dikurangi dilakukan dengan beberapa macam perlakuan secara fisik maupun dengan cara suplementasi sulfur. Perlakuan pemanasan terbukti dapat mengurangi kadar sianida bungkil biji karet. Pemanasan dengan suhu 45°C sampai 55°C dapat mengurangi kandungan sianida bungkil biji karet sampai 75 persen. Sistem ekstrusi yaitu, yaitu sistem pemasakan yang menggunakan aplikasi suhu tinggi dengan saat olah yang singkat adalah salah satu alternatif sistem pemanasan. Suhu sebesar 120°C dengan waktu sekitar 10 detik diperlukan untuk proses ekstrusi ini. Sistem ekstrusi ini meminimalkan kerusakan termal senyawa-senyawa gizi, tetapi berkemampuan merusak senyawa-senyawa anti nutrisi dan toksik secara maksimal.



Perlakuan lain yang dapat dilakukan adalah dengan suplementasi sulfur, baik dengan sulfur organik maupun anorganik. Sumber sulfur organik antara lain adalah metionin, sistin dan sistein. Sumber sulfur anorganik antara lain adalah garam ferro sulfat ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), kalium sulfat ( $\text{KSO}_4$ ), kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ) dan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Pemberian garam ferosulfat dapat mengikat asam sianida dalam pakan sehingga hilang sifat racunnya. Suplementasi sulfur dalam pakan akan menyebabkan sulfur bereaksi dengan toksin dalam darah menghasilkan senyawa tiosianat, reaksi ini akan dibantu oleh rodanase. Tiosianat akan dikeluarkan melalui urine. Pakan dapat disuplementasi dengan asam amino yang mengandung sulfur seperti metionin, sistin dan sistein supaya menghasilkan penampilan yang baik bagi ayam pedaging.

Perlakuan pengurangan sianida bungkil biji karet diperlukan agar bungkil biji karet dapat menjadi bahan pakan yang berkualitas baik yaitu mempunyai kandungan nutrisi terutama protein dan energi yang tinggi dan aman dari pengaruh racun sianida. Pakan berkualitas baik dan aman akan menyebabkan pertumbuhan dan kesehatan ayam pedaging menjadi optimal. Bagan kerangka konseptual penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.





**Gambar 3.1. Bagan Kerangka Konseptual Penelitian**

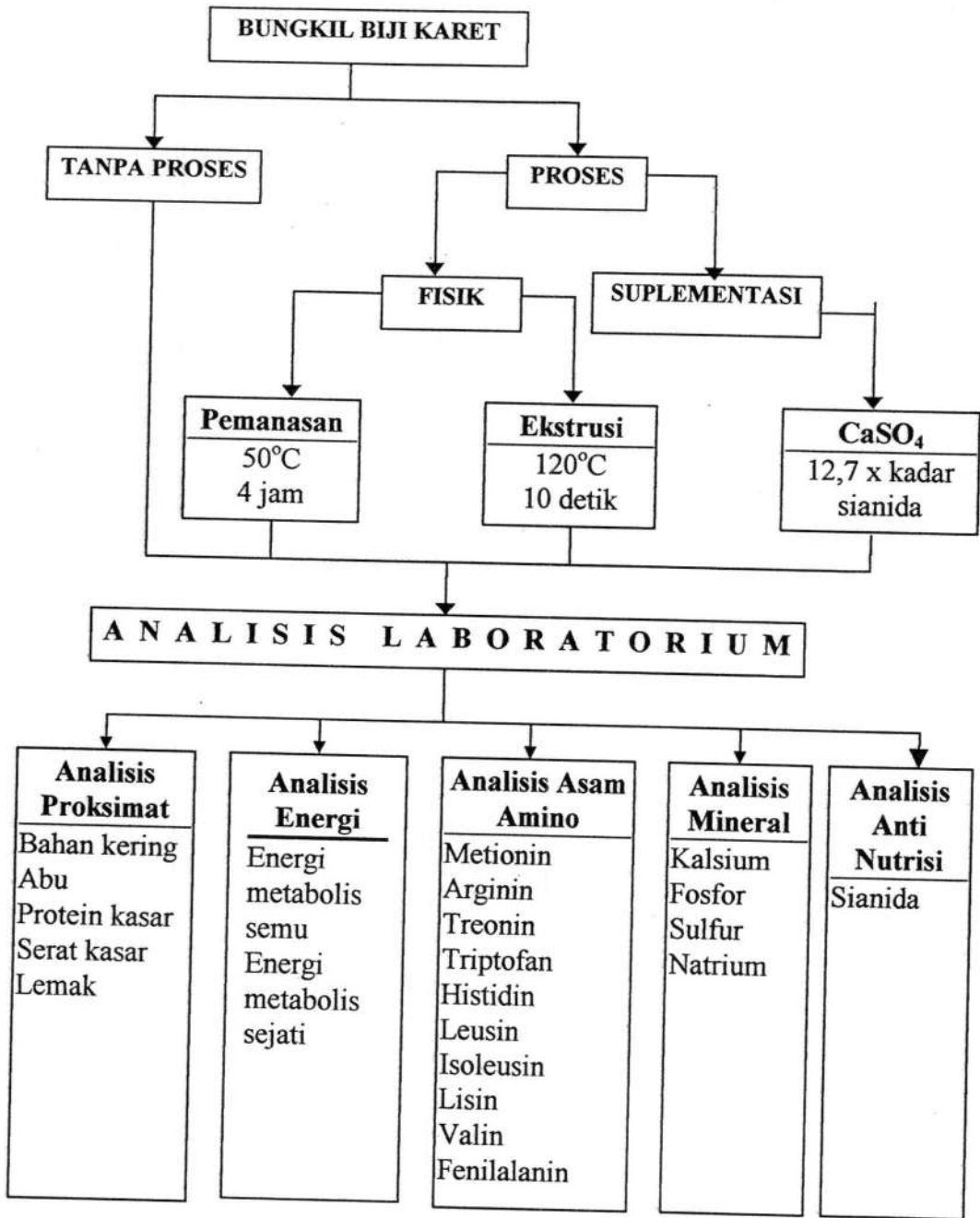
### **3.2. Kerangka Operasional Penelitian Pertama : Pengaruh Proses Fisik dan Suplementasi Kalsium Sulfat Pada Bungkil Biji Karet terhadap Kandungan Nutrisi dan Sianida**

Penelitian pertama, memberikan perlakuan fisik dan penambahan kalsium sulfat pada bungkil biji karet. Perlakuan fisik yang digunakan adalah pemanasan dengan suhu 50°C selama 4 jam dan proses ekstrusi dengan pemanasan suhu tinggi yaitu 120°C dengan waktu yang cepat yaitu 10 detik. Suplementasi kalsium sulfat yang digunakan sebanyak 12,7 kali kadar sianida.

Bungkil biji karet dibagi menjadi empat bagian besar, yaitu : (a) bungkil biji karet tanpa proses, (b) bungkil biji karet dipanasi dengan suhu 50°C selama 4 jam, (c) bungkil biji karet diproses secara ekstrusi yaitu pemanasan dengan suhu tinggi sebesar 120°C dan waktu yang cepat sebesar 10 detik dan (d) bungkil biji karet dicampur dengan garam kalsium sulfat sebanyak 12,7 kali kadar sianida.

Setelah bungkil biji karet yang diproses sesuai dengan perlakuan tersebut di atas dianalisis di laboratorium. Analisis yang dilakukan meliputi analisis proksimat analisis energi, analisis asam amino, analisis mineral dan analisis sianida.

Variabel yang diamati meliputi kandungan nutrisi yang terdiri dari : kandungan bahan kering, abu, protein, lemak, serat kasar, BETN, energi metabolis semu dan energi metabolis sejati serta sianida. Sebagai data pendukung, dianalisis kandungan asam-asam amino, kalsium, fosfor, natrium dan sulfur. Kerangka operasional penelitian pertama dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Kerangka Operasional Penelitian Tahap Pertama

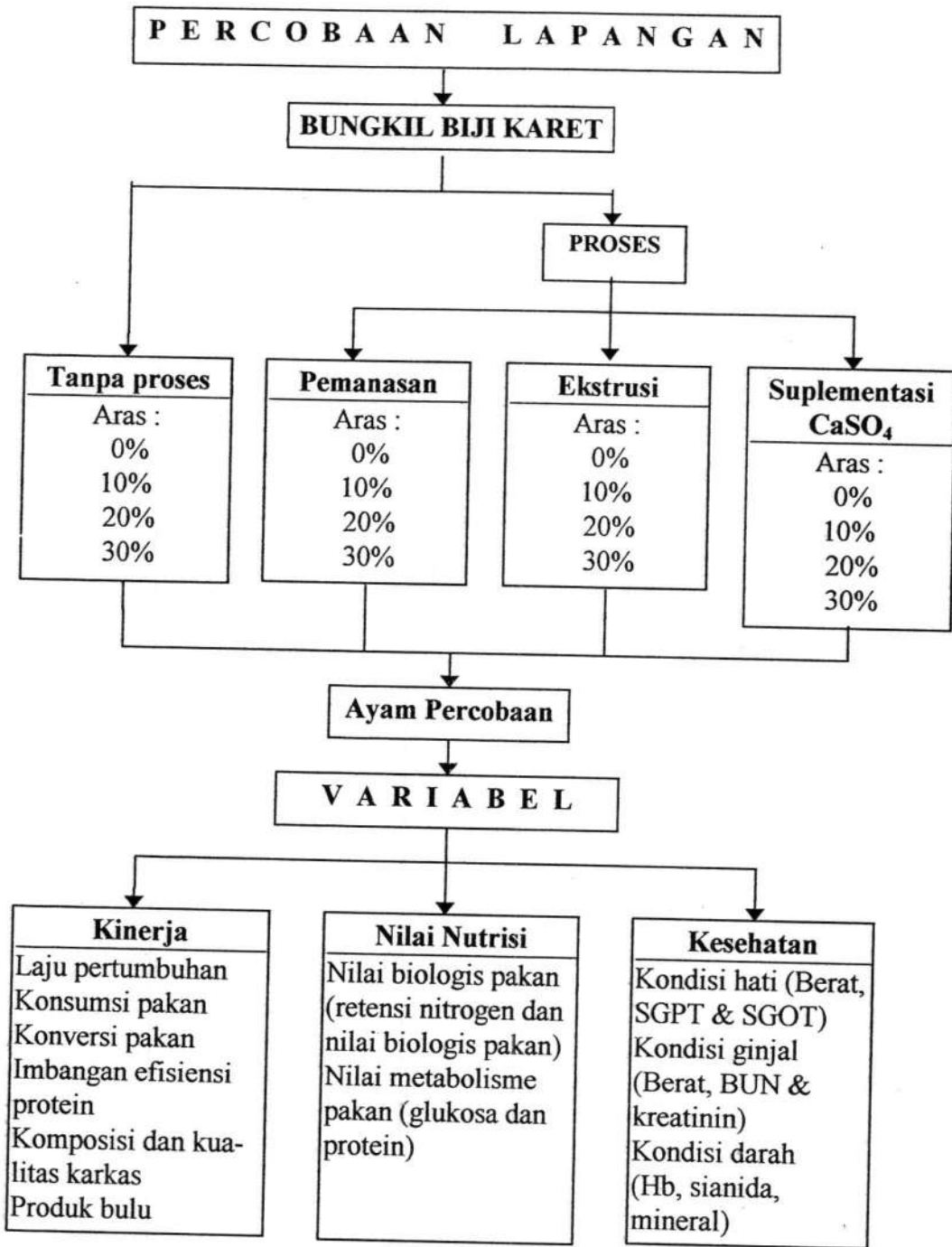
### 3.3. Kerangka Operasional Penelitian Kedua : Pengaruh Proses Fisik dan Penambahan Kalsium Sulfat Pada Bungkil Biji Karet terhadap Penampilan Ayam Pedaging

Penelitian kedua ini ditujukan untuk melihat pengaruh perlakuan fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap penampilan ayam pedaging. Pengaruh tersebut dapat dilihat apabila bungkil biji karet tersebut dijadikan sebagai salah satu bahan pakan untuk menyusun pakan ayam pedaging. Pelaksanaan penelitian meliputi pembagian bungkil biji karet berdasarkan perlakuan yang terdiri dari (a) bungkil biji karet tanpa diproses, (b) bungkil biji karet dengan proses pemanasan (c) bungkil biji karet diproses ekstrusi, dan (d) bungkil biji karet disuplementasi dengan kalsium sulfat. Bungkil biji karet juga diberikan kepada ayam pedaging dengan aras yang berbeda-beda, yaitu aras 0, 10, 20 dan 30 persen dalam campuran pakan. Sehingga terdapat 16 kombinasi perlakuan. Perlakuan tersebut kemudian diberikan pada ayam pedaging umur satu hari sampai 42 hari.

Variabel yang diamati sebagai berikut.

1. Kinerja ayam pedaging yang terdiri dari laju pertumbuhan, konsumsi pakan, konversi pakan, efisiensi imbalanced protein, produk bulu dan komposisi serta kualitas karkas.
2. Nilai nutrisi pakan ayam pedaging yang terdiri dari nilai biologis pakan dan nilai metabolis pakan.
3. Status kesehatan ayam pedaging terdiri dari kondisi hati, ginjal dan darah.

Kerangka operasional penelitian kedua dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Kerangka Operasional Penelitian Tahap Kedua

### 3.4. Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang dapat diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Perlakuan fisik yang terdiri dari proses pemanasan dan ekstrusi pada bungkil biji karet dapat mempertahankan nilai nutrisi dan menurunkan kadar sianidanya.
2. Pemberian bungkil biji karet yang telah diproses secara fisik melalui pemanasan dan ekstrusi, serta perlakuan suplementasi kalsium sulfat dalam pakan dapat meningkatkan kinerja, nilai nutrisi dan status kesehatan ayam pedaging.
3. Terdapat pengaruh interaksi antara perlakuan aras penggunaan bungkil biji karet dengan perlakuan proses secara fisik melalui pemanasan dan ekstrusi, serta perlakuan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kinerja, nilai nutrisi dan status kesehatan ayam pedaging.

# BAB 4



## BAB 4

### MATERI DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari dua langkah percobaan eksperimental. Percobaan pertama adalah pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan nutrisi dan kandungan sianida. Percobaan kedua adalah perlakuan aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat dalam pakan terhadap penampilan ayam pedaging.

#### **4.1. Pengaruh Proses Fisik dan Suplementasi Kalsium Sulfat pada Bungkil Biji Karet terhadap Kandungan Nutrisi dan Kandungan Sianida**

##### **4.1.1. Tempat dan waktu penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak serta di Experimental Farm Fakultas Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang. Pelaksanaan penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 1998 sampai dengan Mei 1998.

##### **4.1.2. Bahan dan alat penelitian**

Bahan yang digunakan adalah biji karet dari perkebunan PT. Segayung Batang, Jawa Tengah. Biji karet tersebut kemudian dipecah kulitnya dan dijemur di bawah sinar matahari. Setelah kandungan airnya menyusut hingga konstan dilanjutkan dengan pengepresan dengan alat *press* hidrolik untuk memisahkan bungkil biji karet

dengan minyak biji karet. Bungkil biji karet siap untuk digunakan sebagai bahan penelitian.

### **4.1.3. Metode penelitian**

#### **4.1.3.1. Rancangan penelitian**

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 6 ulangan. Keseluruhan unit percobaan berjumlah 24 unit. Perlakuan pengolahan proses bungkil biji karet yang diberikan dapat dirinci sebagai berikut.

- (1) bungkil biji karet tanpa proses (T),
- (2) proses pemanasan pada suhu 50°C selama 4 jam (P),
- (3) proses ekstrusi pada suhu 120°C dan waktu 10 detik (E), dan
- (4) proses suplementasi kalsium sulfat 12,7 kali kandungan sianida (S).

#### **4.1.3.2. Pelaksanaan penelitian**

Bungkil biji karet dibagi menjadi 24 bagian, kemudian digunakan untuk perlakuan tanpa diproses, dipanaskan dengan suhu 50°C selama 4 jam, diekstrusi dengan suhu 120°C dalam waktu 10 detik dan suplementasi kalsium sulfat dengan pemberian sebanyak 12,7 kali kandungan sianida masing-masing sebanyak enam bagian. Bungkil biji karet yang telah mengalami perlakuan tersebut kemudian dianalisis di laboratorium yang meliputi analisis proksimat, analisis energi, analisis asam amino, analisis mineral dan analisis anti nutrisi. Kandungan nutrisi yang

diamati adalah protein kasar, lemak kasar, serat kasar, energi metabolis, asam-asam amino, kalsium, fosfor, sulfur, natrium, dan kandungan racun sianida. Khusus untuk analisis energi yang meliputi penentuan energi metabolis semu dan energi metabolis sejati selain dianalisis di laboratorium juga memerlukan perlakuan di kandang percobaan dengan prosedur percobaan sebagaimana pada Lampiran 3.

#### **4.1.3.3. Variabel penelitian**

Variabel yang diamati adalah sebagai berikut.

- a. Kandungan bahan kering
- b. Kandungan abu
- c. Kandungan protein kasar
- d. Kandungan lemak kasar
- e. Kandungan serat kasar
- f. Kandungan Bahan Ekstrak Tanpa N (BETN)
- g. Kandungan sianida
- h. Kandungan energi metabolis semu
- i. Kandungan energi metabolis sejati

Sebagai data pendukung dalam penyusunan ransum ayam pedaging dilakukan analisis kandungan asam amino dan kandungan mineral. Determinasi variabel dapat dilihat pada Lampiran 1 sampai dengan 6

#### 4.1.3.4. Analisis statistik

Data dari hasil analisis proksimat yang meliputi kandungan bahan kering, abu, protein kasar, serat kasar, dan lemak kasar, analisis energi yaitu energi metabolis semu, energi metabolis sejati dan analisis sianida, dianalisis dengan analisis varian (uji F) dan dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test*. Sementara itu hasil analisis asam amino dan mineral digunakan sebagai data penyusunan pakan.

### 4.2. Pengaruh Perlakuan Aras Penggunaan Bungkil Biji Karet yang Diproses Secara Fisik dan Suplementasi Kalsium Sulfat terhadap Penampilan Ayam Pedaging

#### 4.2.1. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak serta Experimental Farm Fakultas Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan September 1998 sampai dengan November 1998.

#### 4.2.2. Bahan dan alat penelitian

Hewan percobaan digunakan *day old chick* pedaging jantan strain Hubbard dengan rata-rata bobot badan  $38,36 \pm 1,57$  gram. Ayam pedaging tersebut kemudian ditempatkan pada masing-masing unit percobaan yang telah disediakan. Masing-masing unit percobaan mendapatkan empat ekor ayam pedaging. Keseluruhan unit hewan percobaan berjumlah 48 unit.

Kandang yang dipergunakan berukuran 4 x 8 m, dilengkapi peralatan kandang yang terdiri dari lampu 40 watt sebagai pemanas dan penerangan, tempat pakan dan minum, dan peralatan pembersih kandang.

Bahan yang akan diuji coba adalah bungkil biji karet tanpa proses, hasil proses perlakuan fisik yang terdiri dari pemanasan dengan suhu 50°C selama 4 jam, ekstrusi dengan suhu 120°C selama 20 detik serta proses perlakuan suplementasi kalsium sulfat 12,7 kali kandungan sianida.

Pakan disusun dengan memperhatikan pengaruh yang ditimbulkan adalah hanya dari bungkil biji karet. Perubahan persentase nilai hanya dilakukan pada bungkil biji karet sesuai dengan perlakuan yang diinginkan yaitu 0, 10, 20 dan 30 persen sebagai pengganti satu bahan pakan yang ditentukan yaitu campuran antara tepung ikan dan bekatul yang mempunyai kandungan zat makanan terutama protein dan energi metabolis yang sama dengan bungkil biji karet. Perbandingan campuran tepung ikan dan bekatul adalah 78,58 persen tepung ikan dan 21,42 persen bekatul. Bungkil biji karet harus dicampur dengan minyak dengan perbandingan 91,76 persen bungkil biji karet dan 8,24 persen minyak supaya dapat digunakan sebagai pengganti campuran tepung ikan dan bekatul untuk memperoleh nilai energi dan protein yang sama yaitu energi metabolis sebesar 2878,50 kcal/kg dan kandungan protein sebesar 23,00 persen. Penyusunan dilakukan dengan tetap mempertahankan besarnya persentase nilai pada bahan pakan lain. Susunan pakan penelitian dan komposisi kimianya dapat dilihat pada Tabel 4.1. dan 4.2.

**Tabel 4.1. Komposisi pakan penelitian ayam pedaging periode awal**

Bahan Makanan	NRC	S-0	S-10	S-20	S-30
Jagung kuning		38,50	38,50	38,50	38,50
Bungkil biji karet + minyak		0,00	10,00	20,00	30,00
Bungkil biji karet		0,00	9,20	18,40	27,60
Minyak		0,00	0,80	1,60	2,40
Tepung ikan + bekatul		30,00	20,00	10,00	0,00
Tepung ikan		6,43	4,28	2,14	0,00
Bekatul		23,57	15,72	7,86	0,00
Bungkil kedelai		28,89	28,89	28,89	28,89
Kapur		2,07	2,04	2,00	1,97
Dicalcium fosfat		0,00	0,11	0,22	0,33
Garam dapur		0,33	0,32	0,31	0,30
Vitamin dan mineral mix (Dinamix HC)		0,20	0,20	0,20	0,20
<b>Jumlah</b>		<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Analisis perhitungan</b>					
Energi metabolis (kkal/kg)	3200,00	3200,00	3200,00	3200,00	3200,00
Protein kasar (%)	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00
Serat kasar (%)	5,00	5,60	6,09	6,58	7,07
Lemak kasar (%)	5,00	5,36	5,27	5,17	5,08
Kalsium (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fosfor (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Natrium (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
<b>Asam amino essensial (%)</b>					
Arginin	1,25	1,67	1,70	1,73	1,77
Glisin + serin	1,25	2,22	2,12	2,02	1,91
Histidin	0,35	0,60	0,58	0,55	0,53
Isoleusin	0,80	0,93	0,90	0,88	0,85
Leusin	1,30	1,85	1,80	1,76	1,71
Lisin	1,10	1,31	1,27	1,24	1,21
Metionin	0,50	0,59	0,63	0,68	0,72
Metionin + sistin	0,90	1,03	1,09	1,16	1,23
Fenilalanin	1,34	1,63	1,65	1,67	1,69
Fenilalanin + tirosin	1,34	1,79	1,70	1,61	1,53
Treonin	0,80	0,92	0,87	0,85	0,82
Valin	0,90	1,09	1,11	1,12	1,14
Triptofan	0,20	0,31	0,29	0,27	0,25

Keterangan : S = starter

**Tabel 4.2. Komposisi pakan penelitian ayam pedaging periode akhir**

Bahan Makanan	NRC	F-0	F-10	F-20	F-30
Jagung kuning		47,57	47,57	47,57	47,57
Bungkil biji karet + minyak		0,00	10,00	20,00	30,00
Bungkil biji karet		0,00	9,20	18,40	27,60
Minyak		0,00	0,80	1,60	2,40
Tepung ikan + bekatul		30,00	20,00	10,00	0,00
Tepung ikan		6,43	4,28	2,14	0,00
Bekatul		23,57	15,72	7,86	0,00
Bungkil kacang kedelai		20,24	20,24	20,24	20,24
Kapur		1,87	1,88	1,89	1,90
Dicalcium fosfat		0,00	0,04	0,08	0,11
Garam dapur		0,21	0,20	0,19	0,18
Vitamin dan mineral mix (Dinamix HC)		0,20	0,20	0,20	0,20
<b>Jumlah</b>		<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Analisis perhitungan</b>					
Energi metabolis (kkal/kg)	3200,00	3200,00	3200,00	3200,00	3200,00
Protein kasar (%)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Serat kasar (%)		5,20	5,68	6,17	6,66
Lemak kasar (%)		5,64	5,54	5,45	5,35
Kalsium (%)	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Fosfor (%)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Natrium (%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
<b>Asam amino essensial (%)</b>					
Arginin	1,10	1,39	1,42	1,45	1,48
Glisin + serin	1,14	1,92	1,82	1,72	1,62
Histidin	0,32	0,52	0,50	0,47	0,45
Isoleusin	0,73	0,79	0,76	0,74	0,75
Leusin	1,09	1,64	1,60	1,55	1,51
Lisin	1,00	1,10	1,06	1,03	1,00
Metionin	0,38	0,38	0,43	0,47	0,52
Metionin + sistin	0,72	0,74	0,81	0,88	0,95
Fenilalanin	0,65	0,90	0,88	0,86	0,83
Fenilalanin + tirosin	1,22	1,46	1,38	1,29	1,24
Treonin	0,74	0,80	0,77	0,74	0,77
Valin	0,82	0,95	0,96	0,98	1,00
Triptofan	0,18	0,25	0,23	0,21	0,19

Keterangan : F = finisher

### 4.2.3. Metode penelitian

#### 4.2.3.1. Rancangan penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial 4x4 dengan tiga ulangan. Sebagai perlakuan adalah aras penggunaan bungkil biji karet dan perlakuan pemrosesan bungkil biji karet. Perlakuan tersebut terdiri dari : (1) perlakuan aras penggunaan bungkil biji karet, yang terdiri dari: 0 persen ( $A_0$ ), 10 persen ( $A_{10}$ ), 20 persen ( $A_{20}$ ), 30 persen ( $A_{30}$ ), dan (2) perlakuan pemrosesan bungkil biji karet yang terdiri dari : tanpa proses (T), proses pemanasan (P), ekstrusi (E), suplementasi kalsium sulfat (S).

#### 4.2.3.2. Pelaksanaan penelitian

Pakan dengan kandungan bungkil biji karet yang telah mengalami pemrosesan dibagi sesuai dengan aras yang telah ditentukan. Setelah itu diberikan pada ayam pedaging selama periode pemeliharaan 42 hari. Pakan dan air minum diberikan secara *ad libitum*. Selama penelitian dilakukan vaksinasi vaksin sebanyak dua kali yaitu pada hari ke empat dan ke 21 pada ayam percobaan.

#### 4.2.3.3. Variabel penelitian

Variabel yang diamati adalah sebagai berikut.

1. Kinerja ayam pedaging yang meliputi sebagai berikut.
  - a. Konsumsi pakan,
  - b. Laju pertumbuhan,
  - c. Konversi pakan,



# BAB 5

## BAB 5

## HASIL PENELITIAN

### 5.1. Pengaruh Proses Fisik dan Suplementasi Kalsium Sulfat pada Bungkil Biji Karet terhadap Kandungan Nutrisi dan Kandungan Sianida

#### 5.1.1. Pengaruh Proses Fisik dan Suplementasi Kalsium Sulfat pada Bungkil Biji Karet terhadap Kandungan Nutrisi

Data kandungan bahan kering, abu, protein kasar, lemak kasar, serat kasar dan bahan ekstrak tanpa N (BETN) bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat dapat dilihat pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1. Rataan Kandungan Bahan Kering, Abu, Protein Kasar, Lemak Kasar, Serat Kasar dan BETN Bungkil Biji Karet yang Diproses Secara Fisik dan Suplementasi Kalsium Sulfat Berdasarkan Persentase Bahan Kering**

Perlakuan	Bahan kering		Abu		Protein kasar		Lemak kasar		Serat kasar		BETN
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	
Tanpa pemanasan (T)	89,88	71,46 <sup>c</sup>	2,96	10,17	25,00	30,03 <sup>ab</sup>	10,97	19,34	14,52	22,41	47,35 <sup>a</sup>
Pemanasan (P)	91,62	73,17 <sup>a</sup>	3,56	10,86	25,53	30,35 <sup>a</sup>	12,25	20,46	15,21	22,93	46,66 <sup>ab</sup>
Ekstrusi (E)	91,04	72,63 <sup>sb</sup>	2,95	9,88	25,19	30,13 <sup>ab</sup>	11,95	20,21	13,98	21,98	46,26 <sup>b</sup>
Kalsium sulfat (S)	90,51	72,06 <sup>bc</sup>	3,39	10,61	24,92	29,84 <sup>b</sup>	11,12	19,45	15,28	22,99	47,11 <sup>a</sup>

Keterangan : <sup>a-d</sup>Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama pada masing-masing variabel berbeda nyata ( $p < 0,05$ )  
 x = rata-rata data hasil penelitian (%)  
 y = rata-rata data hasil transformasi

Berdasarkan analisis variansi dan dilanjutkan dengan uji Duncan dapat diketahui bahwa proses pemanasan dan ekstrusi dapat meningkatkan kandungan

bahan kering dan protein kasar, tetapi menurunkan kandungan bahan ekstrak tanpa N (BETN) bungkil biji karet ( $p < 0,05$ ). Kandungan bahan kering bungkil biji karet yang tinggi ditemui pada perlakuan pemanasan sebesar 91,62 persen, kemudian diikuti dengan perlakuan ekstrusi sebesar 91,04 persen, perlakuan suplementasi kalsium sulfat sebesar 90,51 persen dan rendah pada perlakuan tanpa proses sebesar 89,88 persen. Kandungan protein kasar bungkil biji karet yang tinggi ditemui pada perlakuan pemanasan sebesar 25,53 persen, kemudian diikuti dengan perlakuan ekstrusi sebesar 25,19 persen, perlakuan tanpa proses sebesar 25,00 persen dan yang rendah adalah perlakuan suplementasi kalsium sulfat sebesar 24,92 persen. Kandungan BETN bungkil biji karet yang tinggi ditemui pada perlakuan tanpa proses sebesar 47,35 persen, kemudian diikuti dengan perlakuan suplementasi kalsium sulfat sebesar 47,11 persen, perlakuan pemanasan sebesar 46,66 persen dan yang rendah adalah perlakuan ekstrusi sebesar 46,26 persen.

Berdasarkan analisis variansi dan analisis *Duncan's Multiple Range Test* dapat diketahui bahwa masing-masing perlakuan yaitu tanpa proses, pemanasan, ekstrusi dan suplementasi kalsium sulfat tidak mempengaruhi kandungan abu, lemak kasar dan serat kasar ( $p > 0,05$ ).

### **5.1.2. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan energi**

Data kandungan energi metabolis semu dan energi metabolis sejati bungkil biji karet yang diproses fisik dan suplementasi kalsium sulfat terlihat pada Tabel 5.2.

**Tabel 5.2. Rataan Energi Metabolis Semu dan Energi Metabolis Sejati Bungkil Biji Karet yang Diproses Secara Fisik dan Suplementasi Kalsium Sulfat**

Perlakuan	Energi metabolis semu (kkal/kg)	Energi metabolis sejati (kkal/kg)
Tanpa pemanasan (T)	1956,80 <sup>b</sup>	2155,12 <sup>b</sup>
Pemanasan (P)	2030,53 <sup>a</sup>	2230,26 <sup>a</sup>
Ekstrusi (E)	1991,36 <sup>ab</sup>	2189,80 <sup>ab</sup>
Kalsium sulfat (S)	2013,69 <sup>ab</sup>	2212,50 <sup>ab</sup>

Keterangan : <sup>a</sup> dan <sup>b</sup>Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama pada masing-masing variabel berbeda nyata ( $p < 0,05$ )

Berdasarkan uji Duncan dapat diketahui bahwa proses pemanasan, ekstrusi dan kalsium sulfat dapat meningkatkan energi metabolis semu dan energi metabolis sejati ( $p < 0,05$ ). Energi metabolis semu bungkil biji karet yang tinggi ditemui pada perlakuan pemanasan sebesar 2030,53 kkal/kg, diikuti dengan perlakuan suplementasi kalsium sulfat sebesar 2013,69 kkal/kg, perlakuan ekstrusi sebesar 1991,36 kkal/kg dan yang rendah adalah pada perlakuan tanpa proses sebesar 1956,80 kkal/kg. Energi metabolis sejati bungkil biji karet yang tinggi ditemui pada perlakuan pemanasan sebesar 2230,26 kkal/kg, diikuti dengan perlakuan suplementasi kalsium sulfat sebesar 2212,50 kkal/kg, perlakuan ekstrusi sebesar 2189,80 kkal/kg dan yang rendah adalah pada perlakuan tanpa proses sebesar 2155,12 kkal/kg. Terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan pemanasan dengan perlakuan tanpa proses pada bungkil biji karet terhadap energi metabolis semu maupun terhadap energi metabolis sejati ( $p < 0,05$ ).

### 5.1.2. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan sianida

Data kandungan sianida bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat dapat dilihat pada Tabel 5.3.

**Tabel 5.3. Rataan Kandungan Sianida Bungkil Biji Karet yang Diproses Secara Fisik dan Suplementasi Kalsium Sulfat**

Perlakuan	Sianida (ppm)
Tanpa pemanasan (T)	43,12 <sup>a</sup>
Pemanasan (P)	30,44 <sup>b</sup>
Ekstrusi (E)	29,11 <sup>b</sup>
Kalsium sulfat (S)	42,34 <sup>a</sup>

Keterangan : <sup>a</sup> dan <sup>b</sup> Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata ( $p < 0,05$ )

Berdasarkan uji Duncan dapat diketahui bahwa proses pemanasan dan ekstrusi dapat menurunkan kandungan sianida bungkil biji karet ( $p < 0,05$ ). Kandungan sianida bungkil biji karet yang rendah ditemui pada perlakuan ekstrusi dengan kandungan sianida sebesar sebesar 29,11 ppm, dan selanjutnya oleh perlakuan pemanasan sebesar 30,44 ppm, perlakuan kalsium sulfat sebesar 42,34 ppm dan kandungan sianida yang tinggi ditemui pada perlakuan tanpa proses sebesar 43,12 ppm. Terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan pemanasan dan ekstrusi dengan perlakuan tanpa proses dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan sianida ( $p < 0,05$ ).

## **5.2. Pengaruh Proses Fisik dan Suplementasi Kalsium Sulfat Pada Bungkil Biji Karet terhadap Penampilan Ayam Pedaging**

### **5.2.1. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kinerja ayam pedaging**

Kinerja ayam pedaging meliputi konsumsi pakan, penambahan bobot badan, konversi pakan, imbalan efisiensi protein, komposisi dan kualitas karkas serta berat bulu. Data konsumsi pakan, penambahan bobot badan, konversi pakan dan imbalan efisiensi protein dapat dilihat pada Tabel 5.4.a.

#### **5.2.1.a. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap konsumsi pakan ayam pedaging**

Hasil analisis variansi menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap konsumsi pakan ( $p > 0,05$ ), namun setelah dilanjutkan dengan uji Duncan menunjukkan ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap konsumsi pakan ( $p < 0,05$ ).

Hasil analisis *Duncan's Multiple Range Test* menunjukkan bahwa jumlah konsumsi pakan yang tinggi ditemukan pada kelompok ayam yang tanpa diberi bungkil biji karet dengan rata-rata konsumsi pakan berkisar antara 59,22 hingga 61,25 gram/hari/ekor ( $p < 0,05$ ). Jumlah konsumsi pakan yang rendah dijumpai pada kelompok ayam yang diberi pakan yang mengandung 30 persen bungkil biji karet yang telah diproses secara pemanasan yaitu sebesar 42,71 gram/ekor/hari.

**Tabel 5.4.a. Rataan konsumsi pakan, pertambahan bobot badan, konversi pakan, dan imbangan efisiensi protein ayam pedaging selama 0 sampai dengan 6 minggu**

Perlakuan fisik dan Suplementasi CaSO <sub>4</sub>	Perlakuan aras penggunaan bungkil biji karet				Rataan
	0	10	20	30	
<b>Konsumsi pakan (gram/ekor/hari)</b>					
Tanpa proses	60,32 <sup>a</sup>	55,26 <sup>abcd</sup>	54,52 <sup>abcd</sup>	44,41 <sup>de</sup>	53,63
Pemanasan	61,25 <sup>a</sup>	57,03 <sup>ab</sup>	49,43 <sup>abcde</sup>	42,71 <sup>e</sup>	52,60
Ekstrusi	59,22 <sup>a</sup>	55,67 <sup>abcd</sup>	58,21 <sup>ab</sup>	47,25 <sup>bcdde</sup>	55,09
Kalsium sulfat	59,42 <sup>a</sup>	56,82 <sup>abc</sup>	56,42 <sup>abc</sup>	46,14 <sup>cde</sup>	54,70
Rataan	60,05	56,19	54,64	45,13	
<b>Pertambahan bobot badan (gram/ekor/hari)</b>					
Tanpa proses	36,11 <sup>a</sup>	33,96 <sup>ab</sup>	28,33 <sup>bcdde</sup>	24,80 <sup>e</sup>	30,80
Pemanasan	35,13 <sup>a</sup>	32,93 <sup>abc</sup>	32,43 <sup>abcd</sup>	25,29 <sup>e</sup>	31,44
Ekstrusi	34,75 <sup>a</sup>	32,07 <sup>abcd</sup>	33,00 <sup>abc</sup>	26,68 <sup>de</sup>	31,62
Kalsium sulfat	34,42 <sup>ab</sup>	33,83 <sup>ab</sup>	32,94 <sup>abc</sup>	27,78 <sup>cde</sup>	32,16
Rataan	35,10	33,20	31,68	26,05	
<b>Konversi pakan</b>					
Tanpa proses	1,71	1,68	1,68	1,76	1,71
Pemanasan	1,70	1,68	1,74	1,72	1,71
Ekstrusi	1,70	1,74	1,77	1,70	1,73
Kalsium sulfat	1,72	1,68	1,71	1,68	1,70
Rataan	1,71	1,69	1,73	1,71	
<b>Imbangan efisiensi protein</b>					
Tanpa proses	2,78	2,69	2,78	2,71	2,74
Pemanasan	2,74	2,73	2,74	2,77	2,75
Ekstrusi	2,73	2,74	2,68	2,72	2,72
Kalsium sulfat	2,73	2,75	2,76	2,73	2,74
Rataan	2,75	2,73	2,74	2,73	

Keterangan : <sup>a-c</sup>Superskrip yang berbeda pada baris dan kolom yang sama pada masing-masing variabel berbeda nyata ( $p < 0,05$ )

#### **5.2.1.b. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap penambahan bobot badan ayam pedaging**

Hasil analisis variansi menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap penambahan bobot badan ( $p > 0,05$ ), namun setelah dilanjutkan dengan uji Duncan menunjukkan ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap penambahan bobot badan ( $p < 0,05$ ).

Hasil analisis *Duncan's Multiple Range Test* menunjukkan bahwa jumlah penambahan bobot badan pada kelompok ayam yang mendapat perlakuan aras 10 dan 20 persen kecuali kelompok ayam yang diberi bungkil biji karet sebesar 20 persen tanpa diproses tidak berbeda dengan aras 0 persen dengan kisaran antara 61,25 hingga 54,52 gram/hari/ekor ( $p > 0,05$ ). Pertambahan bobot badan yang rendah dijumpai pada kelompok ayam yang diberi pakan yang mengandung 30 persen bungkil biji karet dengan kisaran sebesar 24,80 hingga 27,47 gram/ekor/hari.

#### **5.2.1.c. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap konversi pakan ayam pedaging**

Hasil analisis variansi menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap konversi pakan ( $p > 0,05$ ), setelah dilanjutkan dengan uji Duncan menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap konversi pakan ( $p > 0,05$ ).



Berdasarkan analisis variansi dan *Duncan's Multiple Range Test* tidak dijumpai adanya pengaruh proses pengolahan bungkil biji karet terhadap konversi pakan ( $p > 0,05$ ). Demikian juga berdasarkan analisis variansi dan *Duncan's Multiple Range Test* tidak dijumpai adanya pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet terhadap konversi pakan ( $p > 0,05$ ). Rataan konversi pakan seluruh kelompok ayam yang mendapat perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet berkisar antara 1,68 hingga 1,72.

#### **5.2.1.d. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap imbalan efisiensi protein ayam pedaging**

Hasil analisis variansi menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap imbalan efisiensi protein ( $p > 0,05$ ), setelah dilanjutkan dengan uji Duncan menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap imbalan efisiensi protein ( $p > 0,05$ ).

Berdasarkan analisis variansi dan *Duncan's Multiple Range Test* tidak dijumpai adanya pengaruh proses pengolahan bungkil biji karet terhadap imbalan efisiensi protein ( $p > 0,05$ ). Demikian juga berdasarkan analisis variansi dan *Duncan's Multiple Range Test* tidak dijumpai adanya pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet terhadap imbalan efisiensi protein ( $p > 0,05$ ). Rataan imbalan efisiensi protein seluruh kelompok ayam yang mendapat perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet berkisar antara 2,69 hingga 2,78.

**5.2.1.e. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap berat karkas pakan ayam pedaging**

Data komposisi dan kualitas karkas serta berat bulu ayam pedaging dapat dilihat pada Tabel 5.4.b.

Hasil analisis variansi menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap berat karkas ( $p > 0,05$ ), namun setelah dilanjutkan dengan uji Duncan menunjukkan ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap berat karkas ( $p < 0,05$ ).

Hasil analisis *Duncan's Multiple Range Test* menunjukkan bahwa rata-rata berat karkas pada kelompok ayam yang mendapat perlakuan aras 10 dan 20 persen kecuali kelompok ayam yang diberi bungkil biji karet sebesar 20 persen yang diproses dengan pemanasan tidak berbeda dengan aras 0 persen dengan kisaran sebesar 934,58 hingga 1058,75 gram/ekor ( $p > 0,05$ ). Berat karkas yang rendah dijumpai pada kelompok ayam yang diberi pakan yang mengandung 30 persen bungkil biji karet dengan kisaran sebesar 696,58 hingga 727,00 gram/ekor.

**5.2.1.f. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap imbalanced daging dan tulang ayam pedaging**

Hasil analisis variansi menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap imbalanced daging dan tulang ( $p > 0,05$ ), namun setelah dilanjutkan dengan uji Duncan menunjukkan ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras

**Tabel 5.4.b. Rataan komposisi karkas (berat karkas dan imbalan daging dan tulang) dan kualitas karkas (kandungan protein daging dan lemak daging) serta berat bulu ayam pedaging selama 0 sampai dengan 6 minggu**

Perlakuan fisik dan suplementasi CaSO <sub>4</sub>	Perlakuan aras penggunaan bungkil biji karet				Rataan					
	0	10	20	30						
<b>Berat karkas (gram/ekor)</b>										
Tanpa proses	998,17 <sup>ab</sup>	918,33 <sup>abc</sup>	943,67 <sup>abc</sup>	727,00 <sup>de</sup>	896,79					
Pemanasan	1058,75 <sup>a</sup>	961,50 <sup>abc</sup>	864,08 <sup>bcd</sup>	727,00 <sup>de</sup>	902,83					
Ekstrusi	1000,00 <sup>ab</sup>	1008,67 <sup>ab</sup>	929,58 <sup>abc</sup>	696,58 <sup>e</sup>	908,71					
Kalsium sulfat	971,67 <sup>abc</sup>	952,08 <sup>abc</sup>	934,58 <sup>abc</sup>	837,25 <sup>cd</sup>	923,90					
Rataan	1007,15	960,15	917,98	746,96						
<b>Imbalan daging dan tulang</b>										
Tanpa proses	2,77 <sup>bcd</sup>	2,63 <sup>bcd</sup>	2,44 <sup>bcd</sup>	2,08 <sup>c</sup>	2,48					
Pemanasan	3,11 <sup>ab</sup>	2,96 <sup>abcd</sup>	2,62 <sup>cde</sup>	2,37 <sup>cde</sup>	2,77					
Ekstrusi	3,47 <sup>a</sup>	2,43 <sup>cde</sup>	2,59 <sup>cde</sup>	2,30 <sup>de</sup>	2,70					
Kalsium sulfat	3,02 <sup>abc</sup>	2,97 <sup>abcd</sup>	2,66 <sup>bcd</sup>	2,40 <sup>cde</sup>	2,76					
Rataan	3,10	2,74	2,58	2,28						
<b>Protein daging (persen)</b>										
Tanpa proses	62,60	61,95	60,19	61,00	61,43					
Pemanasan	62,37	62,77	60,25	60,74	61,53					
Ekstrusi	61,21	62,69	61,70	60,29	61,47					
Kalsium sulfat	60,69	61,03	59,53	59,17	60,10					
Rataan	61,72	62,11	60,42	60,30						
<b>Lemak daging (persen)*</b>										
Tanpa proses	7,15	15,39 <sup>ab</sup>	7,20	15,57 <sup>ab</sup>	8,15	16,58 <sup>ab</sup>	7,18	15,54 <sup>ab</sup>	7,42	15,77
Pemanasan	7,59	15,99 <sup>ab</sup>	7,74	16,08 <sup>ab</sup>	8,37	16,81 <sup>ab</sup>	7,84	16,26 <sup>ab</sup>	7,89	16,28
Ekstrusi	6,79	15,32 <sup>ab</sup>	8,60	17,05 <sup>a</sup>	6,67	14,95 <sup>b</sup>	7,93	16,36 <sup>bb</sup>	7,55	15,92
Kalsium sulfat	7,24	15,41 <sup>ab</sup>	7,62	15,99 <sup>a</sup>	7,69	15,99 <sup>ab</sup>	7,90	16,32 <sup>ab</sup>	7,57	15,93
Rataan	7,20	15,53	7,79	16,17	7,72	16,08	7,71	16,12		
<b>Berat bulu (gram/ekor)</b>										
Tanpa proses	40,70 <sup>a</sup>	36,30 <sup>abc</sup>	32,13 <sup>bc</sup>	30,07 <sup>c</sup>	34,80					
Pemanasan	39,67 <sup>a</sup>	35,70 <sup>abc</sup>	33,53 <sup>abc</sup>	31,60 <sup>bc</sup>	35,13					
Ekstrusi	38,90 <sup>ab</sup>	35,43 <sup>abc</sup>	31,33 <sup>bc</sup>	29,90 <sup>c</sup>	33,89					
Kalsium sulfat	40,67 <sup>a</sup>	35,93 <sup>abc</sup>	31,67 <sup>bc</sup>	30,33 <sup>c</sup>	34,65					
Rataan	39,98	35,84	32,17	30,48						

Keterangan : <sup>a-c</sup>Superskrip yang berbeda pada baris dan kolom yang sama pada masing-masing variabel berbeda nyata ( $p < 0,05$ )

\* = data ditransformasi

penggunaan bungkil biji karet terhadap imbang daging dan tulang ( $p < 0,05$ ).

Hasil analisis *Duncan's Multiple Range Test* menunjukkan bahwa rataan imbang daging dan tulang pada kelompok ayam yang mendapat perlakuan aras 10 persen dengan proses pemanasan dan suplementasi kalsium sulfat tidak berbeda dengan aras 0 persen kecuali kelompok ayam yang diberi bungkil biji karet sebesar 0 persen tanpa diproses dengan kisaran sebesar 2,96 hingga 3,47 ( $p > 0,05$ ). Imbang daging dan tulang yang rendah dijumpai pada kelompok ayam yang diberi pakan yang mengandung 30 persen bungkil biji karet tanpa proses dengan kisaran sebesar 2,08.

#### **5.2.1.g. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan protein daging ayam pedaging**

Hasil analisis variansi menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap kandungan protein daging ( $p > 0,05$ ), setelah dilanjutkan dengan uji Duncan menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap kandungan protein daging ( $p > 0,05$ ).

Berdasarkan analisis variansi dan *Duncan's Multiple Range Test* tidak dijumpai adanya pengaruh proses pengolahan bungkil biji karet terhadap kandungan protein daging ( $p > 0,05$ ). Demikian juga berdasarkan analisis variansi dan *Duncan's Multiple Range Test* tidak dijumpai adanya pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet terhadap kandungan protein daging ( $p > 0,05$ ). Rataan kandungan protein daging seluruh kelompok ayam berkisar antara 59,17 hingga 62,77 persen.

#### **5.2.1.h. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan lemak daging ayam pedaging**

Hasil analisis variansi menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap kandungan lemak daging ( $p > 0,05$ ), namun setelah dilanjutkan dengan uji Duncan menunjukkan ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap kandungan lemak daging ( $p < 0,05$ ).

Hasil analisis *Duncan's Multiple Range Test* menunjukkan bahwa rataan kandungan lemak daging pada semua kelompok ayam yang mendapat perlakuan aras penggunaan bungkil biji karet dan proses pengolahan bungkil biji karet tidak berbeda kecuali perlakuan aras 20 persen dengan proses ekstrusi dengan kisaran sebesar 7,15 hingga 8,60 persen ( $p > 0,05$ ). Rataan kandungan lemak kasar yang rendah dijumpai pada kelompok ayam yang diberi pakan yang mengandung 20 persen bungkil biji karet dengan proses ekstrusi dengan nilai sebesar 6,67 persen.

#### **5.2.1.i. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap berat bulu ayam pedaging**

Hasil analisis variansi menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap berat bulu ( $p > 0,05$ ), namun setelah dilanjutkan dengan uji Duncan menunjukkan ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap berat bulu ( $p < 0,05$ ).

Hasil analisis *Duncan's Multiple Range Test* menunjukkan bahwa jumlah berat bulu yang tinggi ditemukan pada kelompok ayam yang diberi perlakuan aras 0 dan 10 pada semua proses pengolahan bungkil biji karet serta 20 persen dengan proses pemanasan dengan rataan berat bulu berkisar antara 33,53 hingga 40,70 gram/ekor ( $p > 0,05$ ). Rataan berat bulu yang rendah dijumpai pada kelompok ayam yang mendapat perlakuan aras 30 persen kecuali kelompok ayam yang diberi pakan mengandung 30 persen bungkil biji karet dengan proses pemanasan dengan kisaran sebesar 29,90 hingga 30,33 gram/ekor.

#### **5.2.2. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap nilai nutrisi ayam pedaging**

Nilai nutrisi ayam pedaging meliputi retensi nitrogen, nilai biologis pakan, kandungan glukosa darah dan kandungan protein darah. Data retensi nitrogen dan nilai biologis pakan yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat dapat dilihat pada Tabel 5.5.a.

##### **5.2.2.a. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap retensi nitrogen ayam pedaging**

Hasil analisis variansi menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap retensi nitrogen ( $p > 0,05$ ), namun setelah dilanjutkan dengan uji Duncan menunjukkan ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap retensi nitrogen ( $p < 0,05$ ).

**Tabel 5.5.a. Rataan retensi nitrogen dan nilai biologis pakan untuk protein ayam pedaging selama 0 sampai dengan 6 minggu**

Perlakuan fisik dan Suplementasi CaSO <sub>4</sub>	Perlakuan aras penggunaan bungkil biji karet				Rataan
	0	10	20	30	
<b>Retensi nitrogen (gram)</b>					
Tanpa proses	1,31 <sup>b</sup>	1,23 <sup>b</sup>	1,43 <sup>b</sup>	1,86 <sup>ab</sup>	1,45
Pemanasan	1,38 <sup>b</sup>	1,73 <sup>ab</sup>	1,70 <sup>ab</sup>	2,05 <sup>a</sup>	1,72
Ekstrusi	1,54 <sup>ab</sup>	1,57 <sup>ab</sup>	1,71 <sup>ab</sup>	1,89 <sup>a</sup>	1,68
Kalsium sulfat	1,65 <sup>ab</sup>	1,44 <sup>ab</sup>	1,53 <sup>b</sup>	1,80 <sup>ab</sup>	1,60
Rataan	1,47	1,50	1,59	1,90	
<b>Nilai biologis pakan (persen)</b>					
Tanpa proses	43,84 <sup>abc</sup>	44,92 <sup>abc</sup>	46,22 <sup>abc</sup>	47,61 <sup>ab</sup>	45,64
Pemanasan	38,27 <sup>bc</sup>	47,61 <sup>ab</sup>	50,35 <sup>a</sup>	50,34 <sup>a</sup>	46,67
Ekstrusi	39,89 <sup>bc</sup>	45,05 <sup>abc</sup>	46,45 <sup>abc</sup>	47,89 <sup>ab</sup>	44,82
Kalsium sulfat	37,22 <sup>c</sup>	41,27 <sup>abc</sup>	44,36 <sup>abc</sup>	46,89 <sup>ab</sup>	42,44
Rataan	39,81	44,71	46,85	48,20	

Keterangan : <sup>a,b dan c</sup>Superskrip yang berbeda pada baris dan kolom yang sama pada masing-masing variabel berbeda nyata ( $p < 0,05$ )

Hasil analisis *Duncan's Multiple Range Test* menunjukkan bahwa rata-rata retensi nitrogen pada kelompok ayam pada semua perlakuan kecuali yang mendapat perlakuan aras 30 persen dengan proses pemanasan dan ekstrusi tidak berbeda dengan kisaran sebesar 1,23 hingga 1,86 gram ( $p > 0,05$ ). Retensi nitrogen yang tinggi dijumpai pada kelompok ayam yang diberi pakan yang mengandung 30 persen bungkil biji karet dengan proses pemanasan dan ekstrusi dengan kisaran sebesar 1,89 hingga 2,05 gram.

#### **5.2.2.b. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap nilai biologis pakan ayam pedaging**

Hasil analisis variansi menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap nilai biologis pakan ( $p > 0,05$ ), namun setelah dilanjutkan dengan uji Duncan menunjukkan ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap nilai biologis pakan ( $p < 0,05$ ).

Hasil analisis *Duncan's Multiple Range Test* menunjukkan bahwa jumlah nilai biologis pakan yang rendah ditemukan pada kelompok ayam yang tanpa diberi bungkil biji karet yang disuplementasi kalsium sulfat dengan rata-rata nilai biologis pakan sebesar 37,22 ( $p < 0,05$ ). Rataan nilai biologis pakan yang tinggi dijumpai pada kelompok ayam yang diberi pakan yang mengandung 20 dan 30 persen bungkil biji karet yang telah diproses secara pemanasan dengan kisaran sebesar 50,34 hingga 50,35 persen.

#### **5.2.2.c. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan glukosa darah ayam pedaging**

Data kandungan glukosa darah ayam pedaging yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat dapat dilihat pada Tabel 5.5.b.

Hasil analisis variansi menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet, aras penggunaan bungkil biji karet dan waktu setelah pemberian bungkil biji karet terhadap kandungan glukosa darah ( $p > 0,05$ ), namun setelah dilanjutkan dengan uji Duncan menunjukkan ada interaksi antara proses



**Tabel 5.5.b. Rataan kandungan glukosa darah ayam pedaging selama 0 sampai dengan 6 minggu (mg/dl)**

Waktu setelah Pemberian	Jenis Proses	Aras penggunaan bungkil biji karet				Rataan
		0	10	20	30	
0	T	298,00 <sup>a-g</sup>	239,00 <sup>u-y</sup>	219,70 <sup>yz</sup>	247,30 <sup>s-t</sup>	251,00
	P	233,30 <sup>v-z</sup>	228,70 <sup>w-z</sup>	289,30 <sup>b-m</sup>	242,30 <sup>t-x</sup>	248,40
	E	280,30 <sup>c-p</sup>	218,30 <sup>yz</sup>	221,30 <sup>xyz</sup>	224,30 <sup>xyz</sup>	236,05
	S	227,70 <sup>w-z</sup>	240,00 <sup>t-y</sup>	236,70 <sup>u-y</sup>	274,30 <sup>g-r</sup>	244,68
2	T	272,00 <sup>h-r</sup>	278,67 <sup>d-q</sup>	284,67 <sup>b-n</sup>	283,67 <sup>b-n</sup>	279,73
	P	259,00 <sup>o-u</sup>	283,33 <sup>b-o</sup>	271,33 <sup>i-r</sup>	262,00 <sup>n-t</sup>	268,90
	E	301,00 <sup>a-e</sup>	266,67 <sup>j-s</sup>	303,33 <sup>abc</sup>	295,67 <sup>a-l</sup>	291,66
	S	270,33 <sup>j-r</sup>	273,67 <sup>g-r</sup>	300,00 <sup>a-f</sup>	313,00 <sup>a</sup>	289,24
4	T	289,33 <sup>a-l</sup>	302,67 <sup>a-d</sup>	274,33 <sup>g-r</sup>	300,00 <sup>a-f</sup>	291,57
	P	291,00 <sup>a-j</sup>	276,33 <sup>f-q</sup>	284,00 <sup>b-n</sup>	288,33 <sup>b-m</sup>	284,90
	E	274,67 <sup>g-r</sup>	266,00 <sup>k-s</sup>	268,67 <sup>j-s</sup>	306,00 <sup>ab</sup>	278,84
	S	273,67 <sup>g-r</sup>	255,33 <sup>q-u</sup>	296,33 <sup>a-h</sup>	275,33 <sup>g-r</sup>	300,09
6	T	265,67 <sup>l-s</sup>	251,67 <sup>r-v</sup>	272,67 <sup>h-r</sup>	277,00 <sup>e-q</sup>	266,75
	P	264,67 <sup>m-s</sup>	259,00 <sup>o-u</sup>	273,33 <sup>h-r</sup>	268,33 <sup>j-s</sup>	266,49
	E	279,67 <sup>c-p</sup>	256,67 <sup>p-u</sup>	295,00 <sup>a-l</sup>	290,33 <sup>a-k</sup>	280,41
	S	211,00 <sup>z</sup>	237,67 <sup>u-y</sup>	266,67 <sup>j-s</sup>	281,00 <sup>c-p</sup>	274,09
Rataan		257,66	264,60	272,33	274,26	

Keterangan : <sup>a-z</sup>Superskrip yang berbeda pada baris dan kolom yang sama pada masing-masing variabel berbeda nyata ( $p < 0,05$ )

pengolahan bungkil biji karet, aras penggunaan bungkil biji karet dan waktu setelah pemberian bungkil biji karet terhadap kandungan glukosa darah ( $p < 0,05$ ).

Hasil analisis *Duncan's Multiple Range Test* menunjukkan bahwa rata-rata kandungan glukosa darah tinggi mayoritas terdapat pada kelompok ayam yang mendapat perlakuan waktu setelah pemberian pakan pada jam ke-2 dan ke-4 pada semua perlakuan aras maupun proses pengolahan bungkil biji karet dengan kisaran sebesar 289,33 sampai dengan 313,00 mg/dl ( $p > 0,05$ ). Kandungan glukosa rendah

mayoritas dijumpai pada kelompok ayam yang mendapat perlakuan waktu setelah pemberian pakan jam ke-0 pada semua perlakuan aras maupun proses pengolahan bungkil biji karet dengan kisaran sebesar 211,00 sampai dengan 233.30 mg/dl ( $p < 0,05$ ).

#### **5.2.2.d. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan protein darah ayam pedaging**

Data kandungan protein darah ayam pedaging yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat dapat dilihat pada Tabel 5.5.c.

Hasil analisis variansi menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet, aras penggunaan bungkil biji karet dan waktu setelah pemberian bungkil biji karet terhadap kandungan protein darah ( $p > 0,05$ ), namun setelah dilanjutkan dengan uji Duncan menunjukkan ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet, aras penggunaan bungkil biji karet dan waktu setelah pemberian bungkil biji karet terhadap kandungan protein darah ( $p < 0,05$ ).

Hasil analisis *Duncan's Multiple Range Test* menunjukkan bahwa jumlah kandungan protein darah rendah mayoritas ditemukan pada kelompok ayam yang diberi perlakuan waktu setelah pemberian pakan pada jam ke-0 dengan rata-rata kandungan protein darah berkisar antara 2.64 hingga 3.57 g/dl ( $p < 0,05$ ). Jumlah kandungan protein darah yang tinggi mayoritas dijumpai pada kelompok ayam yang diberi perlakuan waktu setelah pemberian jam ke-4 dan ke-6 yaitu berkisar sebesar 4,22 hingga 6,68 g/dl.

**Tabel 5.5.c. Rataan kandungan protein darah ayam pedaging selama 0 sampai dengan 6 minggu (g/dl)**

Waktu setelah Pemberian	Jenis Proses	Aras penggunaan bungkil biji karet				Rataan
		0	10	20	30	
0	T	3,57 <sup>d-k</sup>	2,91 <sup>jk</sup>	2,89 <sup>jk</sup>	2,75 <sup>jk</sup>	3,03
	P	3,16 <sup>g-k</sup>	3,19 <sup>f-k</sup>	3,12 <sup>h-k</sup>	2,95 <sup>ijk</sup>	3,11
	E	3,43 <sup>c-k</sup>	3,57 <sup>d-k</sup>	2,75 <sup>jk</sup>	2,64 <sup>j</sup>	3,10
	S	3,20 <sup>f-k</sup>	3,09 <sup>i-k</sup>	2,75 <sup>jk</sup>	2,95 <sup>ijk</sup>	3,00
2	T	4,19 <sup>b-k</sup>	3,79 <sup>c-k</sup>	3,76 <sup>c-k</sup>	3,77 <sup>c-k</sup>	4,29
	P	3,98 <sup>c-k</sup>	4,08 <sup>c-k</sup>	4,09 <sup>b-k</sup>	3,60 <sup>d-k</sup>	3,89
	E	4,55 <sup>a-k</sup>	4,54 <sup>a-k</sup>	4,52 <sup>a-k</sup>	3,85 <sup>c-k</sup>	4,37
	S	4,32 <sup>a-k</sup>	3,76 <sup>c-k</sup>	5,14 <sup>a-j</sup>	3,60 <sup>d-k</sup>	4,20
4	T	4,71 <sup>a-k</sup>	4,47 <sup>a-k</sup>	4,79 <sup>a-k</sup>	5,79 <sup>a-e</sup>	4,94
	P	5,05 <sup>a-k</sup>	5,37 <sup>a-h</sup>	5,58 <sup>a-f</sup>	4,49 <sup>a-k</sup>	4,67
	E	5,05 <sup>a-k</sup>	4,42 <sup>a-k</sup>	4,54 <sup>a-k</sup>	4,67 <sup>a-k</sup>	4,91
	S	6,15 <sup>abc</sup>	4,77 <sup>a-k</sup>	5,96 <sup>a-d</sup>	5,43 <sup>a-h</sup>	5,46
6	T	3,38 <sup>e-k</sup>	4,32 <sup>a-k</sup>	5,55 <sup>a-g</sup>	3,90 <sup>c-k</sup>	3,88
	P	4,21 <sup>b-k</sup>	5,43 <sup>a-h</sup>	6,49 <sup>ab</sup>	4,22 <sup>a-k</sup>	5,09
	E	5,56 <sup>a-g</sup>	6,68 <sup>a</sup>	5,11 <sup>a-j</sup>	5,35 <sup>a-i</sup>	5,72
	S	4,56 <sup>a-k</sup>	5,72 <sup>a-e</sup>	4,82 <sup>a-k</sup>	5,59 <sup>a-f</sup>	4,77
Rataan		4,30	4,33	4,50	4,20	

Keterangan : <sup>a-j</sup>Superskrip yang berbeda pada baris dan kolom yang sama pada masing-masing variabel berbeda nyata ( $p < 0,05$ )

### 5.2.3. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap status kesehatan ayam pedaging

Status kesehatan ayam pedaging meliputi kondisi hati, kondisi ginjal dan kondisi darah ayam pedaging.

#### 5.2.3.a. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap berat hati ayam pedaging

Data kondisi hati yang terdiri dari berat hati, SGPT dan SGOT yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat yang dapat dilihat pada Tabel 5.6.a.

**Tabel 5.6.a. Rataan berat hati, SGPT dan SGOT ayam pedaging selama 0 sampai dengan 6 minggu**

Perlakuan fisik dan Suplementasi CaSO <sub>4</sub>	Perlakuan aras penggunaan bungkil biji karet				Rataan
	0	10	20	30	
<b>Berat hati (gram/1 kg bobot badan)</b>					
Tanpa proses	56,29 <sup>abc</sup>	50,17 <sup>bcdef</sup>	46,96 <sup>defg</sup>	37,93 <sup>gh</sup>	47,83
Pemanasan	59,44 <sup>ab</sup>	51,49 <sup>bcdef</sup>	49,63 <sup>cdef</sup>	36,72 <sup>h</sup>	49,32
Ekstrusi	61,80 <sup>a</sup>	53,71 <sup>abcde</sup>	49,56 <sup>cdef</sup>	44,95 <sup>efgh</sup>	52,50
Kalsium sulfat	54,60 <sup>abcd</sup>	52,08 <sup>bcdef</sup>	49,18 <sup>cdef</sup>	43,11 <sup>fgh</sup>	49,74
Rataan	58,03	51,86	48,83	40,68	
<b>SGPT (m<math>\mu</math>/ml)</b>					
Tanpa proses	1,33	1,67	2,00	1,67	1,67
Pemanasan	1,00	2,33	2,00	2,00	1,83
Ekstrusi	1,67	1,33	1,33	1,33	1,41
Kalsium sulfat	2,33	2,00	1,00	1,67	1,75
Rataan	1,58	1,83	1,58	1,67	
<b>SGOT (m<math>\mu</math>/ml)</b>					
Tanpa proses	165,00	168,67	166,67	161,00	165,33
Pemanasan	159,00	171,33	162,00	155,00	161,83
Ekstrusi	194,33	161,67	155,00	158,00	167,25
Kalsium sulfat	177,33	167,00	150,00	163,00	164,33
Rataan	173,92	167,17	158,42	159,25	

Keterangan : <sup>a-h</sup>Superskrip yang berbeda pada baris dan kolom yang sama pada masing-masing variabel berbeda nyata ( $p < 0,05$ )

Hasil analisis variansi untuk berat hati menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap berat hati ( $p > 0,05$ ), namun setelah dilanjutkan dengan uji Duncan

menunjukkan ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap berat hati ( $p < 0,05$ ).

Hasil analisis *Duncan's Multiple Range Test* menunjukkan bahwa rata-rata berat hati yang tinggi dijumpai pada kelompok ayam yang mendapat perlakuan aras 0 persen pada semua perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet dan aras 10 persen dengan proses ekstrusi dengan kisaran sebesar 53,71 hingga 61,80 gram/1 kg bobot badan ( $p > 0,05$ ). Berat hati yang rendah dijumpai pada kelompok ayam yang diberi pakan yang mengandung 30 persen bungkil biji karet dengan kisaran antara 37,93 hingga 44,95 g/1 kg bobot badan ( $p > 0,05$ ).

#### **5.2.3.b. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan *serum glutamic pyruvic transaminase* (SGPT) ayam pedaging**

Hasil analisis variansi menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap SGPT ( $p > 0,05$ ), setelah dilanjutkan dengan uji Duncan menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap kandungan SGPT ( $p > 0,05$ ).

Berdasarkan analisis variansi dan *Duncan's Multiple Range Test* tidak dijumpai adanya pengaruh proses pengolahan bungkil biji karet terhadap kandungan SGPT ( $p > 0,05$ ). Demikian juga berdasarkan analisis variansi dan *Duncan's Multiple Range Test* tidak dijumpai adanya pengaruh aras penggunaan bungkil biji

karet terhadap kandungan SGPT ( $p > 0,05$ ). Rataan kandungan SGPT seluruh kelompok ayam pada semua perlakuan berkisar antara 1,00 hingga 2,00  $m\mu/ml$ .

**5.2.3.c. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan (*serum glutamic oxaloacetic transaminase* (SGOT) ayam pedaging**

Hasil analisis variansi menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap SGOT ( $p > 0,05$ ), setelah dilanjutkan dengan uji Duncan menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap kandungan SGOT ( $p > 0,05$ ).

Berdasarkan analisis variansi dan *Duncan's Multiple Range Test* tidak dijumpai adanya pengaruh proses pengolahan bungkil biji karet terhadap SGOT ( $p > 0,05$ ). Demikian juga berdasarkan analisis variansi dan *Duncan's Multiple Range Test* tidak dijumpai adanya pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet terhadap SGOT ( $p > 0,05$ ). Rataan kandungan SGOT seluruh kelompok ayam pada semua perlakuan berkisar antara 155,00 hingga 171,33  $m\mu/ml$ .

**5.2.3.d. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap berat ginjal ayam pedaging**

Data kondisi ginjal yang terdiri dari berat ginjal, *blood ureum nitrogen* (BUN) dan kreatinin yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat dapat dilihat pada Tabel 5.6.b.

**Tabel 5.6.b. Rataan berat ginjal, Blood Urea Nitrogen (BUN) dan kreatinin ayam pedaging selama 0 sampai dengan 6 minggu**

Perlakuan fisik dan Suplementasi CaSO <sub>4</sub>	Perlakuan aras penggunaan bungkil biji karet				Rataan
	0	10	20	30	
<b>Berat ginjal (gram/1 kg bobot badan)</b>					
Tanpa proses	19,45 <sup>abcd</sup>	18,25 <sup>bode</sup>	16,95 <sup>defg</sup>	14,48 <sup>g</sup>	17,28
Pemanasan	21,18 <sup>a</sup>	18,18 <sup>bcd</sup>	17,87 <sup>cdef</sup>	14,52 <sup>g</sup>	17,94
Ekstrusi	20,19 <sup>ab</sup>	19,02 <sup>abcd</sup>	17,75 <sup>cdef</sup>	15,75 <sup>fg</sup>	18,18
Kalsium sulfat	19,97 <sup>abc</sup>	19,28 <sup>abcd</sup>	17,89 <sup>bcd</sup>	16,32 <sup>efg</sup>	18,36
Rataan	20,20	18,68	17,62	15,27	
<b>BUN (mg/dl)</b>					
Tanpa proses	6,50	6,27	6,87	7,60	6,82
Pemanasan	6,47	5,50	6,80	4,47	6,31
Ekstrusi	6,93	6,70	4,73	6,40	6,19
Kalsium sulfat	5,77	5,67	5,03	6,00	5,62
Rataan	6,42	6,03	6,36	6,13	
<b>Kreatinin (mg/dl)</b>					
Tanpa proses	0,33 <sup>b</sup>	0,36 <sup>b</sup>	0,33 <sup>b</sup>	0,40 <sup>b</sup>	0,36
Pemanasan	0,40 <sup>b</sup>	0,36 <sup>b</sup>	0,33 <sup>b</sup>	0,40 <sup>b</sup>	0,38
Ekstrusi	0,60 <sup>a</sup>	0,33 <sup>b</sup>	0,40 <sup>b</sup>	0,40 <sup>b</sup>	0,43
Kalsium sulfat	0,33 <sup>b</sup>	0,50 <sup>ab</sup>	0,43 <sup>ab</sup>	0,46 <sup>ab</sup>	0,43
Rataan	0,42	0,39	0,38	0,42	

Keterangan : <sup>a-g</sup>Superskrip yang berbeda pada baris dan kolom yang sama pada masing-masing variabel berbeda nyata ( $p < 0,05$ )

Hasil analisis variansi menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap berat ginjal ( $p > 0,05$ ), namun setelah dilanjutkan dengan uji Duncan menunjukkan ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap berat ginjal ( $p < 0,05$ ).

Hasil analisis *Duncan's Multiple Range Test* menunjukkan bahwa rata-rata berat ginjal tinggi dijumpai pada kelompok ayam yang mendapat perlakuan aras 0 persen dengan kisaran antara 19,45 hingga 21,18 gram/1 kg bobot badan ( $p > 0,05$ ). Berat ginjal yang rendah dijumpai pada kelompok ayam yang diberi pakan yang mengandung 30 persen bungkil biji karet tanpa diproses dan pemanasan dengan kisaran sebesar 14,48 hingga 14,52 gram/1 kg bobot badan ( $p > 0,05$ ).

**5.2.3.e. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan *blood ureum nitrogen* (BUN) ayam pedaging**

Hasil analisis variansi menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap kandungan BUN ( $p > 0,05$ ), setelah dilanjutkan dengan uji Duncan menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap kandungan BUN ( $p > 0,05$ ).

Berdasarkan analisis variansi dan *Duncan's Multiple Range Test* tidak dijumpai adanya pengaruh proses pengolahan bungkil biji karet terhadap kandungan BUN ( $p > 0,05$ ). Demikian juga berdasarkan analisis variansi dan *Duncan's Multiple Range Test* tidak dijumpai adanya pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet terhadap kandungan BUN ( $p > 0,05$ ). Rataan kandungan BUN seluruh kelompok ayam yang mendapat perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet berkisar antara 4,47 hingga 6,93 mg/dl.



#### **5.2.3.f. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan kreatinin ayam pedaging**

Hasil analisis variansi menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap kandungan kreatinin ( $p > 0,05$ ), setelah dilanjutkan dengan uji Duncan menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap kandungan kreatinin ( $p < 0,05$ ).

Hasil analisis *Duncan's Multiple Range Test* menunjukkan bahwa rataan kandungan kreatinin tinggi dijumpai pada kelompok ayam yang mendapat perlakuan aras 0 persen pada proses ekstrusi dengan nilai sebesar 0,60 mg/dl ( $p > 0,05$ ). Kandungan kreatinin yang rendah dijumpai pada kelompok ayam pada semua aras dan semua proses pengolahan selain perlakuan ekstrusi pada aras 0 persen dan kalsium sulfat pada aras 10, 20 dan 30 persen dengan kisaran sebesar 0,33 hingga 0,40 mg/dl ( $p > 0,05$ ).

#### **5.2.3.g. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan hemoglobin ayam pedaging**

Data kondisi darah ayam pedaging yang terdiri dari kandungan hemoglobin, kandungan sianida darah, kalsium dan fosfor yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat dapat dilihat pada Tabel 5.6.c.

Hasil analisis variansi menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap kandungan hemoglobin ( $p > 0,05$ ), namun setelah dilanjutkan dengan uji Duncan



**Tabel 5.6.c. Rataan hemoglobin, sianida darah, kalsium darah dan fosfor darah ayam pedaging selama 0 sampai dengan 6 minggu**

Perlakuan fisik dan Suplementasi CaSO <sub>4</sub>	Perlakuan aras penggunaan bungkil biji karet				Rataan
	0	10	20	30	
<b>Hemoglobin (g/100 ml)</b>					
Tanpa proses	11,92 <sup>ab</sup>	11,33 <sup>abc</sup>	10,42 <sup>abc</sup>	10,25 <sup>bc</sup>	11,00
Pemanasan	10,75 <sup>abc</sup>	10,67 <sup>abc</sup>	10,50 <sup>abc</sup>	9,92 <sup>bc</sup>	10,46
Ekstrusi	11,92 <sup>ab</sup>	11,67 <sup>abc</sup>	10,67 <sup>abc</sup>	10,08 <sup>bc</sup>	11,08
Kalsium sulfat	12,33 <sup>a</sup>	11,08 <sup>abc</sup>	10,33 <sup>bc</sup>	9,83 <sup>c</sup>	10,90
Rataan	11,73 <sup>a</sup>	11,19 <sup>ab</sup>	10,50 <sup>bc</sup>	10,02 <sup>c</sup>	
<b>Sianida (ppm)</b>					
Tanpa proses	0,00 <sup>f</sup>	30,86 <sup>de</sup>	46,29 <sup>bcd</sup>	66,86 <sup>a</sup>	37,29
Pemanasan	0,00 <sup>f</sup>	36,00 <sup>de</sup>	56,57 <sup>abc</sup>	61,71 <sup>ab</sup>	37,29
Ekstrusi	0,00 <sup>f</sup>	36,00 <sup>de</sup>	41,14 <sup>cd</sup>	56,57 <sup>abc</sup>	33,44
Kalsium sulfat	0,00 <sup>f</sup>	20,57 <sup>e</sup>	41,14 <sup>cd</sup>	56,57 <sup>abc</sup>	29,57
Rataan	0,00	30,83	46,29	60,44	
<b>Kalsium (ppm)</b>					
Tanpa proses	4,14	3,72	4,14	4,26	4,07
Pemanasan	4,08	4,42	4,29	4,15	4,24
Ekstrusi	4,13	4,09	4,15	4,41	4,20
Kalsium sulfat	4,11	4,19	4,29	4,31	4,29
Rataan	4,12	4,11	4,22	4,23	
<b>Fosfor (ppm)</b>					
Tanpa proses	2,54	2,52	2,42	2,48	2,49
Pemanasan	2,26	2,41	2,48	2,26	2,48
Ekstrusi	2,66	2,88	2,76	2,96	2,79
Kalsium sulfat	2,96	2,60	2,95	2,77	2,82
Rataan	2,60	2,60	2,68	2,69	

Keterangan : <sup>a-f</sup>Superskrip yang berbeda pada baris dan kolom yang sama pada masing-masing variabel berbeda nyata ( $p < 0,05$ )

menunjukkan ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap kandungan hemoglobin ( $p < 0,05$ ).

Hasil analisis *Duncan's Multiple Range Test* menunjukkan bahwa rata-rata kandungan hemoglobin tinggi pada kelompok ayam yang mendapat perlakuan aras 0 persen yang disuplementasi kalsium sulfat yaitu sebesar 12,33 g/100ml ( $p < 0,05$ ). Kandungan hemoglobin rendah dijumpai pada kelompok ayam yang diberi pakan mengandung 30 persen bungkil biji karet yang disuplementasi kalsium sulfat sebesar 9,83 g/100ml.

#### **5.2.3.h. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan sianida darah ayam pedaging**

Hasil analisis variansi menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap kandungan sianida darah ( $p > 0,05$ ), namun setelah dilanjutkan dengan uji Duncan menunjukkan ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap kandungan sianida darah ( $p < 0,05$ ).

Hasil analisis *Duncan's Multiple Range Test* menunjukkan bahwa rata-rata kandungan sianida darah tinggi dijumpai pada kelompok ayam yang mendapat perlakuan aras 30 persen dengan kisaran 56,57 hingga 66,86 ppm ( $p < 0,05$ ). Kandungan sianida darah yang rendah dijumpai pada kelompok ayam yang diberi pakan yang mengandung 0 persen bungkil biji karet yaitu sebesar 0 ppm ( $p < 0,05$ ).

**5.2.3.i. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan kalsium darah ayam pedaging**

Hasil analisis variansi menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap kandungan kalsium darah ( $p > 0,05$ ), setelah dilanjutkan dengan uji Duncan menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap kandungan kalsium darah ( $p > 0,05$ ).

Berdasarkan analisis variansi dan *Duncan's Multiple Range Test* tidak dijumpai adanya pengaruh proses pengolahan bungkil biji karet terhadap kandungan kalsium darah ( $p > 0,05$ ). Demikian juga berdasarkan analisis variansi dan *Duncan's Multiple Range Test* tidak dijumpai adanya pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet terhadap kandungan kalsium darah ( $p > 0,05$ ). Rataan kandungan kalsium darah seluruh kelompok ayam yang mendapat proses pengolahan bungkil biji karet berkisar antara 3,72 hingga 4,42 ppm.

**5.2.3.j. Pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan fosfor darah ayam pedaging**

Hasil analisis variansi menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap kandungan fosfor darah ( $p > 0,05$ ), setelah dilanjutkan dengan uji Duncan menunjukkan tidak ada interaksi antara proses pengolahan bungkil biji karet dengan aras penggunaan bungkil biji karet terhadap kandungan fosfor darah ( $p > 0,05$ ).

Berdasarkan analisis variansi dan *Duncan's Multiple Range Test* tidak dijumpai adanya pengaruh proses pengolahan bungkil biji karet terhadap kandungan fosfor darah ( $p > 0,05$ ). Demikian juga berdasarkan analisis variansi dan *Duncan's Multiple Range Test* tidak dijumpai adanya pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet terhadap kandungan fosfor darah ( $p > 0,05$ ). Rataan kandungan fosfor darah seluruh kelompok ayam yang mendapat perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet berkisar antara 2,26 hingga 2,96 ppm.

# BAB 6

## BAB 6

### PEMBAHASAN PENELITIAN

#### 6.1. Pengaruh Perlakuan Proses Bungkil Biji Karet Secara Fisik dan Suplementasi Kalsium Sulfat terhadap Kandungan Nutrisi dan Sianida

##### 6.1.1. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan nutrisi

Hasil uji Duncan menunjukkan terdapat peningkatan pada perlakuan pemanasan dan ekstrusi dibandingkan dengan perlakuan tanpa proses dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan bahan kering, kandungan abu, kandungan protein, tetapi terjadi penurunan terhadap BETN.

Kandungan bahan kering bungkil biji karet umumnya antara 90 sampai dengan 94 persen (Ong dan Yeong, 1977, Toh dan Chia, 1977, Gohl, 1981, Karossi dkk, 1985, Aboenawan, 1992). Kandungan bahan kering merupakan gambaran dari zat-zat makanan yang tergabung dalam zat anorganik dan zat organik. Semakin tinggi kandungan bahan kering menunjukkan semakin tingginya zat anorganik dan zat organik yang terkandung di dalamnya.

Bahan kering sendiri merupakan persen bobot contoh bahan makanan setelah dikeringkan dalam oven sampai bobotnya tidak susut lagi pada tekanan satu atmosfer dengan suhu sedikit di atas titik didih air yaitu 105°C (Soetardi, 1980). Artinya bahwa dalam kondisi pemanasan seperti bukan hanya air saja yang hilang tetapi juga terjadi kehilangan senyawa organik yang mudah menguap, dan air yang berasal dari

dekomposisi senyawa organik. Hal tersebut menjelaskan bahwa semakin bungkil biji karet mengalami perlakuan pemanasan yang semakin meningkat, baik dalam waktu maupun dalam suhu maka akan semakin menyebabkan semakin banyak kandungan air yang hilang.

Perlakuan pemanasan yang menghasilkan kandungan bahan kering yang tinggi diakibatkan oleh berkurangnya kandungan air akibat pemanasan dengan suhu 50°C selama 4 jam sebelum mendapat perlakuan pemanasan 105°C selama 4 jam untuk mendapatkan kandungan bahan kering. Sehingga kandungan air yang dapat dikeluarkan dari bungkil biji karet akan semakin banyak yang mengakibatkan kandungan bahan kering semakin meningkat. Hal demikian juga berlaku terhadap perlakuan ekstrusi yang menghasilkan kandungan bahan kering yang tinggi, karena sebelum pemanasan untuk mendapatkan kandungan bahan kering, terlebih dahulu mendapatkan pemanasan dengan suhu sebesar 120°C dengan waktu 10 detik.

Kandungan bahan kering antara perlakuan tanpa proses dengan perlakuan suplementasi kalsium sulfat hampir sama. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan suplementasi kalsium sulfat memang belum bereaksi pada proses pencampuran dengan bungkil biji karet. Akibatnya kandungan bahan kering pada perlakuan suplementasi kalsium sulfat seharusnya tidak berbeda dengan kandungan bahan kering pada bungkil biji karet tanpa perlakuan.

Perlakuan pemanasan dan ekstrusi ternyata meningkatkan kandungan protein bungkil biji karet. Perlakuan pemanasan dan ekstrusi menghasilkan kandungan protein



yang tinggi diakibatkan oleh berkurangnya kandungan air akibat pemanasan dengan suhu 50°C selama 4 jam sebelum mendapat perlakuan pemanasan 105°C selama 4 jam untuk mendapatkan kandungan bahan kering. Sehingga kandungan air yang dapat dikeluarkan dari bungkil biji karet akan semakin banyak yang mengakibatkan kandungan bahan kering semakin meningkat. Salah satu komponen bahan kering adalah protein sehingga apabila kandungan bahan kering meningkat memungkinkan kandungan protein meningkat. Protein merupakan senyawa organik kompleks yang mempunyai berat molekul tinggi. Protein mengandung unsur-unsur karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen (Tillman *et al*, 1989). Menurut Anggorodi (1985), protein adalah senyawa organik yang tersusun dari satuan-satuan asam amino yang membentuk polimer dengan ikatan peptida sehingga merupakan senyawa yang panjang, protein selain mengandung karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen kadang-kadang mengandung sulfur dan fosfor.

Demikian juga pada kandungan BETN (Anggorodi, 1985) yang menurun pada proses pemanasan dan ekstrusi diakibatkan oleh meningkatnya kandungan zat-zat makanan lainnya. Rendahnya kandungan BETN mengindikasikan tingginya zat-zat makanan lainnya, terutama kandungan protein dan lemak.

Proses pemanasan dan ekstrusi ternyata tidak mengakibatkan terjadinya perubahan komposisi abu, lemak kasar dan serat kasar. Hal ini dapat dimaklumi karena proses fisik yang terjadi hanyalah proses pemanasan dengan suhu 50°C selama 4 jam dan ekstrusi dengan suhu 120°C selama 10 detik, sementara itu kandungan abu

dapat bertahan dengan suhu sampai 500°C, sementara kandungan, lemak kasar, dan serat kasar akan mulai terdegradasi diatas suhu 105°C (Sutardi, 1982). Akibatnya tidak terjadi proses degradasi kandungan zat makanan.

### **6.1.2 Pengaruh perlakuan terhadap kandungan energi**

Hasil uji Duncan menunjukkan terdapat peningkatan pada perlakuan pemanasan dan ekstrusi dibandingkan dengan perlakuan tanpa proses dan suplementasi kalsium sulfat terhadap energi metabolis semu maupun energi metabolis sejati.

Perlakuan pemanasan yang menghasilkan energi metabolis semu dan energi metabolis sejati yang tinggi diakibatkan oleh berkurangnya kandungan air akibat pemanasan dengan suhu 50°C selama 4 jam sebelum mendapat perlakuan pemanasan 105°C selama 4 jam untuk mendapatkan kandungan bahan kering. Sehingga kandungan air yang dapat dikeluarkan dari bungkil biji karet akan semakin banyak yang mengakibatkan kandungan bahan kering semakin meningkat. Hal demikian juga berlaku terhadap perlakuan ekstrusi yang menghasilkan kandungan bahan kering yang tinggi, karena sebelum pemanasan untuk mendapatkan kandungan bahan kering, terlebih dahulu mendapatkan pemanasan dengan suhu sebesar 120°C dengan waktu 10 detik. Kandungan bahan kering yang tinggi mengindikasikan tingginya kandungan zat-zat makanan yang terdapat didalamnya, terutama kandungan protein, lemak dan karbohidrat sesuai dengan pendapat Sibbald dan Morse (1983) yang

menyatakan nilai energi sebagian besar berasal dari zat-zat makanan lemak, protein dan karbohidrat. Protein, lemak dan karbohidrat merupakan zat makanan penyumbang energi terbesar sehingga secara nyata apabila kandungan zat-zat makanan tersebut meningkat, maka kandungan energi juga meningkat.

Energi bruto diperoleh dengan jalan membakar contoh bahan makanan dalam bom kalorimeter. Sementara itu *AME* dan *TME* diperoleh setelah energi bruto mengalami proses metabolisme dalam tubuh. *AME* merupakan energi metabolis semu karena dalam perhitungan, energi dalam feses dan urin dianggap semuanya berasal dari bahan yang dikonsumsi. Padahal energi dalam feses dan urin tadi tidak semuanya berasal secara langsung dari bahan pakan yang dimakan, tetapi sebagian berasal dari tubuh berupa runtuan sel-sel epitel mukosa usus, sisa garam empedu yang tidak terserap kembali, getah lambung dan sisa proses katabolisme jaringan yang kesemuanya disebut dengan energi endogen. Energi metabolis yang telah dikurangi dengan energi endogen dalam feses dan urin tersebut merupakan energi metabolis sejati (McNab dan Fisher, 1981).

Disamping pengaruh perlakuan, energi juga dipengaruhi oleh jenis unggas, pengaruh umur, jenis kelamin, lingkungan terutama suhu dan kelembaban, dan bahan pakan (Achmanu, 1992). Pada penelitian ini, selain perlakuan, semua pengaruh lainnya diusahakan dalam kondisi yang homogen. Sehingga pengaruh lainnya dapat dieliminasi atau dianggap berpengaruh sama terhadap kandungan energi.

Kandungan energi antara perlakuan tanpa proses dengan perlakuan suplementasi kalsium sulfat hampir sama. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan suplementasi kalsium sulfat memang belum bereaksi pada proses pencampuran dengan bungkil biji karet. Reaksi suplementasi kalsium sulfat antara sulfur dengan sianida pada bungkil biji karet akan terjadi pada saluran pencernaan. Akibatnya kandungan energi pada perlakuan suplementasi kalsium sulfat seharusnya tidak berbeda dengan kandungan energi pada bungkil biji karet tanpa perlakuan.

### **6.1.3. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan sianida**

Hasil uji Duncan menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan pemanasan dan ekstrusi dengan perlakuan tanpa proses dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan sianida. Dari data terlihat bahwa rata-rata kandungan sianida tertinggi didapat oleh perlakuan tanpa proses sebesar 43,12 ppm, disusul berturut-turut kemudian oleh perlakuan suplementasi kalsium sulfat sebesar 42,34 ppm, perlakuan pemanasan sebesar 30,44 ppm dan yang terendah adalah perlakuan ekstrusi sebesar 29,11 ppm. Tampak dari data tersebut kandungan sianida menurun setelah mendapat perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet dibandingkan dengan sebelum diproses. Proses pemanasan menyebabkan kandungan sianida menurun dengan nilai sebesar 12,28 ppm, dan proses ekstrusi menurunkan kandungan sianida dengan nilai sebesar 14,01 ppm. Persentase penurunan sianida

yang terjadi adalah pada perlakuan pemanasan sebesar 30 persen dan pada ekstrusi sebesar 33 persen.

Beberapa penelitian kandungan sianida dalam bungkil biji karet adalah 26,70 ppm (Toh dan Chia, 1977), 86,70 ppm (Damayanti, 1973) dan 30,00 sampai 64,00 ppm (Ong dan Yeong, 1977). Pada penelitian ini, kandungan sianida bungkil biji karet sebelum pemrosesan adalah 43 ppm sehingga masih dalam taraf normal.

Perlakuan pemanasan yang menghasilkan kandungan sianida yang rendah diakibatkan oleh penguapan kandungan sianida akibat pemanasan dengan suhu 50°C selama 4 jam. Hal demikian juga berlaku terhadap perlakuan ekstrusi yang menghasilkan kandungan sianida yang rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Santoso (1987) menyatakan bahwa pengurangan sianida dalam bahan pakan dapat dilakukan dengan pengeringan, perendaman dan pemasakan. Cara pengeringan dapat dilakukan dengan menggunakan sinar matahari dan dapat pula oven. Pengeringan dengan oven pada suhu 45 sampai 55°C selama 4 jam dapat menurunkan sampai 75 persen kandungan sianida (Nambisan, 1989). Cara pemanasan dengan menggunakan sumber panas matahari merupakan cara yang paling murah dan mudah dilakukan peternak pedesaan (Abidin dan Hendratmo, 1985). Perendaman dalam air selama lima hari dapat menurunkan sianida dari 97 persen menjadi 45 persen (Bourdoux *et al.* 1983). Banea-Mayambu (1997) menyatakan bahwa racun sianida dapat dihilangkan dengan cara perendaman, perebusan, penggilingan dan fermentasi. Ditambahkan oleh Muchtadi dkk (1987)

bahwa dengan ekstrusi dapat merusak senyawa-senyawa anti nutrisi dan senyawa-senyawa toksik termasuk sianida secara maksimal.

## **6.2. Pengaruh Perlakuan Aras Penggunaan Bungkil Biji Karet yang Diproses Secara Fisik dan Suplementasi Kalsium Sulfat terhadap Penampilan Ayam Pedaging**

### **6.2.1. Pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kinerja ayam pedaging**

#### **6.2.1.a. Pengaruh perlakuan terhadap konsumsi pakan**

Hasil uji Duncan menunjukkan perlakuan aras menurunkan konsumsi pakan ayam pedaging. Dari data terlihat bahwa rata-rata konsumsi pakan tertinggi didapat oleh perlakuan aras 0 persen (A0) sebesar 60,05 g/ekor/hari, disusul berturut-turut kemudian oleh perlakuan aras 10 persen (A10) sebesar 56,19 g/ekor/hari, perlakuan aras 20 (A20) persen sebesar 54,64 g/ekor/hari dan perlakuan aras 30 persen (A30) sebesar 45,13 g/ekor/hari.

Hasil uji Duncan menunjukkan tidak berbedanya kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi antara aras 0,10 dan 20 persen dengan semua perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet (T,P, E dan S), tetapi berbeda dengan kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi antara aras 30 persen dengan semua perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet terhadap konsumsi pakan.

Penurunan konsumsi pakan ini ini disebabkan oleh semakin meningkatnya kandungan sianida (dapat dilihat pada Tabel 5.3). Kandungan sianida dalam pakan untuk masing-masing perlakuan adalah  $A_0 = 0,00$  ppm,  $A_1 = 4,31$  ppm,  $A_2 = 8,62$  ppm dan  $A_4 = 13,24$  ppm. Sianida dalam pakan yang terkonsumsi dalam darah akan menghambat  $O_2$  yang seharusnya dibawa Hb dengan membentuk *cyano-Hb*. Dengan kekurangan oksigen ini proses oksidasi di sel akan terhambat hingga pertumbuhan dan perkembangan sel juga terhambat (Santoso, 1987). Vogt (1966) menyatakan bahwa dosis letal untuk ayam pedaging adalah 1 ppm bobot badan per hari. Sementara itu konsumsi sianida pada masing-masing perlakuan adalah  $A_0 = 0$  ppm bobot badan per hari,  $A_{10} = 0,24$  ppm bobot badan per hari,  $A_{20} = 0,47$  ppm bobot badan per hari, dan  $A_{30} = 0,60$  ppm bobot badan per hari. Kandungan sianida masing-masing perlakuan tersebut masih dibawah ambang batas sehingga kurang begitu membahayakan bagi ayam pedaging. Meskipun demikian, adanya racun sianida tersebut dalam kandungan dibawah ambang batas sudah cukup untuk mengganggu metabolisme dalam tubuh ayam. Akibatnya pada perlakuan interaksi tertinggi (TA30, PA30, EA30 dan SA30) yang mengkonsumsi sianida dalam dosis yang lebih banyak menyebabkan terjadinya gangguan pertumbuhan yang selanjutnya mengganggu konsumsi pakan ayam pedaging.

Kebutuhan protein per hari pada masing-masing perlakuan ternyata menunjukkan adanya penurunan yang cukup tajam yaitu  $A_0 = 17,72$  gram,  $A_{10} = 16,97$  gram,  $A_{20} = 16,01$  gram, dan  $A_{30} = 13,18$  gram. Sementara itu konsumsi

protein per hari dari masing-masing perlakuan adalah  $A_0 = 16.11$  gram,  $A_{10} = 15.22$  gram,  $A_{20} = 14.87$  gram dan  $A_{30} = 12.68$  gram. Terlihat bahwa konsumsi protein kurang dapat memenuhi kebutuhan protein masing-masing perlakuan. Kekurangan protein pada-masing-masing perlakuan adalah  $A_0 = 1.61$  gram,  $A_{10} = 1.77$  gram,  $A_{20} = 2.14$  gram dan  $A_{30} = 0.56$  gram. Semakin meningkat pemberian bungkil biji karet sampai aras 30 persen maka konsumsi protein semakin menurun yang menyebabkan kebutuhan protein juga menurun dan berakibat pada penampilan ayam pedaging yang semakin tidak optimal.

Kecenderungan penurunan rata-rata konsumsi pakan ini disebabkan pula pada perlakuan  $A_{30}$  mempunyai kandungan asam amino yang tidak seimbang seperti dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan 4.2 dibandingkan dengan perlakuan lain yang semakin seimbang. Ayam mengkonsumsi pakan bertujuan untuk memenuhi kebutuhannya, sehingga ayam pada perlakuan  $A_0$  dengan mengkonsumsi pakan lebih sedikit sudah terpenuhi kebutuhannya. Sedangkan ayam pada perlakuan  $A_{10}$  sampai dengan  $A_{30}$  untuk dapat memenuhi kebutuhannya harus mengkonsumsi pakan lebih banyak.

Kecenderungan penurunan rata-rata konsumsi pakan ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat penggunaan bungkil biji karet dalam pakan, konsumsi pakan semakin rendah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Karossi dkk. (1985) yang menyatakan bahwa penggunaan bungkil biji karet semakin tinggi dalam pakan akan menurunkan konsumsi pakan.



Selain itu, terjadinya penurunan konsumsi pakan disebabkan pula oleh semakin tinggi tingkat penggunaan bungkil biji karet dalam pakan maka semakin tinggi kandungan serat kasar dalam pakan seperti terlihat pada Tabel 4.1. dan 4.2. Hal ini dijelaskan oleh Anggorodi (1984) yang menyatakan bahwa serat kasar yang semakin tinggi dalam pakan akan menyebabkan semakin tebal dan semakin tahan dinding sel untuk dapat ditembus getah pencernaan, sehingga semakin menurun daya cerna pakan tersebut. Daya cerna pakan yang rendah akan menyebabkan nutrisi yang dapat diserap dan dimanfaatkan oleh tubuh menjadi semakin sedikit, akibatnya ayam berusaha untuk meningkatkan konsumsi pakan untuk memenuhi kebutuhannya. Menurut Wahyu (1992) apabila pakan mengandung serat kasar tinggi yang tidak dapat dicerna dan tembolok tidak dapat mencapai volume yang lebih besar menampung pakan, maka untuk meningkatkan konsumsi pakan menjadi terbatas. Disamping itu peningkatan serat kasar dalam pakan dapat menyebabkan peningkatan hilangnya asam amino endogen, karena meningkatnya pengelupasan mukosa usus, sehingga akan meningkatkan kebutuhan asam amino (Surisdiarto dan Koentjoko, 1990). Lebih lanjut dijelaskan bahwa serat kasar juga menurunkan availabilitas asam amino dengan jalan membentuk semacam gel di sekitar asam amino, akibatnya asam amino lebih tahan terhadap enzim pencernaan, sehingga menurunkan availabilitas. Penurunan availabilitas asam amino dapat menyebabkan ketidakseimbangan asam amino. Forbes (1986) dan Boorman dan Burgess (1986) menyatakan bahwa

ketidakseimbangan asam amino dalam pakan akan mengakibatkan konsumsi pakan menurun.

#### 6.2.1.b. Pengaruh perlakuan terhadap pertambahan bobot badan

Hasil uji Duncan menunjukkan perlakuan aras menurunkan pertambahan bobot badan ayam pedaging. Dari data terlihat bahwa rata-rata pertambahan bobot badan tertinggi didapat oleh perlakuan aras 0 persen (A0) sebesar 35,10 g/ekor/hari, disusul berturut-turut kemudian oleh perlakuan aras 10 persen (A10) sebesar 33,20 g/ekor/hari, perlakuan aras 20 (A20) persen sebesar 31,68 g/ekor/hari dan perlakuan aras 30 persen (A30) sebesar 26,05 g/ekor/hari.

Hasil uji Duncan menunjukkan tidak berbedanya kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi antara aras 0,10 dan 20 persen dengan semua perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet (T,P, E dan S) kecuali perlakuan TA20, dan berbeda dengan kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi antara aras 30 persen dengan semua perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet terhadap pertambahan bobot badan.

Penurunan pertambahan bobot badan ini disebabkan oleh semakin meningkatnya kandungan sianida. Sianida yang semakin tinggi menyebabkan secara umum pertumbuhan ayam pedaging yang semakin menurun. Proses terhambatnya pertumbuhan karena adanya sianida dapat dijelaskan secara terinci sebagai berikut.

Adanya sianida dalam pakan yang dikonsumsi menyebabkan konsentrasi sianida dalam darah akan meningkat dan akibat selanjutnya adalah menghambat  $O_2$  yang seharusnya dibawa hemoglobin. Sianida dalam darah berikatan dengan hemoglobin membentuk kompleks *cyano-Hb*. Dengan kekurangan oksigen ini proses oksidasi di sel akan terhambat hingga pertumbuhan dan perkembangan sel juga terhambat Santoso (1987). Akibatnya pertumbuhan secara umum pada ayam pedaging menjadi terhambat. Diperjelas oleh Goodman dan Gillman (1960) jika didalam sel terjadi kompleks ikatan sianida maka proses oksidasi akan terblokir sehingga sel menderita kekurangan oksigen. Gangguan yang terjadi akibat sel-sel kekurangan oksigen disebut *sitotoksik anoksida*.

Kandungan sianida dalam pakan untuk masing-masing perlakuan adalah  $A_0 = 0,00$  ppm,  $A_1 = 4,31$  ppm,  $A_2 = 8,62$  ppm dan  $A_4 = 13,24$  ppm. Sementara itu konsumsi sianida pada masing-masing perlakuan adalah  $A_0 = 0$  ppm bobot badan per hari,  $A_{10} = 0,24$  ppm bobot badan per hari,  $A_{20} = 0,47$  ppm bobot badan per hari, dan  $A_{30} = 0,60$  ppm bobot badan per hari. Ternyata kandungan sianida masing-masing perlakuan masih dibawah ketentuan ambang batas sehingga kurang begitu membahayakan bagi ayam pedaging. Hal ini diperkuat oleh pendapat Purseglove (1968) yang menyatakan bahwa jika bungkil biji karet mengandung sianida kurang dari 50 ppm kurang membahayakan bagi unggas, antara 50 sampai dengan 100 ppm akan cukup membahayakan bagi ayam dan diatas 100 ppm sangat berbahaya bagi ayam. Meskipun demikian, adanya racun sianida tersebut dalam kandungan dibawah

ambang batas sudah cukup untuk mengganggu metabolisme dalam tubuh ayam. Akibatnya pada perlakuan interaksi yang tertinggi yang mengkonsumsi sianida dalam dosis yang lebih banyak menyebabkan terjadinya gangguan pertumbuhan yang dimanifestasikan oleh rendahnya bobot badan ayam pedaging. Sebagaimana dijelaskan oleh Aritonang (1986) bahwa meskipun jumlah sianida rendah dan tidak menyebabkan kematian, tetapi akan tetap mempengaruhi kondisi ternak yang mengkonsumsinya.

#### **6.2.1.c. Pengaruh perlakuan terhadap konversi pakan**

Berdasarkan analisis variansi terlihat bahwa perlakuan proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet, perlakuan aras pemberian dan interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap konversi pakan ayam pedaging.

Berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 5.4.a. menunjukkan bahwa perlakuan suplementasi kalsium sulfat mempunyai nilai konversi yang paling rendah, disusul kemudian oleh perlakuan pemanasan, tanpa proses dan ekstrusi. Konversi pakan yang rendah pada perlakuan suplementasi kalsium sulfat disebabkan semakin banyaknya sianida yang dapat dinetralisir oleh sulfur dalam saluran pencernaan. Hal lain yang berpengaruh adalah keseimbangan asam amino yang semakin baik pada perlakuan suplementasi kalsium sulfat. Disamping itu peningkatan konversi terjadi karena berkurangnya kemampuan dari ayam mengubah pakan menjadi produksi sehubungan dengan semakin meningkatnya serat kasar dalam pakan seperti terlihat

pada Tabel 4.1. dan Tabel 4.2. Serat kasar sulit dicerna dan dapat membawa nutrisi yang seharusnya dapat diserap menjadi terikut keluar bersama feses. Hal ini dipertegas oleh North (1978) bahwa semakin kecil angka konversi akan semakin baik.

Konversi pakan dapat digunakan sebagai gambaran efisiensi pakan. Semakin rendah nilai konversi pakan berarti efisiensi penggunaan pakan semakin tinggi, dan semakin tinggi nilai konversi pakan, maka pakan yang digunakan untuk menaikkan bobot badan per berat semakin banyak atau efisiensi penggunaan pakan semakin menurun (North, 1978).

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi konversi pakan adalah suhu, laju perjalanan pakan melalui alat pencernaan pakan, bentuk fisik pakan dan komposisi pakan (Anggorodi, 1985). Angka konversi pakan dipengaruhi oleh kualitas pakan, galur dan tatalaksana pemberian pakan (North, 1978).

#### **6.2.1.d. Pengaruh perlakuan terhadap imbalan efisiensi protein**

Berdasarkan analisis variansi terlihat bahwa perlakuan proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet, perlakuan aras pemberian dan interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap imbalan efisiensi protein ayam pedaging.

Imbalan efisiensi protein pada ayam pedaging penelitian menunjukkan kisaran nilai antara 2,68 sampai 2,78. Sementara itu menurut Anggorodi (1985)

imbangan efisiensi protein yang baik berkisar pada nilai 2,75. Hal ini berarti imbalanced efisiensi protein pada penelitian ini masih cukup baik.

Nilai imbalanced efisiensi protein pada masing-masing aras menunjukkan perbedaan yang tidak nyata. Hal ini berarti pada pengaruh aras pada imbalanced efisiensi protein sama yang berarti bahwa protein yang dapat dicerna pada masing-masing perlakuan seimbang dibandingkan dengan nutrisi lainnya. Sebagaimana dinyatakan oleh Sosroamidjojo dan Soeradji (1978) imbalanced efisiensi protein adalah imbalanced antara jumlah protein yang dapat dicerna dengan jumlah seluruh zat-zat lainnya yang dapat dicerna. Imbalanced efisiensi protein digunakan untuk menentukan kualitas protein di dalam bahan makanan atau pakan.

Berlawanan dengan konversi pakan, maka semakin tinggi nilai imbalanced efisiensi protein maka semakin efisien penggunaan protein pada ayam pedaging. Imbalanced efisiensi protein merupakan hasil pembagian antara pertambahan bobot badan dengan konsumsi protein pakan, sehingga apabila kecenderungan kenaikan atau penurunan konsumsi protein pakan sama dengan pertambahan bobot badan maka akan didapatkan hasil yang hampir sama pada masing-masing perlakuan pada imbalanced efisiensi protein. Pada penelitian ini terdapat kecenderungan yang hampir sama antara pertambahan bobot badan dengan konsumsi protein pakan. Keduanya menampilkan kecenderungan garis regresi linear yang berkorelasi secara negatif dengan aras pemberian bungkil biji karet. Akibatnya tidak ada perbedaan yang menyolok diantara masing-masing perlakuan.

#### 6.2.1.e. Pengaruh perlakuan terhadap berat karkas

Hasil uji Duncan menunjukkan perlakuan aras menurunkan berat karkas ayam pedaging. Dari data terlihat bahwa rata-ran berat karkas tertinggi didapat oleh perlakuan aras 0 persen (A0) sebesar 1007,15 gram, disusul berturut-turut kemudian oleh perlakuan aras 10 persen (A10) sebesar 960,15 gram, perlakuan aras 20 (A20) persen sebesar 917,98 gram dan perlakuan aras 30 persen (A30) sebesar 746,96 gram.

Hasil uji Duncan menunjukkan tidak berbedanya kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi antara aras 0, 10 dan 20 persen dengan semua perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet (T,P, E dan S) kecuali perlakuan interaksi PA20, dan berbeda dengan kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi antara aras 30 persen dengan semua perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet terhadap berat karkas. Hasil tertinggi dijumpai pada perlakuan interaksi aras 0 persen pada perlakuan pemanasan.

Secara umum, kecenderungan peningkatan berat karkas ini disebabkan oleh semakin tingginya bobot badan akhir yang dicapai sebagai akibat dari konsumsi pakan yang semakin tinggi. Konsumsi pakan yang tinggi ini menyebabkan nutrisi yang dikonsumsi menjadi lebih tinggi, sehingga ayam dapat tumbuh optimal dan bobot badan akhir yang dicapai dapat lebih tinggi. Bobot badan akhir yang tinggi ini akan menyebabkan berat karkas menjadi tinggi.

Perbedaan diantara perlakuan interaksi ini disebabkan oleh semakin meningkatnya kandungan sianida sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Kandungan sianida dalam pakan untuk masing-masing perlakuan adalah  $A_0 = 0,00$  ppm,  $A_1 = 4,31$  ppm,  $A_2 = 8,62$  ppm dan  $A_4 = 13,24$  ppm. Sianida dalam pakan yang dikonsumsi dalam darah akan menghambat  $O_2$  yang seharusnya dibawa Hb dengan membentuk *cyano-Hb*. Dengan kekurangan oksigen ini proses oksidasi di sel akan terhambat hingga pertumbuhan dan perkembangan sel juga terhambat (Santoso, 1987). Vogt (1966) menyatakan bahwa dosis letal untuk ayam pedaging adalah 1 ppm bobot badan per hari. Sementara itu konsumsi sianida pada masing-masing perlakuan adalah  $A_0 = 0$  ppm bobot badan per hari,  $A_{10} = 0,24$  ppm bobot badan per hari,  $A_{20} = 0,47$  ppm bobot badan per hari, dan  $A_{30} = 0,60$  ppm bobot badan per hari. Kandungan sianida masing-masing perlakuan tersebut masih dibawah ambang batas sehingga kurang begitu membahayakan bagi ayam pedaging. Meskipun demikian, adanya racun sianida tersebut dalam kandungan dibawah ambang batas sudah cukup untuk mengganggu metabolisme dalam tubuh ayam. Akibatnya pada perlakuan interaksi tertinggi (TA30, PA30, EA30 dan SA30) yang mengkonsumsi sianida dalam dosis yang lebih banyak menyebabkan terjadinya gangguan pertumbuhan ayam pedaging. Sianida dalam pakan yang dikonsumsi dalam darah akan menghambat  $O_2$  yang seharusnya dibawa Hb dengan membentuk *cyano-Hb*. Diperjelas oleh Santoso (1987) bahwa adanya sianida dalam makanan ternak dapat berbahaya karena jika sianida bereaksi dengan Hb akan membentuk *cyano-Hb* yang menyebabkan darah tidak dapat membawa oksigen. Ditambahkan pula bahwa sianida dapat menghambat sifat oksidatif *cytochrom oxidase*. Dilanjutkan oleh Goodman



dan Gillman (1960) jika di dalam sel terjadi kompleks ikatan sianida maka proses oksidasi akan terblokir sehingga sel menderita kekurangan oksigen. Dengan kekurangan oksigen ini proses oksidasi di sel akan terhambat hingga pertumbuhan dan perkembangan sel juga terhambat. Apabila pertumbuhan dan perkembangan sel terhambat maka secara langsung penampilan karkas ayam pedaging juga akan terpengaruh, secara kuantitatif akan menjadi berkurang.

Munasik (1995) menyatakan bahwa sianida dapat merugikan utilisasi protein terutama asam-asam amino yang mengandung sulfur, methionin, sistein, sistin, vitamin B12, mineral besi (Fe), tembaga (Cu), iodium (I) dan produksi hormon tiroksin. Protein merupakan zat makanan penyusun utama sel-sel tubuh. Kekurangan protein menyebabkan dapat menghambat pertumbuhan sel, jaringan dan organ dan akan terjadi penghambatan pertumbuhan ayam pedaging secara umum termasuk karkas.

Demikian juga untuk vitamin B12, jika utilisasi vitamin ini terhambat akan mempengaruhi pertumbuhan, reproduksi dan inkoordinasi syaraf. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rasyaf (1992) yang menyatakan bahwa vitamin B 12 atau *cyanocobalamin* ( $C_{63}H_{90}O_{14}N_{14}PCo$ ) berperan pada koenzim dalam beberapa reaksi-reaksi biokimia didalam tubuh. Selanjutnya kekurangan vitamin ini akan menyebabkan pertumbuhan lambat, inkoordinasi, reproduksi terganggu dan menurunkan daya tetas. Dipertegas oleh Prawirokusumo (1990) bahwa defisiensi vitamin B12 dapat menyebabkan gangguan syaraf, inkoordinasi anggota badan,

pertumbuhan terganggu dan rendahnya daya tetas. Vitamin B12 berperan pada sintesis protein dan asam nukleat.

Karkas adalah bagian dari tubuh unggas tanpa kepala, bulu, leher, kaki bagian bawah, dan jerohan (Indarto, 1989). Sedangkan menurut Murtidjo (1988) karkas adalah berat hidup unggas dikurangi kepala sampai pangkal leher, darah, kaki sampai batas lutut, dan jerohan kecuali jantung dan hati.

Menurut Siregar dkk. (1982) persentase karkas bergantung pada keadaan unggas pada waktu hidup. Murtidjo (1988) menyatakan bahwa berat karkas antara 65 sampai 75 persen dari bobot hidup. Karena berat karkas adalah bagian dari pertumbuhan ayam, maka apabila pertumbuhan ayam semakin rendah akibat adanya sianida secara otomatis berat karkas juga akan semakin rendah. Hubungan yang terjadi dalam hal ini adalah semakin tinggi aras pemberian bungkil biji karet maka akan semakin rendah pertambahan bobot badan ayam pedaging dan selanjutnya hal ini akan mempengaruhi berat karkas juga, dimana semakin tinggi aras pemberian bungkil biji karet akan semakin rendah berat karkas ayam pedaging.

Perlakuan pemanasan menghasilkan berat karkas yang lebih tinggi diakibatkan oleh rendahnya kandungan sianida dalam bungkil biji karet seperti terlihat pada Tabel 5.3. Perlakuan pemanasan pada bungkil biji karet menyebabkan kandungan sianida berkurang. Pengeringan dengan oven pada suhu 45 sampai 55°C selama 4 jam dapat menurunkan sampai 75 persen kandungan sianida (Nambisan, 1989). Cara pemanasan dengan menggunakan sumber panas matahari merupakan cara yang

paling murah dan mudah dilakukan peternak pedesaan (Abidin dan Hendratmo, 1985). Perendaman dalam air selama lima hari dapat menurunkan sianida dari 97 persen menjadi 45 persen (Bourdoux *et al.* 1983). Banea-Mayambu (1997) menyatakan bahwa racun sianida dapat dihilangkan dengan cara perendaman, perebusan, penggilingan dan fermentasi. Akibat selanjutnya juga menimpa berat karkas pada perlakuan pemanasan yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

#### **6.2.1.f. Pengaruh perlakuan terhadap imbalanced daging dan tulang**

Hasil uji Duncan menunjukkan perlakuan aras menurunkan imbalanced daging dan tulang ayam pedaging. Dari data terlihat bahwa rataan imbalanced daging dan tulang tertinggi didapat oleh perlakuan aras 0 persen (A0) sebesar 3,10, disusul berturut-turut kemudian oleh perlakuan aras 10 persen (A10) sebesar 2,74, perlakuan aras 20 (A20) persen sebesar 2,58 dan perlakuan aras 30 persen (A30) sebesar 2,28.

Hasil uji Duncan menunjukkan secara umum kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi antara semua aras dengan perlakuan tanpa proses lebih rendah dibandingkan dengan kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi antara semua aras dengan perlakuan pemanasan, ekstrusi dan suplementasi kalsium sulfat terhadap imbalanced daging dan tulang. Secara khusus perlakuan interaksi tertinggi dijumpai pada kelompok ayam yang mendapat perlakuan PA0, EA0 dan SA0 dan

berbeda dengan kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi TA30 terhadap retensi nitrogen.

Karkas terdiri secara garis besar dari daging dan tulang. Daging dapat diartikan sebagai bagian dari karkas tanpa tulang yang berupa kumpulan dari otot, jaringan lemak, tendon, dan jaringan ikat yang melekatkan otot dan pembuluh darah (Acker, 1971). Besar kecilnya perbandingan daging dan tulang dipengaruhi antara lain oleh tingkat pertumbuhan dari awal terutama pertumbuhan tulang dan daging dengan demikian dapat dikatakan bahwa dari perlakuan interaksi, pertumbuhan tulang hampir sama akan tetapi pertumbuhan daging lebih cepat pada perlakuan aras 0 persen pada semua perlakuan pengolahan bungkil biji karet, PA10 dan SA10.

Akibat perbedaan perlakuan, maka persentase daging terhadap karkas pada perlakuan interaksi aras 30 persen pada semua perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet relatif lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini didukung Purnomo dan Adiono, (1987) yang menyatakan bahwa komposisi daging antara lain dipengaruhi oleh gizi dan makanan sewaktu ternak tersebut hidup. Ditambahkan oleh Summer dan Leeson (1985) bahwa penambahan asam amino esensial pada pakan menyebabkan semakin meningkatkan kandungan protein edible meat. Hal ini mengakibatkan kuantitas daging semakin meningkat. Kandungan asam amino esensial pada masing-masing perlakuan menunjukkan bahwa semakin

meningkat aras pemberian bungkil biji karet, semakin tidak seimbang kandungan asam amino sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 4.1. dan 4.2.

Pakan unggas umumnya harus memenuhi keseimbangan energi dan protein. Konsumsi energi dan protein tersebut sebagian besar diubah oleh tubuh dalam bentuk daging dan cadangan lemak tubuh. Kualitas daging yang sempurna dapat diperoleh dengan jalan memberikan pakan dengan standar nutrisi yang mencukupi terutamaimbangan antara energi dan protein pakan. Pemberian energi yang tinggi tanpa mempertimbangkan protein pakan akan mengakibatkan penurunan konsumsi, sehingga dapat mengakibatkan kekurangan asam amino esensial dari protein pakan. Demikian halnya bila terjadi sebaliknya pemberian protein pakan lebih banyak dari energi pakan akan mengakibatkan peningkatan konsumsi. Hal ini akan menurunkan pertumbuhan jaringan tubuh dan lemak tubuh, karena kelebihan protein harus dikeluarkan dari tubuh dan dalam proses pengeluaran tersebut diperlukan energi (Wahju, 1988). Secara umum daging terbentuk dari beberapa unsur pokok seperti air, protein, lemak dan abu. Sebagaimana dijelaskan oleh Purnomo dan Adiono, (1989) bahwa daging merupakan bahan pangan yang banyak mengandung protein yang bermutu tinggi, vitamin B kompleks dan mineral terutama zat besi. Protein daging lebih banyak mengandung asam amino esensial yang lebih lengkap dibandingkan protein dari nabati. Dijelaskan lebih lanjut oleh Rahayu (1989), bahwa daging terdiri dari serat-serat myofibril dan protein sarkoplasma yang larut. Seperempat otot ini merupakan jaringan ikat dan sepertiganya merupakan jaringan

lemak. Sementara itu pada perlakuan aras 30 persen pada semua perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet akibat adanya sianida yang merupakan zat anti gizi (racun) maka pembentukan daging menjadi relatif lebih terhambat dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Sedangkan persentase tulang pada masing-masing perlakuan relatif sama. Hal ini didukung oleh pendapat (Zombrisky, 1969) yang menyatakan bahwa pertumbuhan tulang secara nyata ditandai dengan peningkatan masa selama proses morfologi dan penambahan panjang pada tulang hanya dapat terjadi pada tulang rawan yaitu pada lapisan permukaan luar bagian pinggir (*Epiphysa*). Jungueira dan Carneiro (1980), mengatakan dalam pembentukan tulang dan proses perbaikan jaringan tulang yang muncul pertama kali muncul adalah imatur bersifat temporer. Pada ternak dewasa diganti dengan jaringan tulang sekunder kecuali pada sedikit tempat dalam tubuh, misalnya dekat dengan sutura tulang, tulang tengkorak dan insersi beberapa tulang tendo. Pertumbuhan tulang proporsinya bervariasi dengan umur, perkembangan dan pertumbuhan ternak sehingga pertumbuhan pada bagian tubuh sesuai dengan waktu pertumbuhan dari bagian yang bersangkutan (Sukmaraga dan Siswanto (1981). Karena umur dan tingkat pertumbuhan ayam pedaging penelitian relatif sama maka pertumbuhan tulangpun relatif sama pula pada masing-masing perlakuan. Dijelaskan lebih lanjut oleh Jull, (1979) persentase berat tulang unggas berkisar antara 17 sampai dengan 21 persen dari berat karkas termasuk viscera termakan, dimana tulang karkas tersusun dari bagian dada 16 persen, bagian sayap 29 persen dan bagian paha

21 persen. Menurut Sukardi dan Riswantiyah (1986) persentase tulang ayam yaitu 18,7 persen ayam jantan dan 17,3 persen ayam betina.

Akibat perbedaan pertumbuhan yang berbeda diantara daging dan tulang pada masing-masing interaksi perlakuan, akibatnya juga menimpa pada perbandingan daging dan tulang. Pada perlakuan aras 0 persen pada semua perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet dengan pertumbuhan paling tinggi menyebabkan pertumbuhan daging dan tulang juga tinggi, tetapi pertumbuhan daging relatif lebih tinggi dibanding dengan pertumbuhan tulang. Pada perlakuan interaksi aras 30 persen pada semua perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet dengan pertumbuhan yang relatif lebih rendah akibat adanya racun sianida, maka pembentukan daging dan cadangan lemak relatif lebih sedikit. Akibatnya perbandingan tulang pada perlakuan aras 30 persen pada semua perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet relatif lebih rendah dibanding perlakuan lainnya.

Perlakuan pemanasan menghasilkan imbalanced daging dan tulang yang lebih tinggi diakibatkan oleh rendahnya kandungan sianida dalam bungkil biji karet seperti terlihat pada Tabel 5.3. Perlakuan pemanasan pada bungkil biji karet menyebabkan kandungan sianida berkurang. Pengeringan dengan oven pada suhu 45 sampai 55°C selama 4 jam dapat menurunkan sampai 75 persen kandungan sianida (Nambisan, 1989). Cara pemanasan dengan menggunakan sumber panas matahari merupakan cara yang paling murah dan mudah dilakukan peternak pedesaan (Abidin dan Hendratmo, 1985). Perendaman dalam air selama lima hari dapat menurunkan

sianida dari 97 persen menjadi 45 persen (Bourdoux *et al.*, 1983). Banea-Mayambu (1997) menyatakan bahwa racun sianida dapat dihilangkan dengan cara perendaman, perebusan, penggilingan dan fermentasi. Akibat selanjutnya juga menimpaimbangan daging dan tulang pada perlakuan pemanasan yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa proses. Hal ini menyebabkanimbangan daging dan tulang menjadi lebih optimal.

Suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet menyebabkan peningkatanimbangan daging dan tulang. Hal ini karena terjadi proses kimiawi dalam saluran pencernaan antara sulfur dengan sianida sehingga dalam saluran pencernaan terjadi penurunan kandungan sianida yang berakibat gangguan proses metabolisme nutrisi dalam tubuh semakin berkurang.

Fungsi sulfur adalah menjaga keseimbangan asam-basa tubuh dalam bentuk ion  $\text{SO}_4^{-3}$  (Sutardi, 1980). Sulfur juga penting dalam proses detoksifikasi dengan jalan membentuk ester dengan racun yang terdapat dalam tubuh (Tillman dkk., 1984).

Beberapa studi tentang mekanisme penurunan toksin sianida dan peningkatan reduksinya dapat dilakukan dengan suplementasi sulfur anorganik maupun organik. Suplementasi sulfur akan menghasilkan tiosianat, reaksi ini akan dibantu oleh rodanase (Nartey, 1973). Tiosianat akan dikeluarkan melalui urine (Sudaryanto, 1990). Menurut Marita (1988) pemberian garam ferosulfat ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) dapat mengikat sianida dalam pakan sehingga hilang sifat racunnya.



Pemberian garam ferosulfat 12,7 kali kandungan sianida pakan menunjukkan efek yang paling baik. Menurut Gohl (1981) pakan dapat disuplementasi dengan asam amino yang mengandung sulfur seperti metionin, sistin dan sistein supaya menghasilkan penampilan yang baik bagi ayam pedaging.

#### **6.2.1.g. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan protein daging**

Berdasarkan hasil analisis variansi terlihat pada perlakuan aras pemberian, proses pengolahan bungkil biji karet dan interaksinya memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap kandungan protein daging ayam pedaging. Tetapi berdasarkan data terlihat bahwa perlakuan A0 dan A10 mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal tersebut menunjukkan keseimbangan asam amino pada perlakuan tersebut lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya seperti terlihat pada Tabel 4.1. dan 4.2. Sebagaimana dinyatakan oleh Soeparno (1992), kandungan protein daging dipengaruhi oleh kandungan asam amino yang terdapat dalam pakan yang dikonsumsi. Protein merupakan senyawa organik kompleks yang mempunyai berat molekul tinggi. Protein mengandung unsur-unsur karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen (Tillman *et al.*, 1989). Menurut Anggorodi (1985), protein adalah senyawa organik yang tersusun dari satuan-satuan asam amino yang membentuk polimer dengan ikatan peptida sehingga merupakan senyawa yang panjang, protein selain mengandung karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen kadang-kadang mengandung sulfur dan fosfor.

Menurut Soeparno (1992) protein adalah komponen bahan kering yang terbesar dari daging. Dilanjutkan oleh Acker (1971), komposisi daging segar terdiri dari 75 persen air, 18 persen protein, 4 persen substansi protein yang dapat larut termasuk komponen mineral dan 3 persen adalah lemak. Sedangkan menurut Purnomo dan Adiono (1989), secara umum daging terdiri dari 75 persen air, 18 persen protein, 3,5 persen bahan-bahan non protein yang larut dan 3,5 persen lemak. Nilai kalorinya cukup rendah yaitu 200 kalori /100 gram daging. Dengan demikian terlihat bahwa persentase protein terhadap daging memang relatif sama pada masing-masing perlakuan karena komposisi masing-masing nutrisi relatif tetap pada daging ayam pedaging.

#### **6.2.1.h. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan lemak daging**

Berdasarkan hasil analisis variansi terlihat pada perlakuan aras pemberian, proses pengolahan bungkil biji karet dan interaksinya memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap kandungan lemak daging ayam pedaging.

Berdasarkan analisis diatas terlihat bahwa kandungan lemak daging relatif sama, hal ini dapat disebabkan karena kandungan energi pakan telah sesuai dengan kebutuhan ayam dan pada perlakuan yang diberikan mempunyai kandungan yang sama isoenergi dan isoprotein. Adanya lemak daging pada ternak disebabkan karena adanya penyimpanan kelebihan energi dari pakan. Bila ternak kekurangan energi dari pakan maka akan mendegradasi lemak tubuh seperti

lemak subkutan serta lemak abdominal dan apabila masih kekurangan akan mengambil lemak jaringan untuk menghasilkan energi, sehingga lemak daging antar perlakuan relatif sama. Karena energi dari pakan lebih diutamakan untuk proses metabolisme dan aktivitas tubuh bila berlebih akan disimpan dalam tubuh, didukung pendapat Soeharsono (1976) bahwa lemak tubuh dipengaruhi oleh lemak pakan, hal ini terjadi bila lemak atau bahan pakan sumber energi dikonsumsi secara berlebih. Selain itu kandungan lemak daging yang relatif sama dipengaruhi oleh pemberian pakan dengan imbalan energi dan protein yang sesuai dengan kebutuhan ayam pedaging sehingga lemak tubuh yang ditimbun hampir sama. Lemak adalah senyawa organik yang tidak larut dalam air tapi dapat diekstraksi dengan pelarut non polar seperti kloroform, eter, aseton dan benzena. Lemak merupakan lipid sederhana dalam bentuk ester yang mengandung karbon, hidrogen dan oksigen (Girindra, 1990).

Asam lemak dalam tubuh ternak ditemukan dalam depot lemak atau intramuskuler, sehingga disebut lemak intramuskuler. Lemak tersebut berlokasi didalam jaringan ikat perimesial di antara fasikuli dan ikatan serabut otot dan lazim disebut sebagai lemak marbling. Asam-asam lemak dalam tubuh ternak ada dua bentuk yaitu asam lemak jenuh yang semua atom C nya dihubungkan dengan ikatan tunggal dan asam lemak jenuh merupakan asam lemak yang mempunyai satu ikatan rangkap atau lebih (Soeparno, 1992)

Asam lemak dari pakan akan disimpan dalam tubuh tanpa mengalami perubahan sehingga bila pakan mengandung asam lemak tak jenuh maka lemak tubuh akan lunak dan sebaliknya apabila pakan banyak mengandung asam lemak jenuh maka lemak tubuh akan lebih keras (Anggorodi, 1979). Sedangkan menurut Donalson (1956) yang dikutip Soeharsono (1976) ayam yang diberi energi tinggi dan protein rendah maka akan terjadi deposit lemak yang berlebihan. Kondisi ini juga dipengaruhi oleh macam lemak yang terdapat dalam pakan. Pemberian lemak hewani menyebabkan konsistensi lemak tubuh cukup keras, sebaliknya pemberian lemak nabati menyebabkan konsistensi lemak tubuh akan lembek.

#### **6.2.1.i. Pengaruh perlakuan terhadap berat bulu**

Hasil uji Duncan menunjukkan perlakuan aras menurunkan berat bulu ayam pedaging. Dari data terlihat bahwa rataan berat bulu tertinggi didapat oleh perlakuan aras 0 persen (A0) sebesar 39,98 gram/ekor, disusul berturut-turut kemudian oleh perlakuan aras 10 persen (A10) sebesar 35,84 gram/ekor, perlakuan aras 20 (A20) persen sebesar 32,17 gram/ekor dan perlakuan aras 30 persen (A30) sebesar 30,48 gram/ekor. Penurunan berat bulu terbesar terjadi pada perlakuan A30 dengan nilai sebesar 9,50 gram/ekor, disusul oleh perlakuan A20 dengan nilai sebesar 7,81 gram/ekor, dan penurunan terkecil terjadi pada A10 dengan nilai sebesar 4,14 gram/ekor.

Hasil uji Duncan menunjukkan tidak berbedanya kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi antara aras 0 dan 10 persen dengan semua perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet, serta PA20, tetapi berbeda dengan kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi lainnya terhadap berat bulu.

Perbedaan diantara perlakuan interaksi ini disebabkan oleh semakin meningkatnya kandungan sianida. Sianida dalam pakan yang dikonsumsi dalam darah akan menghambat  $O_2$  yang seharusnya dibawa Hb dengan membentuk *cyano-Hb*. Dengan kekurangan oksigen ini proses oksidasi di sel akan terhambat hingga pertumbuhan dan perkembangan sel juga terhambat.

Komponen nutrisi terbesar bulu adalah protein. Sementara itu komponen mineral penting yang terdapat dalam bulu adalah sulfur. Sulfur merupakan komponen penting dalam asam amino metionin dan sistin. Apabila keseimbangan metionin dan sistin terganggu, maka secara otomatis sulfur akan mengalami defisiensi. Semakin meningkat aras pemberian bungkil biji karet, konsumsi metionin dan sistin semakin tidak seimbang yang mengakibatkan komponen sulfur mengalami gangguan dan efek selanjutnya adalah gangguan pertumbuhan bulu.

Perlakuan pemanasan menghasilkan berat bulu yang lebih tinggi diakibatkan oleh rendahnya kandungan sianida dalam bungkil biji karet seperti terlihat pada Tabel 5.3. Perlakuan pemanasan pada bungkil biji karet menyebabkan kandungan sianida berkurang. Pengeringan dengan oven pada suhu 45 sampai 55°C selama 4 jam dapat menurunkan sampai 75 persen kandungan sianida (Nambisan, 1989).

Cara pemanasan dengan menggunakan sumber panas matahari merupakan cara yang paling murah dan mudah dilakukan peternak pedesaan (Abidin dan Hendratmo, 1985). Perendaman dalam air selama lima hari dapat menurunkan sianida dari 97 persen menjadi 45 persen (Bourdoux *et al.*, 1983). Banea-Mayambu (1997) menyatakan bahwa racun sianida dapat dihilangkan dengan cara perendaman, perebusan, penggilingan dan fermentasi. Akibat selanjutnya juga menimpa berat bulu pada perlakuan pemanasan yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa proses.

## **6.2.2. Pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap nilai nutrisi ayam pedaging**

### **6.2.2.a. Pengaruh perlakuan terhadap retensi nitrogen**

Hasil uji Duncan menunjukkan perlakuan aras meningkatkan retensi nitrogen ayam pedaging. Dari data terlihat bahwa rata-rata retensi nitrogen terendah didapat oleh perlakuan aras 0 persen (A0) sebesar 1,47 gram, disusul berturut-turut kemudian oleh perlakuan aras 10 persen (A10) sebesar 1,50 gram, perlakuan aras 20 (A20) persen sebesar 1,59 gram dan perlakuan aras 30 persen (A30) sebesar 1,90 gram.

Hasil uji Duncan menunjukkan secara umum kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi antara semua aras dengan perlakuan pemanasan, ekstrusi dan suplementasi kalsium sulfat lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi antara semua aras dengan perlakuan tanpa proses

terhadap retensi nitrogen. Secara khusus kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi tertinggi dijumpai pada PA30 dan EA30 dan berbeda dengan kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi TA0, TA10, TA20 dan SA20 terhadap retensi nitrogen.

Dari rataan retensi nitrogen lebih besar dari 1 gram, hal ini menunjukkan retensi nitrogen positif. Pada semua perlakuan interaksi ayam mampu tumbuh dengan mempertahankan kandungan asam amino yang terdapat dalam bungkil biji karet. Selain itu kandungan asam amino yang terdapat dalam bungkil biji karet terpenuhi dari sumber pakan lain. Akibatnya dapat meningkatkan nilai protein yang sebelumnya tidak lengkap bagi tubuh. Dari rataan terbukti bahwa tingkat konsumsi lebih besar dari protein ekskresi. Sesuai dengan pernyataan Djaeni (1991) bahwa dalam kondisi protein yang dikonsumsi tepat sama dengan yang dibutuhkan disebut kondisi keseimbangan. Lebih lanjut Zuheid (1990) menyatakan bahwa apabila nitrogen input lebih besar dari nitrogen output maka akan tercapai retensi nitrogen positif.

Retensi nitrogen positif yang tercapai merupakan protein yang diuraikan dalam tubuh menjadi asam-asam amino dan dipertahankan untuk pertumbuhan. Asam-asam amino tersebut berfungsi untuk memenuhi kebutuhan nitrogen di dalam tubuh. Bungkil biji karet mempunyai kandungan asam amino lengkap tetapi mempunyai kandungan metionin dan lisin rendah. Selain itu asam-asam amino menjadi resisten terhadap reaksi-reaksi enzim protease. Hal ini didukung dengan

pernyataan Wahju (1988) bahwa pemrosesan bahan pakan mempunyai pengaruh yang relatif kecil terhadap retensi nitrogen karena pakan yang diberikan cukup mengandung asam amino untuk produksi. Sehingga keseimbangan protein menjadi positif. Selain itu pola asam-asam amino dalam makanan mempunyai hubungan yang erat dengan kebutuhan-kebutuhan ternak untuk tumbuh.

Perlakuan interaksi pada semua aras pada proses pemanasan, ekstris dan suplementasi kalsium sulfat berbeda nyata dibandingkan perlakuan interaksi semua aras pada perlakuan tanpa proses berarti menunjukkan keberhasilan hasil pemrosesan dalam menetralisasi pengaruh sianida terhadap retensi nitrogen. Sianida dapat dinetralisasikan dengan beberapa macam perlakuan. Sesuai dengan pendapat Toh dan Chia (1977); Ong dan Yeong, (1977) yang menyatakan bahwa cara menetralisasi sianida pada bungkil biji karet adalah dengan penyimpanan yang lama. Perlakuan ini dapat menurunkan kandungan sianida. Pengeringan dengan oven pada suhu 45 sampai 55°C dapat menurunkan 75 persen kandungan sianida (Nambisan, 1989). Cara pemanasan dengan menggunakan sumber panas matahari merupakan cara yang paling murah dan mudah dilakukan peternak pedesaan (Abidin dan Hendratmo, 1985). Perendaman dalam air selama lima hari dapat menurunkan sianida dari 97 persen menjadi 45 persen (Bourdoux *et al.*, 1983). Banea-Mayambu (1997) menyatakan bahwa racun sianida dapat dihilangkan dengan cara perendaman, perebusan, penggilingan dan fermentasi.



Perlakuan suplementasi kalsium sulfat juga dapat menurunkan sianida. Fungsi sulfur adalah menjaga keseimbangan asam-basa tubuh dalam bentuk ion  $\text{SO}_4^{-3}$  (Sutardi, 1980). Sulfur juga penting dalam proses detoksifikasi dengan jalan membentuk ester dengan racun yang terdapat dalam tubuh (Tillman dkk., 1984).

Beberapa studi tentang mekanisme penurunan toksin sianida dan peningkatan reduksinya dapat dilakukan dengan suplementasi sulfur anorganik maupun organik. Suplementasi sulfur akan menghasilkan tiosianat, reaksi ini akan dibantu oleh rodanase (Nartey, 1973). Tiosianat akan dikeluarkan melalui urine (Sudaryanto, 1990). Menurut Marita (1988) pemberian garam ferosulfat ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) dapat mengikat sianida dalam pakan sehingga hilang sifat racunnya. Pemberian garam ferosulfat 12,7 kali kandungan sianida pakan menunjukkan efek yang paling baik. Menurut Gohl (1981) pakan dapat disuplementasi dengan asam amino yang mengandung sulfur seperti metionin, sistin dan sistein supaya menghasilkan penampilan yang baik bagi ayam pedaging.

#### **6.2.2.b. Pengaruh perlakuan terhadap nilai biologis pakan**

Hasil uji Duncan menunjukkan perlakuan aras meningkatkan nilai biologis pakan ayam pedaging. Dari data terlihat bahwa rata-rata nilai biologis pakan terendah didapat oleh perlakuan aras 0 persen (A0) sebesar 39,81 persen, disusul berturut-turut kemudian oleh perlakuan aras 10 persen (A10) sebesar 44,71 persen, perlakuan aras

20 (A20) persen sebesar 46,85 persen dan perlakuan aras 30 persen (A30) sebesar 48,20 persen.

Hasil uji Duncan menunjukkan perlakuan interaksi tertinggi dijumpai pada kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi antara aras 30 persen dengan semua perlakuan pengolahan proses bungkil biji karet, PA10 dan PA20 dan berbeda dengan kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi SA0 terhadap nilai biologis pakan. Kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi antara aras 20 dan 30 persen dengan proses pemanasan menunjukkan nilai tertinggi dibandingkan perlakuan interaksi lainnya

Peningkatan penggunaan bungkil biji karet menyebabkan proporsi nitrogen yang diserap dapat dan dimanfaatkan oleh tubuh semakin meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa protein bungkil biji karet merupakan protein yang mempunyai nilai kualitas yang relatif tinggi.

Nilai biologis pakan lebih dikhususkan untuk mengevaluasi kualitas protein pada ayam, karena protein yang dikonsumsi akan dipakai oleh ternak untuk maintenance dan kegiatan produksi seperti tumbuh dan bertelur (Prawirokusumo, 1994). Dijelaskan lebih lanjut bahwa nilai biologik pakan dihitung dari berapa proporsi nitrogen yang diserap dapat dimanfaatkan oleh tubuh. Semua N yang tidak dikeluarkan lewat urine dan feses dapat diartikan dimanfaatkan oleh tubuh untuk keperluan penyusunan asam amino. Jadi nilai biologik pakan adalah suatu persentase true digestibility protein yang digunakan oleh tubuh.

N feses metabolik dan N endogenus adalah N yang dikeluarkan lewat feses dan urine tanpa ada dietary protein atau bukan berasal dari N protein pakan. Dua parameter ini dipakai sebagai koreksi sehingga angka BV benar-benar dari protein yang diukur.

Bungkil biji karet mempunyai kandungan asam amino lengkap tetapi mempunyai kandungan metionin dan lisin rendah. Kekurangan dari asam amino dilengkapi dari sumber protein bahan pakan lain. Pakan yang diberikan pada ayam bersifat komplementer yaitu saling melengkapi. Sehingga komponen asam amino yang tidak terdapat dalam bungkil biji karet dapat dipenuhi dari bahan pakan tersebut. Akibatnya dapat meningkatkan nilai protein yang sebelumnya tidak lengkap bagi tubuh. Selain itu asam-asam amino menjadi resisten terhadap reaksi-reaksi enzim protease. Hal ini didukung dengan pernyataan Wahyu (1992) bahwa pemrosesan bahan pakan mempunyai pengaruh yang relatif kecil terhadap nilai biologis pakan karena pakan yang diberikan cukup mengandung asam amino untuk produksi. Selain itu pola asam-asam amino dalam makanan mempunyai hubungan yang erat dengan kebutuhan-kebutuhan ternak untuk tumbuh.

#### **6.2.2.c. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan glukosa darah**

Berdasarkan hasil analisis variansi terlihat pada perlakuan waktu setelah pemberian pakan, aras pemberian, pemrosesan bungkil biji karet dan interaksinya memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap kandungan glukosa darah.

Hasil uji Duncan menunjukkan perlakuan interaksi tertinggi mayoritas dijumpai pada kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi antara waktu setelah pemberian pakan jam ke-2 dan ke-4 dengan semua perlakuan aras dan proses pengolahan bungkil biji karet dan berbeda dengan mayoritas pada kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi antara waktu setelah pemberian pakan jam ke-0 dengan semua aras dan proses pengolahan bungkil biji karet terhadap kandungan glukosa darah.

Perlakuan waktu setelah pemberian pakan menunjukkan kandungan glukosa darah mencapai kandungan maksimal sekitar dua sampai empat jam setelah mengkonsumsi pakan, kemudian levelnya akan mulai menurun sekitar jam ke enam. Hal ini sesuai dengan pendapat Noor (1992) yang menyatakan bahwa konsentrasi gula darah akan meningkat tajam setelah mengkonsumsi pakan dan akan diikuti penurunan secara bertahap sehingga dalam 1 sampai dengan 2 jam konsentrasi kembali normal.

Semakin meningkatnya glukosa ini juga akibat kerja hormon dalam tubuh tidak terganggu sehingga pengaturan kandungan glukosa dalam darah juga tidak terganggu. Kandungan glukosa dalam darah diatur oleh beberapa hormon insulin yang dihasilkan oleh kelenjar pankreas, diantaranya adalah hormon insulin, tiroid, glukagon, epineprin dan steroid yang bekerja secara terkoordinasi (Tranggono, 1988). Ditegaskan oleh Harper (1982) bahwa hormon insulin memainkan peranan inti dalam pengaturan konsentrasi glukosa darah. Insulin disekresikan oleh sel-sel B pulau

Langerhans dalam pankreas dan disekresikan kedalam darah sebagai respon langsung terhadap hiperglikemia. Zat-zat yang menyebabkan pelepasan insulin juga termasuk asam amino, asam lemak bebas, benda-benda keton, glukagon, sekretin dan tulbotamida.

Kandungan glukosa dalam darah hasil penelitian berkisar antara 225,66 sampai dengan 288,87 mg/dl untuk perlakuan interaksi. Hal ini sesuai dengan penelitian Nancy dkk (1986) bahwa rataan glukosa plasma yang diperoleh dari ayam umur 42 hari adalah 290 mg/dl. Dengan adanya sistem kerja dalam tubuh yang terkoordinasi secara baik dan adanya minimasi pengaruh dari luar dalam hal ini adalah meminimisasi masuknya senyawa-senyawa seperti sianida, akan dapat mempertahankan kandungan glukosa dalam darah dan metabolisme glukosa.

Alasan lain dalam peningkatan glukosa ini adalah tubuh mengandung sulfur sekitar 0,15 persen dari bobot badan dan hampir semuanya dalam bentuk organik terutama tersebar dalam protein tubuh, dalam asam amino yang mengandung S (Aminuddin, 1984). Jumlah yang cukup banyak ini bisa membantu dalam pertumbuhan, membantu fermentasi dan metabolisme yang ada didalam pencernaan oleh mikroba, dimana S didalam tubuh akan bekerja sama dengan asam amino untuk mengatur metabolisme tubuh termasuk metabolisme glukosa. Didalam tubuh sianida akan mengalami detoksikasi menjadi tiosianat dengan adanya tiosulfat dan bantuan enzim rodanase. Sianida mempunyai sifat yang mudah menguap sedangkan tiosianat mudah larut dalam air (Dawiesah, 1981). Tiosianat ini akan dikeluarkan oleh tubuh

bersama urine (Adegbola, 1979). Akibatnya metabolisme glukosa relatif tidak mengalami hambatan.

#### **6.2.2.d. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan protein darah**

Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan waktu setelah pemberian pakan meningkatkan kandungan protein darah ayam pedaging. Ini berarti bahwa metabolisme protein akan terbaca dari kandungan protein darah yang diamati pada selang jam pengambilan setelah mengkonsumsi pakan. Dari data terlihat bahwa rata-rata kandungan protein darah terendah didapat oleh perlakuan jam ke-0 sebesar 3,06 mg/dl, disusul berturut-turut kemudian oleh perlakuan jam ke-2 sebesar 4,08 mg/dl, perlakuan jam ke-4 sebesar 5,02 mg/dl dan perlakuan jam ke-6 sebesar 5,07 mg/dl.

Hasil uji Duncan menunjukkan perlakuan interaksi tertinggi mayoritas dijumpai kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi antara waktu setelah pemberian pakan jam ke-4 dan ke-6 dengan semua perlakuan aras dan proses pengolahan bungkil biji karet dan berbeda dengan mayoritas pada kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi antara waktu setelah pemberian pakan jam ke-0 dengan semua aras dan proses pengolahan bungkil biji karet terhadap kandungan protein darah.

Protein dalam susunan makanan selain berfungsi utama sebagai bahan untuk pertumbuhan dan pemelihara sel-sel, juga menghasilkan energi. Karena fungsi

protein yang kompleks tersebut maka proses pembentukan protein dalam tubuh memerlukan waktu dan jalur pembentukan yang cukup banyak. Protein yang diperoleh dari pakan tidak dapat langsung dimanfaatkan oleh tubuh. Protein dalam pakan dapat dimanfaatkan oleh tubuh dalam bentuk asam amino dan digunakan untuk membentuk protein tubuh.

Proses pembentukan protein jaringan diantaranya adalah protein darah, memerlukan waktu yang lama jika dilihat dari siklusnya dalam tubuh. Karena fungsi protein sebagai zat pembangun, maka protein akan sulit untuk terurai langsung. Adanya kondisi inilah yang menyebabkan semakin lama waktu pengambilan darah setelah waktu pemberian pakan semakin meningkatkan kandungan protein darah.

Kandungan protein darah tidak menunjukkan kandungan protein yang diserap oleh darah, tetapi merupakan protein darah itu sendiri yang dibentuk dari sintesa sel darah dengan memanfaatkan asam amino dari pakan. Peningkatan protein darah akan tampak bila protein pakan sudah dimanfaatkan oleh tubuh, sedangkan proses pemanfaatan terhadap protein perlu waktu yang relatif lama.

Bahan pakan yang dikonsumsi oleh ternak mengalami pemecahan secara bertahap didalam saluran pencernaan. Sebagian besar proses pencernaan terjadi di usus halus. Bahan pakan yang sudah berbentuk kimus akan masuk duodenum dan akan dipecah menjadi bentuk yang sederhana dan dapat digunakan oleh tubuh. Protein pakan digunakan oleh tubuh dalam bentuk asam amino (Evellyn, 1992). Asam amino yang terbentuk diabsorpsi melalui membran usus halus masuk ke vena

porta menuju hati dan ke sirkulasi darah umum ke seluruh jaringan tubuh. Asam amino dimanfaatkan oleh sel-sel tubuh dan membentuk protein tubuh, diantaranya adalah protein darah, protein daging dan jaringan tubuh lainnya (Suhardjo dan Kusharto, 1992).

Pada perlakuan interaksi waktu pemberian pakan, aras pemberian dan suplementasi kalsium sulfat, peningkatan kandungan protein mampu mencapai titik maksimal. Hal ini kemungkinan disebabkan karena kemampuan sulfur untuk mengikat sianida dalam tubuh ada dalam batasan tertentu, sehingga bila sudah melampaui batasan tersebut sudah tidak mampu lagi untuk mengikat sianida, apalagi bila terjadi pada ternak yang mengkonsumsi pakan yang mengandung sianida secara terus-menerus.

### **6.2.3. Pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kesehatan ayam pedaging**

#### **6.2.3.a. Pengaruh perlakuan terhadap berat hati**

Hasil uji Duncan menunjukkan perlakuan aras menurunkan berat hati ayam pedaging. Dari data terlihat bahwa rata-rata berat hati tertinggi didapat oleh perlakuan aras 0 persen (A0) sebesar 58,03 gram, disusul berturut-turut kemudian oleh perlakuan aras 10 persen (A10) sebesar 51,86 gram, perlakuan aras 20 (A20) persen sebesar 48,83 gram dan perlakuan aras 30 persen (A30) sebesar 40,68 gram.



Hasil uji Duncan menunjukkan terdapat perbedaan antara perlakuan tanpa proses dengan perlakuan pemanasan, ekstrusi dan suplementasi kalsium sulfat terhadap berat hati ayam pedaging. Dari data terlihat bahwa rata-rata berat hati terendah didapat oleh perlakuan tanpa proses sebesar 47,83 gram, disusul berturut-turut kemudian oleh perlakuan pemanasan sebesar 49,32 gram, perlakuan suplementasi kalsium sulfat sebesar 49,74 gram dan yang tertinggi adalah perlakuan ekstrusi sebesar 52,50 gram.

Hasil uji Duncan secara umum menunjukkan perlakuan interaksi tertinggi dijumpai pada kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi antara aras 0 persen dengan semua perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet dan berbeda dengan kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi antara aras 30 persen dengan semua perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet terhadap berat hati. Secara khusus terlihat bahwa kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi aras 0 persen dengan perlakuan ekstrusi merupakan perlakuan yang tertinggi dibanding dengan perlakuan lainnya.

Menurunnya bobot hati disebabkan oleh pengaruh kandungan sianida dalam pakan yang diberikan. Pada perlakuan aras penggunaan bungkil biji karet yang semakin tinggi pada semua perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet, kandungan sianida yang masuk dalam tubuh semakin banyak dan akan menghambat pertumbuhan serta perkembangan organ sehingga memungkinkan ayam terhambat pertumbuhannya, demikian juga dengan organ hati yang juga mengalami

penghambatan pertumbuhan. Kandungan sianida dalam pakan untuk masing-masing perlakuan adalah  $A_0 = 0,00$  ppm,  $A_1 = 4,31$  ppm,  $A_2 = 8,62$  ppm dan  $A_4 = 13,24$  ppm. Sementara itu konsumsi sianida pada masing-masing perlakuan adalah  $A_0 = 0$  ppm bobot badan per hari,  $A_{10} = 0,24$  ppm bobot badan per hari,  $A_{20} = 0,47$  ppm bobot badan per hari, dan  $A_{30} = 0,60$  ppm bobot badan per hari.

Sianida dalam pakan yang dikonsumsi dalam darah akan menghambat  $O_2$  yang seharusnya dibawa Hb dengan membentuk *cyano-Hb*. Dengan kekurangan oksigen ini proses oksidasi di sel akan terhambat hingga pertumbuhan dan perkembangan sel juga terhambat. Seperti yang dinyatakan Santoso (1987) bahwa adanya sianida dalam makanan ternak dapat berbahaya karena jika sianida bereaksi dengan Hb akan membentuk *cyano-Hb* yang menyebabkan darah tidak dapat membawa oksigen. Ditambahkan pula bahwa sianida dapat menghambat sifat oksidatif *cytochromeoxidase*. Diperjelas oleh Goodman dan Gillman (1960) jika didalam sel terjadi kompleks ikatan sianida maka proses oksidasi akan terblokir sehingga sel menderita kekurangan oksigen. Gangguan yang terjadi akibat sel-sel kekurangan oksigen disebut *sitotoksik anoksida*.

Munasik (1995) menyatakan bahwa sianida dapat merugikan utilisasi protein terutama asam-asam amino yang mengandung sulfur, methionin, sistein, sistin, vitamin B12, mineral besi (Fe), tembaga (Cu), yodium (I) dan produksi hormon tiroksin. Akibat utilisasi protein yang berkurang maka jaringan tubuh yang terdiri dari sebagian besar komponen protein juga mengalami kekurangan protein. Salah satu

jaringan tubuh yang mengalami tersebut adalah jaringan hati. Akibat selanjutnya yang terjadi adalah semakin terhambatnya pertumbuhan hati.

Diketahui bahwa iodium merupakan salah satu unsur mineral mikro yang penting untuk unggas. Kekurangan yodium ini akan menghambat kecepatan metabolisme basal dan berkaitan dengan pertumbuhan. Selain itu konsumsi oksigen untuk organ tubuh akan berkurang. Hal ini dinyatakan oleh Rasyaf (1992) bahwa yodium berfungsi untuk menghasilkan tiroksin oleh kelenjar tiroid. Tiroksin berperan untuk fungsi fisiologis antara lain : menambah kecepatan metabolisme basal, berkaitan dengan pertumbuhan dan penambah kosumsi oksigen untuk kebutuhan organ tubuh. Salah satu yang terkena dampak kekurangan yodium ini adalah terhambatnya pertumbuhan organ hati.

Demikian juga untuk vitamin B12, jika utilisasi vitamin ini terhambat akan mempengaruhi pertumbuhan, reproduksi dan inkoordinasi syaraf. Hal ini sesuai dengan Rasyaf (1992) yang menyatakan bahwa vitamin B 12 atau *cyanocobalamin* ( $C_{63}H_{90}O_{14}N_{14}PCo$ ) berperan pada koenzim dalam beberapa reaksi-reaksi biokimia didalam tubuh. Selanjutnya kekurangan vitamin ini akan menyebabkan pertumbuhan lambat, inkoordinasi, reproduksi terganggu dan menurunkan daya tetas. Dipertegas oleh Prawirokusumo (1990) bahwa defisiensi vitamin B12 dapat menyebabkan gangguan syaraf, inkoordinasi anggota badan, pertumbuhan terganggu dan rendahnya daya tetas. Vitamin B12 berperan pada sintesis protein dan asam nukleat. Salah satu organ pertumbuhan yang terganggu adalah organ hati.

Ressang (1984) menyatakan bahwa apabila terkena racun atau penyakit hati akan membesar. Pada penelitian ini dengan level pemberian bungkil biji karet yang semakin besar maka bobot hati akan semakin kecil. Sehingga dapat disimpulkan bahwa fungsi hati sebagai detoksikasi racun berjalan dengan baik. Seperti yang dinyatakan Stinson dan Calhoun (1984) bahwa hati merupakan kelenjar tubuh yang paling besar dan khas karena memiliki multifungsi kompleks, misalnya ekskresi, sekresi, penyimpanan, sintesis, fagositosis, detoksikasi, konjugasi, esterifikasi, metabolisme, dan hemopoisis. Dengan demikian fungsi hati dapat berjalan dengan normal.

Semakin banyak sianida yang masuk dalam tubuh maka semakin banyak pula hasil detoksikasi oleh hati menjadi tiosianat. Seperti pendapat Tarmidji (1984) bahwa sianida yang masuk dalam tubuh segera mengalami detoksikasi menjadi tiosianat dengan adanya tiosulfat dan bantuan enzim rodanase, dengan reaksi sebagai berikut.



Adanya tiosianat (HCNS) ini akan mempengaruhi pertumbuhan sel, hal ini sesuai dengan pendapat Anggorodi (1981), karena adanya tiosianat dapat mengganggu konsentrasi yodium dalam kelenjar tiroid. Gangguan ini dapat terjadi karena pada proses ini HCNS dapat menghambat atau menghalangi ikatan antar yodium organik (yodium bebas) yang telah mengalami reduksi dengan asam amino tirosin untuk membentuk hormon tiroksin dalam kelenjar tiroid. Hal ini didukung

oleh data penambahan bobot badan ayam yang menunjukkan dengan semakin besar aras semakin kecil bobot akhir ayam dan menyebabkan juga mengecilnya berat hati.

Perlakuan ekstrusi menghasilkan berat hati yang lebih tinggi diakibatkan oleh rendahnya kandungan sianida dalam bungkil biji karet (dapat dilihat pada Tabel 5.3). Perlakuan ekstrusi pada bungkil biji karet menyebabkan kandungan sianida berkurang. Hal ini terjadi karena proses ekstrusi secara fisik akan menurunkan kandungan sianida sehingga gangguan proses metabolisme nutrisi dalam tubuh semakin berkurang. Sebagaimana pendapat dari Muchtadi dkk (1987) bahwa ekstrusi berkemampuan merusak senyawa-senyawa anti nutrisi dan senyawa-senyawa toksik secara maksimal. Akibat selanjutnya adalah kurang terganggunya pertumbuhan dan perkembangan sel-sel hati pada perlakuan pemanasan dan ekstrusi sehingga mencapai berat yang optimal.

#### **6.2.3.b. Pengaruh perlakuan terhadap SGPT**

Berdasarkan hasil analisis variansi terlihat pada perlakuan aras pemberian, proses pengolahan bungkil biji karet dan interaksinya memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap SGPT ayam pedaging. Tetapi dari hasil data (dapat dilihat pada Tabel 5.6.a.) terlihat bahwa perlakuan A0 mempunyai nilai SGPT yang paling rendah. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kerusakan hati pada A0 paling minimal. Sebagaimana ditegaskan oleh Finco, (1989) bahwa pemeriksaan kerusakan hati dapat dideteksi oleh adanya peningkatan alanin aminotransferase (GPT).

Dalam hepatosit, alanin aminotransferase (GPT) terdapat bebas dalam sitosol. Kerusakan hepatoseluler dapat diuji dengan melihat ketidaknormalan jumlah serum glutamat piruvat (SGPT). GPT terdapat terutama dalam hati dan dalam jumlah yang lebih sedikit dalam ginjal dan otot rangka. Walaupun banyak pemeriksaan menunjukkan bahwa besar dan lamanya peningkatan enzim SGPT sejajar dengan luas kerusakan sel (yaitu nekrosis atau perubahan permeabilitas sel), hubungan kuantitatif yang tepat tidak dapat dibuat pada sebagian keadaan klinik (Finco, 1989).

Serangkaian penetapan SGPT membantu mengikuti perjalanan penderita hati, khususnya pada hepatitis akut atau kronik. Bila ditemukan SGPT maka beberapa keadaan harus dianalisis, yaitu (a) keluarnya enzim dari sel-sel hati terjadi pada nekrosis dan juga pada perubahan permeabilitas yang diakibatkan oleh iskemia atau hipoksia, (b) hanya gangguan minimal pada sel diperlukan untuk menyebabkan peningkatan kandungan enzim dalam serum dan tidak ada hubungan kuantitatif langsung antara jumlah sel-sel hati yang cedera dan tingginya kandungan enzim dalam serum, walaupun pada umumnya kandungan yang lebih tinggi ditemukan pada cedera yang lebih hebat, (c) bila pengukuran enzim-enzim dalam serum terlambat setelah cedera, peningkatan yang terjadi pada permulaan dapat hilang, dan selanjutnya ditemukan kandungan enzim dalam serum yang normal atau rendah sebagai akibat penurunan fungsi sel-sel hati dan (d) beberapa enzim meningkat pada cedera atau iskemia jaringan-jaringan nonhepatitik, khususnya otot, jantung dan ginjal (Kirk dan Bistner, 1975). Ternyata dari masing-masing perlakuan terdapat

perbedaan yang tidak nyata yang mengindikasikan kurang terdapatnya kerusakan hati. Sehingga dapat dinyatakan bahwa sianida kurang mempengaruhi kerusakan hati. Dengan demikian terlihat bahwa SGPT memang relatif sama pada masing-masing perlakuan pemrosesan bungkil karet karena yang menunjukkan kurang terindikasinya kerusakan hati pada ayam pedaging.

### 6.2.3.c. Pengaruh perlakuan terhadap SGOT

Berdasarkan hasil analisis variansi terlihat pada perlakuan aras pemberian, proses pengolahan bungkil biji karet dan interaksinya memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap SGOT ayam pedaging. Tetapi dari hasil data (dapat dilihat pada Tabel 5.6.a.) terlihat bahwa perlakuan pemanasan mempunyai nilai SGOT yang paling rendah. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kerusakan hati pada perlakuan pemanasan paling minimal. Sebagaimana ditegaskan oleh Finco, (1989) bahwa pemeriksaan kerusakan hati dapat dideteksi oleh adanya peningkatan glutamat-oksaloasetat serum (SGOT).

Dalam hubungannya dengan banyak reaksi biokimia yang dimiliki oleh hati, organ ini mengandung beratus-ratus protein katalisator atau enzim-enzim. Walaupun sebagian enzim-enzim ini hanya terdapat dalam hati, banyak diantaranya juga ditemukan dalam jaringan non hepatitik. Oleh karena itu pengukuran aktivitas enzim serum untuk menilai kekacauan fungsi hati perlu dilakukan (Dharma, 1990).



Dalam hepatosit, aspartat aminotransferase (GOT) terdapat dalam mitokondria dan sitosol. Aktivitas aspartat aminotransferase dalam hati lebih tinggi daripada alanin transferase, tetapi 40 sampai dengan 60 persen aspartat aminotransferase terdapat dalam mitokondria. Aktivitas aspartat aminotransferase dalam serum (SGOT) terutama berasal dari enzim sitosol miokardium dan parenkim hati, tetapi enzim mitokondria juga terdapat dalam keadaan berubah-ubah dalam serum (Kirk dan Bistner, 1975).

Pengujian banyak enzim serum diusulkan sebagai ukuran kerusakan hepatoseluler, diantaranya adalah glutamat-oksaloasetat serum (SGOT) terbukti paling praktis. GOT terdapat pada semua jaringan tubuh, khususnya dalam hati dan otot rangka (Finco, 1989). Ternyata dari masing-masing perlakuan terdapat perbedaan yang tidak nyata yang mengindikasikan kurang terdapatnya kerusakan hati. Sehingga dapat dinyatakan bahwa sianida kurang mempengaruhi kerusakan hati. Dengan demikian terlihat bahwa SGOT memang relatif sama pada masing-masing perlakuan karena komposisi kurang terindikasikan kerusakan hati pada ayam pedaging.

#### **6.2.3.d. Pengaruh perlakuan terhadap berat ginjal**

Hasil uji Duncan menunjukkan perlakuan aras menurunkan berat ginjal ayam pedaging. Dari data terlihat bahwa rata-rata berat ginjal tertinggi didapat oleh perlakuan aras 0 persen (A0) sebesar 20,20 gram, disusul berturut-turut kemudian



oleh perlakuan aras 10 persen (A10) sebesar 18,68 gram, perlakuan aras 20 (A20) persen sebesar 17,62 gram dan perlakuan aras 30 persen (A30) sebesar 15,27 gram.

Hasil uji Duncan secara umum menunjukkan perlakuan interaksi tertinggi dijumpai pada kelompok ayam yang mendapat perlakuan antara aras 0 persen dengan semua perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet dan berbeda dengan kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi antara aras 30 persen dengan semua perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet terhadap berat ginjal. Secara khusus terlihat bahwa kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi antara aras 0 persen dengan perlakuan pemanasan lebih tinggi dibanding dengan perlakuan interaksi lainnya.

Menurunnya bobot ginjal disebabkan oleh pengaruh kandungan sianida dalam pakan yang diberikan. Aras penggunaan bungkil biji karet yang semakin tinggi menyebabkan kandungan sianida yang masuk dalam tubuh semakin banyak dan akan menghambat pertumbuhan serta perkembangan organ sehingga memungkinkan ayam terhambat pertumbuhannya, demikian juga dengan organ ginjal yang juga mengalami penghambatan pertumbuhan.

Sianida dalam pakan yang dikonsumsi dalam darah akan menghambat  $O_2$  yang seharusnya dibawa Hb dengan membentuk *cyano-Hb*. Dengan kekurangan oksigen ini proses oksidasi di sel akan terhambat hingga pertumbuhan dan perkembangan sel juga terhambat. Seperti yang dinyatakan Santoso (1987) bahwa adanya sianida dalam makanan ternak dapat berbahaya karena jika sianida bereaksi

dengan Hb akan membentuk *cyano-Hb* yang menyebabkan darah tidak dapat membawa oksigen. Ditambahkan pula bahwa sianida dapat menghambat sifat oksidatif *cytochromeoxidase*. Diperjelas oleh Goodman dan Gillman (1960) jika didalam sel terjadi kompleks ikatan sianida maka proses oksidasi akan terblok sehingga sel menderita kekurangan oksigen. Gangguan yang terjadi akibat sel-sel kekurangan oksigen disebut *sitotoksik anoksida*.

Munasik (1995) menyatakan bahwa sianida dapat merugikan utilisasi protein terutama asam-asam amino yang mengandung sulfur, methionin, sistein, sistin, vitamin B12, mineral besi (Fe), tembaga (Cu) , yodium (I) dan produksi hormon tiroksin. Akibat utilisasi protein yang berkurang maka jaringan tubuh yang terdiri dari sebagian besar komponen protein juga mengalami kekurangan protein. Salah satu jaringan tubuh yang mengalami tersebut adalah jaringan ginjal. Akibat selanjutnya yang terjadi adalah semakin terhambatnya pertumbuhan ginjal.

Diketahui bahwa iodium merupakan salah satu unsur mineral mikro yang penting untuk unggas. Kekurangan yodium ini akan menghambat kecepatan metabolisme basal dan berkaitan dengan pertumbuhan. Selain itu konsumsi oksigen untuk organ tubuh akan berkurang. Hal ini dinyatakan oleh Rasyaf (1992) bahwa yodium berfungsi untuk menghasilkan tiroksin oleh kelenjar tiroid. Tiroksin berperan untuk fungsi fisiologis antara lain : menambah kecepatan metabolisme basal, berkaitan dengan pertumbuhan dan penambah kosumsi oksigen untuk kebutuhan

organ tubuh. Salah satu yang terkena dampak kekurangan yodium ini adalah terhambatnya pertumbuhan organ ginjal.

Demikian juga untuk vitamin B12, jika utilisasi vitamin ini terhambat akan mempengaruhi pertumbuhan, reproduksi dan inkoordinasi syaraf. Hal ini sesuai dengan Rasyaf (1992) yang menyatakan bahwa vitamin B 12 atau *cyanocobalamin* ( $C_{63}H_{90}O_{14}N_{14}PCo$ ) berperan pada koenzim dalam beberapa reaksi-reaksi biokimia didalam tubuh. Selanjutnya kekurangan vitamin ini akan menyebabkan pertumbuhan lambat, inkoordinasi, reproduksi terganggu dan menurunkan daya tetas. Dipertegas oleh Prawirokusumo (1990) bahwa defisiensi vitamin B12 dapat menyebabkan gangguan syaraf, inkoordinasi anggota badan, pertumbuhan terganggu dan rendahnya daya tetas. Vitamin B12 berperan pada sintesis protein dan asam nukleat. Salah satu organ pertumbuhan yang terganggu adalah ginjal.

Sistem kemih terdiri dari sepasang ginjal dan ureter, serta kdanung kemih dan uretra. Ginjal berperan terutama dalam memelihara keseimbangan cairan serta elektrolit dan mengatur tekanan darah. Hasil metabolisme dibuang dari tubuh melalui ginjal dalam bentuk kemih dan dialirkan melalui ureter dan ditampung sementara dalam kdanung kemih dan selanjutnya dibuang keluar melalui uretra (Stinson dan Calhoun, 1984). Ditambahkan oleh (Kimball, 1988) fungsi utama ginjal adalah menjernihkan atau membersihkan plasma darah dari produk akhir metabolisme ketika zat-zat ini berjalan melalui alas kapiler ginjal. Ginjal juga membuat keseimbangan komposisi cairan-cairan tubuh dengan mempertahankan secara selektif

atau mengekskresikan banyak zat penyusun plasma. Apabila terjadi gangguan dalam metabolisme maka juga akan berpengaruh langsung pada ginjal karena proses metabolisme berakhir di sini.

Perlakuan pemanasan menghasilkan berat ginjal yang lebih tinggi diakibatkan oleh rendahnya kandungan sianida dalam bungkil biji karet seperti terlihat pada Tabel 5.3. Perlakuan pemanasan pada bungkil biji karet menyebabkan kandungan sianida berkurang. Pengeringan dengan oven pada suhu 45 sampai 55°C selama 4 jam dapat menurunkan sampai 75 persen kandungan sianida (Nambisan, 1989). Cara pemanasan dengan menggunakan sumber panas matahari merupakan cara yang paling murah dan mudah dilakukan peternak pedesaan (Abidin dan Hendratmo, 1985). Perendaman dalam air selama lima hari dapat menurunkan sianida dari 97 persen menjadi 45 persen (Bourdoux *et al.*, 1983). Banea-Mayambu (1997) menyatakan bahwa racun sianida dapat dihilangkan dengan cara perendaman, perebusan, penggilingan dan fermentasi.

#### **6.2.3.e. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan BUN**

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa perlakuan aras pemberian, proses pengolahan bungkil biji karet dan interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap kandungan BUN. BUN merupakan salah satu zat-zat yang dibuang, yaitu hasil akhir dari metabolisme protein yang dikeluarkan melalui ginjal (Stephen, 1975).

Berdasarkan analisa varian, perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet berpengaruh tidak nyata terhadap kandungan BUN. Hal tersebut disebabkan oleh

kandungan sianida yang rendah pada pakan. Ambang batas kandungan sianida yang aman adalah kurang dari 50 ppm. Kandungan sianida lebih dari 50 ppm akan bersifat toksik, menurut Munasik (1994) bahwa sifat toksisitas sianida adalah dapat menghentikan proses oksidasi protoplasma jaringan sel pada ginjal sehingga menyebabkan kerja ginjal pun terganggu. Dengan demikian proses penyaringan tidak berjalan sempurna di mana zat-zat yang seharusnya dibuang seperti BUN akan diserap kembali dalam darah, akibatnya kandungan BUN dalam darah meningkat.

Rataan kandungan BUN pada proses tanpa proses, dengan pemanasan, ekstrusi dan pemberian sulfur berturut-turut adalah 6,8 mg/dl; 6,3 mg/dl; 6,2 mg/dl; dan 5,6 mg/dl. Rataan kandungan BUN pada aras 0 persen, 10 persen, 20 persen, dan 30 persen adalah 6,4 mg/dl; 6,03 mg/dl ; 6,3 mg/dl dan 6,1 mg/dl. Kandungan BUN normal adalah kurang dari 10 mg/dl, maka rata-rata kandungan BUN tersebut masih dalam batas normal.

#### **6.2.3.f. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan kreatinin**

Hasil analisis variansi dari aras pemberian dan interaksi antara aras pemberian dengan perlakuan proses bungkil biji karet berpengaruh tidak nyata terhadap kandungan kreatinin.

Kreatinin merupakan hasil dari fosfokretin yang spontan dan non enzimatis. Awal sintesis kreatin berlangsung dalam ginjal melalui reaksi transamidinasi arginin dan glisin yang menghasilkan guanidoasetat (senyawa yang ditransfer ke hati) dan ornitin. Kemudian di hati terjadi reaksi transmetilase senyawa guanidoasetat oleh S-

adenosil Metionin yang dikatalisis oleh enzim transmetilase yang menghasilkan kreatin dan S-adenosil Homosistein (Hardjasasmita, 1997).

Seperti halnya BUN, kreatinin juga zat yang dibuang melalui ginjal, sesuai dengan perannya yaitu penyaringan plasma darah oleh glomerulus. Jika sianida masuk ke dalam tubuh dan di dalam usus akan terhidrolisa dengan cepat sehingga ion CN-nya lepas kemudian masuk ke peredaran darah. Setelah itu di dalam darah hemoglobin akan berikatan dengan CN sehingga darah tidak dapat membawa oksigen yang berpengaruh terhadap pernapasan jaringan sel. Di dalam ginjal akan terjadi filtrasi glomerulus. Kandungan sianida yang tinggi akan menghambat filtrasi glomerulus sehingga zat buangan tidak dapat dikeluarkan akibatnya kandungan kreatinin dalam darah akan meningkat. Sebaliknya jika kandungan sianida rendah maka kandungan kreatinin dalam darah dalam batas normal. Kandungan kreatinin dalam serum darah normal menurut Japaries (1992) adalah kurang dari 1,5 mg/dl.

Pada penelitian ini diperoleh hasil yakni pemberian bungkil biji karet sampai 30 persen tidak berpengaruh terhadap kandungan kreatinin. Hal ini disebabkan pakan yang digunakan memiliki kandungan sianida yang rendah.

Nilai rata-rata kandungan kreatinin adalah 0,36 mg/dl (tanpa proses), 0,37 mg/dl (pemanasan), 0,43 mg/dl (ekstrusi) dan 0,43 mg/dl (sulfur). Rataan kandungan kreatinin pada aras penggunaan 0 persen, 10 persen, 20 persen dan 30 persen berturut-turut adalah 0,42 mg/dl; 0,39 mg/dl; 0,37 mg/dl dan 0,42 mg/dl. Sesuai

dengan pernyataan Japaries (1992) bahwa kandungan kreatinin masih dalam batas normal, karena kandungan sianida dalam pakan masih rendah.

### 6.2.3.g. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan hemoglobin

Hasil uji Duncan menunjukkan perlakuan aras menurunkan kandungan hemoglobin ayam pedaging. Dari data terlihat bahwa kandungan hemoglobin tertinggi didapat oleh perlakuan aras 0 persen (A0) sebesar 11,73 g/100 ml, disusul berturut-turut kemudian oleh perlakuan aras 10 persen (A10) sebesar 11,19 g/100 ml, perlakuan aras 20 (A20) persen sebesar 10,50 g/100 ml dan perlakuan aras 30 persen (A30) sebesar 10,02 g/100 ml.

Hasil uji Duncan menunjukkan perlakuan interaksi tertinggi dijumpai pada kelompok ayam yang mendapat perlakuan antara aras 0 persen dengan perlakuan suplementasi kalsium sulfat dan berbeda dengan kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi aras 30 persen dengan semua perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet dan antara aras 20 persen dengan perlakuan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan hemoglobin.

Penurunan kandungan Hb terjadi karena reaksi pengikatan Hb oleh sianida ( $\text{HCN} + \text{Hb} \longrightarrow \text{HbCN} + \text{H}$ ). Kandungan Hb menurun karena Hb yang telah terbentuk melalui tahap demi tahap diikat oleh CN sehingga Hb tidak dapat melakukan fungsinya dengan semaksimal mungkin dan akhirnya dapat menghambat metabolisme tubuh ayam.

Hemoglobin merupakan suatu zat warna darah dan terdiri dari besi porfirin-protein. Tugas faalnya mengangkut oksigen dalam darah (Schunach dkk. 1990). Adanya hemoglobin di dalam eritrosit memungkinkan timbulnya kemampuan untuk mengangkut oksigen, serta menjadi penyebab timbulnya warna merah pada darah (Fdanson, 1992).

Dari segi kimia, hemoglobin merupakan suatu senyawa yang kompleks yang terdiri dari empat pigmen porfirin merah (heme), masing-masing mengandung atom besi ditambah globin, yang merupakan protein globular yang terdiri dari empat rantai asam-asam amino. Hemoglobin menggabung dengan oksigen udara yang terdapat dalam paru-paru, hingga terbentuk oksihemoglobin, yang selanjutnya melepaskan oksigen tersebut ke sel-sel jaringan dalam tubuh. Oksigen paru-paru membentuk kombinasi yang longgar dengan atom besi hemoglobin (Hb) dan hasilnya adalah oksihemoglobin ( $\text{HbO}_2$ ). Proses ini memerlukan besi dalam bentuk ferro di dalam molekul hemoglobin. Oksigen yang terikat jumlahnya proporsional dengan jumlah besinya, dengan dua atom oksigen bergabung dengan tiap atom besi. Tiap gram hemoglobin akan mengangkut sekitar 1,34 ml oksigen. Tatkala darah mencapai jaringan yang sedang memerlukan oksigen, oksigen yang terikat secara longgar dalam oksihemoglobin itu akan segera dikeluarkan (Fdanson, 1992).

Hemoglobin yang tidak mampu mengangkut oksigen karena zat besi berada dalam status ferri ( $\text{Fe}^{3+}$ ), dan tidak dalam status ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ) akan mengeluarkan produk oksidasi berupa methemoglobin. Zat-zat racun tertentu seperti nitrit dan



klorat, menghasilkan methemoglobinemia (adanya methemoglobin dalam darah), termasuk diantaranya adalah sianida.

Sianida yang terdapat dalam bungkil biji karet menghambat proses pembentukan hemoglobin. Sianida mempunyai kemampuan untuk mengikat zat besi (Fe) dalam status  $Fe^{3+}$ . Zat besi ini merupakan salah satu bahan dasar dalam pembentukan hemoglobin. Apabila zat besi ini terganggu oleh adanya sianida akan menyebabkan kandungan haemoglobin dalam darah menjadi turun. Tinggi rendahnya kandungan hemoglobin dalam darah dipengaruhi oleh sedikit banyaknya bungkil biji karet yang terdapat dalam pakan. Hal ini dimungkinkan adanya faktor pembatas yaitu adanya zat anti nutrisi yang berupa sianida dalam bungkil biji karet. Sianida yang bebas sangat berbahaya bagi ternak yang mengkonsumsinya, karena jika sianida bereaksi dengan hemoglobin akan membentuk cyano-hemoglobin ( $HCN + Hb \rightarrow HbCN + H$ ) yang menyebabkan darah tidak dapat membawa oksigen. Rendahnya kandungan hemoglobin ini pada proses selanjutnya mempengaruhi kemampuan didalam mengikat oksigen. Seperti dijelaskan oleh Frdanson (1986) karena adanya hemoglobin darah dapat mengikat sekitar 60 kali oksigen lebih banyak dibandingkan dengan air dalam jumlah dan kondisi yang sama. Sehingga jumlah energi yang dihasilkan berupa panas akan meningkat pula. Muliawan (1979) menyatakan bahwa hemoglobin merupakan molekul utama yang bertanggung jawab pada transport oksigen dan karbondioksida dalam darah.

Kandungan Hb diantara masing-masing perlakuan proses masih dalam keadaan normal, hal ini sesuai dengan pendapat Parakai (1972) yang dikutip oleh Struke (1976) yang menyatakan bahwa pada ayam kandungan haemoglobin berkisar antara 8,0 sampai dengan 14,0 g/100 ml darah. Menurut Swenson (1970) menyatakan bahwa kandungan hemoglobin normal unggas berkisar antara 6,0 sampai dengan 9,0 g/100 ml darah, dengan rata-rata sebesar 7,5 g/100 ml darah.

Suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet menyebabkan peningkatan kandungan hemoglobin. Beberapa studi tentang mekanisme penurunan toksin sianida dan peningkatan reduksinya dapat dilakukan dengan suplementasi sulfur anorganik maupun organik. Suplementasi sulfur akan menghasilkan tiosianat, reaksi ini akan dibantu oleh rodanase (Nartey, 1973). Tiosianat akan dikeluarkan melalui urine (Sudaryanto, 1990). Menurut Marita (1988) pemberian garam ferosulfat ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) dapat mengikat sianida dalam pakan sehingga hilang sifat racunnya. Pemberian garam ferosulfat 12,7 kali kandungan sianida pakan menunjukkan efek yang paling baik. Menurut Gohl (1981) pakan dapat disuplementasi dengan asam amino yang mengandung sulfur seperti metionin, sistin dan sistein supaya menghasilkan penampilan yang baik bagi ayam pedaging, termasuk dalam hal ini adalah peningkatan kandungan hemoglobin. Hal ini karena terjadi proses kimiawi dalam saluran pencernaan antara sulfur dengan sianida sehingga dalam saluran pencernaan terjadi penurunan kandungan sianida yang berakibat gangguan proses metabolisme nutrisi dalam tubuh semakin berkurang.

Fungsi sulfur adalah menjaga keseimbangan asam-basa tubuh dalam bentuk ion  $\text{SO}_4^{-3}$  (Sutardi, 1980). Sulfur juga penting dalam proses detoksifikasi dengan jalan membentuk ester dengan racun yang terdapat dalam tubuh (Tillman dkk., 1984).

#### **6.2.3.h. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan sianida darah**

Hasil uji Duncan menunjukkan perlakuan aras meningkatkan kandungan sianida darah ayam pedaging. Dari data terlihat bahwa kandungan sianida darah terendah didapat oleh perlakuan aras 0 persen (A0) sebesar 0,00 ppm, disusul berturut-turut kemudian oleh perlakuan aras 10 persen (A10) sebesar 30,83 ppm, perlakuan aras 20 (A20) persen sebesar 43,79 ppm dan perlakuan aras 30 persen (A30) sebesar 57,93 ppm.

Hasil uji Duncan menunjukkan perlakuan interaksi tertinggi dijumpai pada kelompok ayam yang mendapat perlakuan aras antara 30 persen dengan perlakuan tanpa proses dan berbeda dengan kelompok ayam yang mendapat perlakuan interaksi antara aras 30 persen dengan semua perlakuan proses pengolahan bungkil biji karet terhadap kandungan sianida darah.

Peningkatan pada kandungan sianida darah ini terjadi karena bungkil biji karet diberikan dalam porsi tertinggi sehingga ayam tidak mampu lagi untuk menetralkan sianida yang dikonsumsi. Dengan demikian maka ketidakmampuan ayam untuk menetralkan toksin yang berada di tubuh ayam menyebabkan

kandungan sianida dalam darah pada perlakuan interaksi aras 30 persen pada perlakuan tanpa proses menunjukkan kandungan yang tertinggi dibanding dengan perlakuan lainnya. Peningkatan kandungan sianida yang tinggi karena kemampuan ayam untuk menetralsir sianida sangat terbatas. Sebagaimana yang dinyatakan oleh Wildan (1990) hati berperan untuk detoksifikasi zat yang masuk dalam tubuh, dan ampas detoksi ini akan dibuang melalui empedu, tetapi apabila detoksifikasi terjadi melebihi kemampuan hati untuk menetralsir maka detoksi akan masuk dalam metabolisme tubuh. Ditambahkan oleh Ressay (1984) apabila terkena racun atau penyakit, hati akan membesar.

Perlakuan pemanasan dan ekstrusi menghasilkan kandungan sianida darah yang lebih rendah diakibatkan oleh rendahnya kandungan sianida dalam bungkil biji karet seperti terlihat pada Tabel 5.3. Perlakuan pemanasan dan ekstrusi pada bungkil biji karet menyebabkan kandungan sianida berkurang. Hal ini terjadi karena proses ekstrusi secara fisik akan menurunkan kandungan sianida sehingga gangguan proses metabolisme nutrisi dalam tubuh semakin berkurang. Sebagaimana pendapat dari Muchtadi dkk (1987) bahwa ekstrusi berkemampuan merusak senyawa-senyawa anti nutrisi dan senyawa-senyawa toksik secara maksimal. Akibat selanjutnya adalah kurang terganggunya metabolisme dalam pada perlakuan pemanasan dan ekstrusi sehingga mencapai kandungan sianida darah yang relatif rendah.

Pengeringan dengan oven pada suhu 45 sampai 55°C selama 4 jam dapat menurunkan sampai 75 persen kandungan sianida (Nambisan, 1989). Cara

pemanasan dengan menggunakan sumber panas matahari merupakan cara yang paling murah dan mudah dilakukan peternak pedesaan (Abidin dan Hendratmo, 1985). Perendaman dalam air selama lima hari dapat menurunkan sianida dari 97 persen menjadi 45 persen (Bourdoux *et al.*, 1983). Banea-Mayambu (1997) menyatakan bahwa racun sianida dapat dihilangkan dengan cara perendaman, perebusan, penggilingan dan fermentasi.

Suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet menyebabkan penurunan kandungan sianida darah. Beberapa studi tentang mekanisme penurunan toksin sianida dan peningkatan reduksinya dapat dilakukan dengan suplementasi sulfur anorganik maupun organik. Suplementasi sulfur akan menghasilkan tiosianat, reaksi ini akan dibantu oleh rodanase (Nartey, 1973). Tiosianat akan dikeluarkan melalui urine (Sudaryanto, 1990). Menurut Marita (1988) pemberian garam ferosulfat ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) dapat mengikat sianida dalam pakan sehingga hilang sifat racunnya. Pemberian garam ferosulfat 12,7 kali kandungan sianida pakan menunjukkan efek yang paling baik. Menurut Gohl (1981) pakan dapat disuplementasi dengan asam amino yang mengandung sulfur seperti metionin, sistin dan sistein supaya menghasilkan penampilan yang baik bagi ayam pedaging. Hal ini karena terjadi proses kimiawi dalam saluran pencernaan antara sulfur dengan sianida sehingga dalam saluran pencernaan terjadi penurunan kandungan sianida yang berakibat gangguan proses metabolisme nutrisi dalam tubuh semakin berkurang.

Fungsi sulfur adalah menjaga keseimbangan asam-basa tubuh dalam bentuk ion  $\text{SO}_4^{-2}$  (Sutardi, 1980). Sulfur juga penting dalam proses detoksifikasi dengan jalan membentuk ester dengan racun yang terdapat dalam tubuh (Tillman dkk., 1984).

Sianida dalam bungkil biji karet terdapat dalam bentuk ikatan glukosida sianogenik. Glikosida sianogenik ini apabila masuk kedalam tubuh akan terhidrolisa dengan cepat sehingga CN-nya lepas. Selanjutnya CN ini akan masuk kedalam peredaran darah kemudian ke jaringan-jaringan dan jika sampai ke sel-sel saraf maka zat tersebut akan menghambat pernafasan sel-sel tersebut, sehingga mengganggu fungsi sel yang bersangkutan. Hal ini sesuai dengan pendapat Goodman (1960) yang menyatakan bahwa sianida bisa menghambat pernafasan sel-sel darah adalah adanya penghambatan reaksi bolak-balik pada enzim-enzim yang mengandung besi dalam status ferri ( $\text{Fe}^{3+}$ ) didalam sel. Enzim yang sangat peka terhadap inhibisi sianida ini adalah sitokrom oksidase. Semua proses oksidase dalam tubuh sangat tergantung kepada aktivitas enzim sitokrom oksidase ini. Jika dalam sel terjadi kompleks ikatan *sitokrom oksidase* sianida, maka proses oksidase akan terhambat sehingga sel menderita kekurangan oksigen. Menurut Martin (1984) bahwa fungsi *sitokrom oksidase* sebagai komponen yang terakhir didalam rantai pernafasan yang terdapat dalam mitokondria dan bertanggung jawab untuk reaksi dimana elektron-elektron yang berasal dari oksidase molekul substrat oleh dehidrogenase ditransfer ke akseptornya yang terakhir. Sitokrom oksidase

mengandung dua molekul hem, yang masing masing mempunyai satu atom Fe, yang selalu berubah-ubah antara  $Fe^{3+}$  dan  $Fe^{2+}$  selama oksidase dan reduksi. Melihat kenyataan ini maka kandungan sianida yang semakin tinggi akan sangat berbahaya karena darah dapat mengalami kekurangan oksigen.

#### **6.2.3.i. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan kalsium darah**

Berdasarkan hasil analisis variansi terlihat pada perlakuan aras pemberian, proses pengolahan bungkil biji karet dan interaksinya memberikan pengaruh yang tidak nyata kandungan kalsium darah ayam pedaging. Hasil data seperti terlihat pada Tabel 5.6.c menunjukkan perlakuan suplementasi kalsium sulfat mempunyai nilai kandungan kalsium darah yang paling tinggi. Hal ini disebabkan karena sulfur dapat menetralisasi sianida sehingga penyerapan kalsium dapat teroptimalkan. Sebagaimana dinyatakan oleh Nartey (1973) suplementasi sulfur akan menghasilkan tiosianat, reaksi ini akan dibantu oleh rodanase. Tiosianat akan dikeluarkan melalui urine (Sudaryanto, 1990). Menurut Marita (1988) pemberian garam ferosulfat ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ) dapat mengikat sianida dalam pakan sehingga hilang sifat racunnya. Pemberian garam ferosulfat 12,7 kali kandungan sianida pakan menunjukkan efek yang paling baik. Menurut Gohl (1981) pakan dapat disuplementasi dengan asam amino yang mengandung sulfur seperti metionin, sistin dan sistein supaya menghasilkan penampilan yang baik bagi ayam pedaging.

Fungsi sulfur adalah menjaga keseimbangan asam-basa tubuh dalam bentuk ion  $\text{SO}_4^{-3}$  (Sutardi, 1980). Sulfur juga penting dalam proses detoksifikasi dengan jalan membentuk ester dengan racun yang terdapat dalam tubuh (Tillman dkk., 1984).

Mineral kalsium merupakan komponen tulang terbesar yaitu mencapai 99 persen. Sisa kalsium tubuh ada dalam intra dan ekstra seluler yang berperan dalam mengatur fungsi sel dan impuls syaraf. Kalsium juga merupakan komponen integral dalam mekanisme pembekuan darah. Konsentrasi kalsium dalam plasma, terutama ion  $\text{Ca}^{++}$  secara sangat hati-hati dipelihara/dipertahankan sedemikian rupa, seperti menyediakan  $\text{Ca}^{++}$  yang dibutuhkan dalam transmisi impuls syaraf dan kontraksi urat daging, mengatur beberapa fungsi yang diawali oleh beberapa hormon (Linder, 1992).

Jumlah kalsium yang diserap dari makanan setiap hari tergantung pada proporsi relatif dari zat pengkilasi dan yang mengendapkan dalam makanan tersebut akan menentukan jumlah kalsium yang secara aktual akan tersedia untuk diserap, dan tingkat stimulasi dari vitamin D aktif terhadap alat-alat penyerap dalam mukosa intestin yang menentukan jumlah kalsium yang diambil (Georgievskii *et al.*, 1982).

Pada masing-masing perlakuan didapatkan perbedaan yang tidak nyata terhadap kandungan kalsium darah sehingga dapat dinyatakan bahwa semua perlakuan memberikan pengaruh yang sama terhadap kandungan kalsium darah.



Berdasarkan analisa variansi, perlakuan aras pada bungkil biji karet berpengaruh tidak nyata terhadap kandungan kalsium darah. Hal tersebut disebabkan oleh kandungan sianida yang rendah pada pakan. Ambang batas kandungan sianida yang aman adalah kurang dari 50 ppm. Kandungan sianida lebih dari 50 ppm akan bersifat toksik. Dengan demikian terlihat bahwa kandungan kalsium memang relatif sama pada masing-masing perlakuan karena komposisi kalsium tetap pada darah ayam pedaging.

#### **6.2.3.j. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan fosfor darah**

Berdasarkan hasil analisis variansi terlihat pada perlakuan aras pemberian, proses pengolahan bungkil biji karet dan interaksinya memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap kandungan fosfor darah ayam pedaging. Hasil data seperti terlihat pada Tabel 5.6.c menunjukkan perlakuan suplementasi kalsium sulfat mempunyai nilai kandungan fosfor darah yang paling tinggi. Hal ini disebabkan sulfur dapat menetralkan sianida sehingga penyerapan fosfor dapat dioptimalkan. Sebagaimana dinyatakan oleh Nartey (1973) suplementasi sulfur akan menghasilkan tiosianat, reaksi ini akan dibantu oleh rodanase. Tiosianat akan dikeluarkan melalui urine (Sudaryanto, 1990). Menurut Marita (1988) pemberian garam ferosulfat ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) dapat mengikat sianida dalam pakan sehingga hilang sifat racunnya. Pemberian garam ferosulfat 12,7 kali kandungan sianida pakan menunjukkan efek yang paling baik. Menurut Gohl (1981) pakan dapat disuplementasi dengan asam

amino yang mengandung sulfur seperti metionin, sistin dan sistein supaya menghasilkan penampilan yang baik bagi ayam pedaging.

Fungsi sulfur adalah menjaga keseimbangan asam-basa tubuh dalam bentuk ion  $\text{SO}_4^{-3}$  (Sutardi, 1980). Sulfur juga penting dalam proses detoksifikasi dengan jalan membentuk ester dengan racun yang terdapat dalam tubuh (Tillman dkk., 1984).

Fosfor paling banyak didapatkan dalam tulang sebagai bagian mineral yang memberi struktur dan kepadatan tulang. Unsur fosfor terutama terlibat dalam metabolisme energi sebagai bagian dari adenosin trifosfat (ATP) yang merupakan sumber/sistem energi tubuh, dan merupakan bagian dari nukleotida lain dan berbagai zat terfosforilasi. Fosfor juga ikut dalam pengaktifan beberapa reaksi metabolisme (Georgievskii *et al.*, 1982).

Fosfat sangat banyak dalam bahan pakan yang sudah mendapat proses. Juga biasanya banyak dalam bahan-bahan makanan yang kaya akan protein. Fosfor dapat diserap dari bahan pakan dalam bentuk fosfat anorganik bebas, setelah proses hidrolisis pencernaan dan dibebaskan dari bahan pakan tersebut.

Berdasarkan analisa variansi, perlakuan aras pada bungkil biji karet berpengaruh tidak nyata terhadap kandungan fosfor darah. Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh kandungan sianida yang rendah pada pakan. Ambang batas kandungan sianida yang aman adalah kurang dari 50 ppm. Kandungan sianida lebih dari 50 ppm akan bersifat toksik. Pada masing-masing perlakuan didapatkan

perbedaan yang tidak nyata terhadap kandungan fosfor darah sehingga dapat dinyatakan bahwa semua perlakuan memberikan pengaruh yang sama terhadap kandungan fosfor.

# BAB 7

## BAB 7

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1. Kesimpulan

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Perlakuan fisik yaitu proses pemanasan dan ekstrusi pada bungkil biji karet secara umum menurunkan kandungan sianida dan bahan ekstrak tanpa N dengan tetap mempertahankan kandungan nutrisi bungkil biji karet.
2. Semakin meningkat aras pemberian bungkil biji karet sampai dengan aras 30 persen semakin menurun nilai kinerja dan status kesehatan ayam, dengan penurunan yang paling tajam terjadi pada aras pemberian bungkil biji karet 20 dan 30 persen, sementara itu tidak terjadi penurunan yang nyata antara aras pemberian bungkil biji karet 0 dengan 10 persen. Perlakuan pemanasan, ekstrusi dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet tidak mempengaruhi kinerja, nilai nutrisi dan status kesehatan kecuali hanya meningkatkan berat hati ayam pedaging.
3. Secara umum, semakin meningkat perlakuan interaksi antara aras penggunaan bungkil biji karet pada semua proses pengolahan bungkil biji karet yaitu pemanasan, ekstrusi dan suplementasi kalsium sulfat semakin menurun kinerja dan status kesehatan, tetapi meningkatkan nilai nutrisi ayam pedaging.

## 7.2. Saran

1. Proses pemanasan dan ekstrusi dapat digunakan untuk mengurangi kandungan sianida dengan tanpa menurunkan kandungan nutrisi bungkil biji karet.
2. Bungkil biji karet sebagai bahan pakan ayam pedaging dapat diproses secara pemanasan, ekstrusi dan disuplementasi kalsium sulfat dengan memperhatikan faktor kandungan sianida, sedangkan penggunaan bungkil biji karet pada ayam pedaging tidak lebih dari aras 10 persen.

# DAFTAR PUSTAKA

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. dan C. Hendratmo, 1985. Perlindungan Protein Daun Ketela Pohon terhadap Fermentasi Mikroba di dalam Rumen dengan Cara Pemanasan. Kumpulan makalah seminar : Pemanfaatan Limbah Pangan dan Limbah Pertanian untuk Makanan Ternak. Lembaga Kimia Nasional. LIPI Bandung. Hal : 191 - 208.
- Aboenawan, L., 1992. Hasil Analisa Kimia Bungkil Biji Karet. Laboratorium Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Acker, 1971. Animal Science and Industry. Prentice Hall Englewood Cliffs. New Jersey.
- Achmanu, Z., 1992. Pengaruh Faktor Intrinsik dan Ekstrinsik Terhadap Nilai Energi Metabolis Bahan Makanan dan Aplikasinya Dalam Ransum Itik. Disertasi. Pasca Sarjana Universitas Padjadjaran. Bandung
- Aminuddin, 1984. Ilmu Nutrisi dan Bahan Makanan Ternak. Sumber Swadaya. Jakarta.
- Anggorodi, R., 1984. Ilmu Makanan Ternak. Gramedia. Jakarta.
- Anggorodi, R., 1985. Kemajuan Mutakhir dalam Ilmu Makanan Ternak Unggas. UI Press. Jakarta.
- Aritonang, D., 1986. Kemungkinan pemanfaatan biji karet dalam ransum makanan ternak. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian 3 : 73 - 78.
- Banea-Mayambu, J-P., 1997. Dietary Exposure to Cyanogens from Cassava. A Challenge for Prevention in Zaire. Acta Universitatis Upsaliensis. Comprehensive Summmaries of Uppsala Dissertations from Faculty of Medicine. Uppsala.
- Biro Pusat Statistik, 1990. Statistik Indonesia. Biro Pusat Statistik. Jakarta.
- Bistner, I.S. and W.R. Kirk, 1975. Handbook of Veterinary Procedures and Emergency Treatment. 2<sup>nd</sup> Edition. W.B. Saunders Company. Philadelphia.
- Bondi, A.A., 1987. Animal Nutrition. John Wiley & Sons. Leichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore.



- Boorman, K.N. and A.D. Burgess. 1986. Responses to amino acids. In : Nutrient Requirement of Poultry Nutritional Research. Poult. Sci. Symposium. Butterworths, Borough Green. England.
- Bourdoux, P., P. Seghers, M. Mafuta, J. Vanderpas, M. Ermans, M. Vanderpasrivera and F. Delange, 1983. Traditional cassava detoxification processes and nutrition education in Zeire. In : Abstract on Cassava (*Manihot esculenta crantz*). Cassava Information Center. CIAT 9 : 54 - 55.
- Cliff, J., P. Lundquist, J. Martensson, H. Rosling, and B. Sorbo, 1985. Association of high cyanide and low sulphur intake in cassava-induced *spastic paraparesis*. *Lancet* 2 : 1211-1213.
- Conn, E.E., 1973. *Cyanogenic glucosides* their accurance, byosynthesis and function. In : Chronic Cassava Toxicity. Proceedings of an interdisciplinary workshop, London, England 29 - 30 January 1973. Editor Barry Nestel and Reginald MacIntyre. IDRC 010e. p. 139 - 145.
- Cotton, F.A., and G. Wilkinson, 1989. Kimia Anorganik Dasar. Terjemahan. UI Press. Jakarta.
- Damayanti, M., 1973. Penggunaan Biji Karet dan Bungkilnya dalam Ransum Anak Babi. Karya Ilmiah. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Dawiesah., S.I., 1981. Kandungan Siano Goitrogenic (tiosianat dan senyawa yang dapat dijadikan tiosianat) dalam Berbagai Makanan. Proyek PPT. UGM tahun 1981 - 1982. No. 72. Fakultas Kedokteran UGM. Yogyakarta.
- Devendra, C., 1981. Non Conventional Feed Resources in Asia and The Far East. FAO APHCA Publication Food and Agricultural Organization of The United Nations. Bangkok.
- Dharma, A., 1990. Ilmu Penyakit Dalam. Penerbit E.G.C. Jakarta.
- Djaeni, A.S., 1991. Ilmu Gizi. Dian Rakyat. Jakarta.
- Evelyn, C.P., 1991. Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis. Penerbit PT. Gramedia. Jakarta.
- Falkensson, M., P. Lundquist, H. Rosling, and B. Sorbo, 1988. A simple method for determination of plasma thiocyanate. *Ann. Clin. Biochem.* 25 : 422-423.

- Fandson, R.D., 1992. *Anatomi dan Fisiologi Ternak*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Finco, D.R., 1989. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 4<sup>ed</sup> Ed. Academic Press. Inc. New York.
- Forbes, J.M., 1986. *The Voluntary Food Intake of Farm Animals*. Butterworth. London.
- Gan, S., B. Suharto, U. Sjamsudin, R. Setiabudy, A. Setiawati dan V.H.S. Gan, 1981. *Farmakologi dan Terapi*. Bagian Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Jakarta.
- Ganong, W.F., 1979. *Fisiologi Kedokteran, Terjemahan Review of medical physiology*. CV. EGC. Jakarta.
- Georgievskii, V.I., B.N. Annenkov and V.T. Samokhin, 1982. *Mineral Nutrition of Animals*. Butterworths. London, Boston, Sydney, Durban, Wellington and Toronto.
- Girindra, A., 1990. *Biokimia I*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Goodman, L.S. and A. Gilman. 1960. *The Pharmacological Basic of Therapoutie*, 2<sup>nd</sup> Ed. The MacMillan C. New York.
- Gohl, B., 1981. *Tropical Feeds. Feed Information Summaries and Nutritive Value*. FAO-UN. Bangkok.
- Grodsky, G.M., 1984. Sifat umum hormon. *In* : *Biokimia, Terjemahan Harper's Review of Biochemistry*, 19<sup>th</sup> Ed. CV. EGC. Jakarta. hal. 533 - 540.
- Guyton, A.C., 1983. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Edisi ketujuh. Penerbit Buku Kedokteran. Universitas Indonesia E.G.C. Jakarta.
- Hardjosuwito, B. dan A. Hoesnan, 1976. Minyak biji karet, analisis dan kemungkinan penggunaannya. *Menara Perkebunan*. 44 : 255 - 259.
- Hardjasmita, P., 1997. *Ikhtisar Biokimia Dasar B*. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Jakarta.
- Haris, S.R. dan E. Karmas, 1989. *Evaluasi Gizi pada Pengolahan Bahan Pangan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Harper, H.A., V.M. Rodwell and P.A. Mayer., 1973. *Review of Physiology Chemistry*. 17<sup>th</sup>Ed. Large Medical Publication. Los Altos. California.

- Hart, H., 1987. Kimia Organik. Edisi keenam. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Haryati, T., 1984. Ekstraksi Minyak Biji Karet dan Pemurniannya. Balai Penelitian Perkebunan Bogor. Bogor.
- Indarto, P., 1989. Beternak Unggas Berhasil. CV. Armico. Bandung.
- Ismadi, S.D., 1988. Kerja Hormon pada Metabolisme Nutrien. Proyek Peningkatan/Pengembangan Perguruan Tinggi Universitas Gadjah Mada. PAU Pangan dan Gizi. Yogyakarta.
- Jull, A.M., 1979. Poultry Husbandry. 3rd Ed. Mc Graw Hill Book Company. New York.
- Jungeirs, C.L. and J. Carneiro, 1980. Basic Histology. Large Medical Publication. Altos California.
- Karrosi, A.T., T. Dhalika, H. Burhanudin, A. Zulfikar dan R. Budiastuti, 1985. Penggunaan bungkil biji karet untuk bahan pakan ayam. Proseding Seminar Peternakan dan Forum Peternakan Unggas dan Aneka Ternak. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Bogor.
- Kimball, J.W., 1988. Biologi Umum. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- King, A.S., 1975. Aves urogenital system. *In* : The anatomy of the domestic animal. Editor Robert, G.D.V.M. 5th Ed. W.B. Saunders Co. Philadelphia, London, Toronto.
- Kristiarti, 1988. Penggunaan Tepung Daun Ubi Kayu Dalam Ransum Ayam Pedaging Pengaruhnya Terhadap Pemanfaatan Zat Makanan. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Lehninger, A.L., 1988. Dasar-dasar Biokimia Jilid I. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Lloyd, L.E., B.E. Mc Donnald and E.W. Crampton, 1978. Fundamentals of Nutritions. 2nd Ed. W.H. Freeman and Company. San Fransisco.
- Lubis, J., 1989. Pengaruh Tingkat Pemberian Inti Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) sebagai Makanan Tambahan Terhadap Pertumbuhan Ternak Domba.
- Lundquist, P., Backman-Gullers B., Kadegal B., Nilsson L., and H. Rosling, 1993. Fluorometric determination of cyanate in plasma by conversion to

- 2,4(1H,3H)-quinazolinedione and separation by high-performance liquid chromatography. *Anal. Biochem.* 211 : 23-27.
- Lundquist, P., Rosling H., and B. Sorbo, 1985. Determination of cyanide in whole blood, erythrocytes, and plasma. *Clin. Chem.* 31 : 591-595.
- Marita, 1988. Penentuan Daya Ikat Fero Sulfat terhadap Sianida secara Biologis. Karya Ilmiah. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Martoharsono, S., 1990. Biokimia Jilid 2. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Matram, B., 1984. Respon itik Bali terhadap pembatasan energi. Proseding Seminar Peternakan dan Forum Peternakan Unggas dan Aneka Ternak. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Bogor.
- Mayer, J., 1953. Glucostatic Mechanism of Regulation of Food Intake. New England.
- Mayes, P.A., 1984. Pencernaan dan absorpsi dari traktus gastrointestinal. *In* : Biokimia, terjemahan Harper's Review of biochemistry, 19th Ed. CV EGC. Jakarta. hal. 611 - 624.
- McLelland, J., 1975. Aves Digestive System. *In* : The Anatomy of Domestic Animals. Editor Robert, G.D.V.M. 5th Ed. W.B. Saunders Co. Philadelphia, London, Toronto. pp. : 1857 - 1882.
- McNab, J.M., and C. Fisher., 1981. The Choice Between Apparent and True Metabolizable Energy System-Recent Evidence. Proc.3<sup>rd</sup>. European Symp. Poultr. Nutr. Peebles. U.K. pp.45-55.
- Montgomery, R.D., 1980. Cyanogens. *In* : Toxic Constituents of Plant Foodstuffs. Editor Irvin E. Liener. 2nd Ed. Academic Press. New York, London, Toronto, Sydney dan San Fransisco. pp. 143 - 160.
- Muchtadi, T.R., Purwiyanto dan A. Basuki, 1988. Teknologi Pemasakan Ekstrusi. Pusat Antar Universitas IPB. Bogor.
- Muliawan, M., 1979. Biokimia. CV. Penerbit Buku Kedokteran E.G.C. Jakarta.
- Munasik, 1995. Asam Sianida. Makalah Seminar. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Murtidjo, B.A., 1980. Pedoman Mengelola Itik. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

- Narahari, D. and P. Kothandaraman, 1983. Chemical composition and nutrition value of para-rubber seed and its production for chickens. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 10 : 257 - 267.
- Narahari, D., K. Venugopal and P. Kothandaraman, 1984. Studies on the utilisation of rubber kernel oil meal in chick starter diets. *Ind. Jour. of Poultry Sci.* 19 : 251-255.
- Narahari, D., K. Venugopal and P. Kothandaraman, 1984. Studies on the utilisation of rubber kernel oil meal in White Leghorn breeder diets. *Ind. Jour. of Poultry Sci.* 21 : 5-10.
- Nartey, F., 1973. Biosynthesis of cyanogenic glucosides in cassava (*Manihot spp*). *In* : Chronic Cassava Toxicity. Proceedings of an interdisciplinary workshop, London, England 29 - 30 January 1973. Editor Barry Nestel and Reginald MacIntyre. IDRC 010e. pp. 97 - 104.
- National Academy of Sciences, 1984. Nutrient Requirements of Poultry. 8th Ed. National Academy of Sciences. Washington DC.
- Nazaruddin dan F.B. Paimin. 1992. Karet, Strategi Pemasaran Tahun 2000 Budidaya dan Pengolahan. Penebar Swadaya. Jakarta.
- North, M.O., 1976. Commercial Chicken Production Manual Poultry Management Consultant. The Avi Publishing Company. California.
- Oke, O.L., 1973. The mode of cyanide detoxication. *In* : Chronic Cassava Toxicity. Proceedings of an interdisciplinary workshop, London, England 29 30 January 1973. Editor Barry Nestel and Reginald MacIntyre. IDRC 010e. pp. 105 - 138.
- Ong, H.K. and S.W. Yeong, 1977. Prospects for the use of rubber seed meal for feeding pigs and poultry. *In* : Feedingstuffs for livestock in South East Asia. Editor Davendra, C. and R.I. Hutagalung. Malaysian Society of Animal Production. pp. 337 - 344.
- Panan, A., C.K. Venugopalan and A.K.K. Unni, 1978. Feeding value of rubber seed meal for laying hens. *Ind. Jour. of Poultry Sci.* 13 : 139-143.
- Parakkasi, A., 1983. Ilmu Gizi dan Makanan Ternak Monogastrik. Angkasa. Bandung.
- Peni, H.S., 1988. Kimia Organik. Institut Teknologi Bandung. Bandung.

- Prawirokusumo, S., 1994. Ilmu Gizi Komparatif. BPFE. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Purnomo dan Adiono, 1987. Ilmu Pangan. UI Press. Jakarta.
- Purseglove, J.W., 1968. Tropical Corp Dicotyledons I. Longman Green and Co. Ltd. London dan Harlow.
- Rahayu, 1989. Mikrobiologi Pangan. PAU Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Rajaguru, A.S.B. and S.G.D. Wettimuny, 1973. Rubber seed meal as a protein suplement in poultry feeding. Rubber Res. Inst. Srilanka Bull. 8 : 46 - 54.
- Rasyaf, M., 1981. Beternak Itik. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Ressang, A.A., 1984. Patology Khusus Veteriner. Edisi ke-2. Team Kadar IFAD Project. Bali Cattle Investigation Unit. Denpasar.
- Santoso, U., 1989. Limbah, Bahan Ransum Unggas Yang Rasional. PT. Bhratara Karya Aksara. Jakarta.
- Sibbald, I.R., and P.M. Morse., 1983. The effect of feed input and exreta collection time on estimates of metabolic plus endogenous energy losses in bioassay for the true metabolizable energy. Poultry Sci.62:68-76.
- Siregar, A.P., M. Sabrani dan S. Pramu, 1982. Teknik Beternak Ayam Pedaging di Indonesia. Margie group. Jakarta.
- Soeharsono, 1976. Respon Broiler Terhadap Berbagai Kondisi Lingkungan. Disertasi. Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Soejono, B., 1988. Anatomi dan Fisiologi Manusia. Pendidikan Biologi. FPMIPA IKIP Malang. Malang.
- Soeparno, 1992. Ilmu dan Teknologi Daging. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sosoamidjojo, S. dan Soeradji, 1978. Peternakan Umum. Penerbit CV. Yasaguna. Jakarta.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie, 1981. Principle and Procedure of Statistics, a Biometrical Approach. 2nd Ed. Mac Graw-Hill International Book Co. Singapore.

- Stosic, D.D. and J.M. Kaykay, 1981. Rubber seed animal feed in Liberia. *World Animal Review* (FAO). 39 : 29 - 39.
- Sturkie, P.D., 1976. *Avian Physiology*. Springer-Vetlag. Berlin.
- Sudaryanto, B., 1990. Biomas ubi kayu sebagai pakan ternak. *Prosiding Seminar Industri Pertanian*. hal. 615 - 626.
- Suhardjo dan Kusharto, 1992. *Prinsip-prinsip Ilmu Gizi*. Penerbit Kanisius. Kerjasama PAU Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Sukardi dan Riswantiyah. 1986. *Seleksi Unggas dan Prosesing*. Fakultas Peternakan Universitas Jendral Soedirman. Purwokerto.
- Sukmaraga, H. dan Siswanto, 1981. *Kursus Manual Produksi Domba dan Kambing di Daerah Tropika (A Course Manual in Tropical Sheep and Goat Production)*. Universitas Brawijaya. Malang
- Summers, J.D., and S. Leeson., 1985. Broiler carcass composition as affected by amino acid supplementation. *Can. J. Anim. Sci.* 65:717-723.
- Suprizal, A., 1989. *Pemanfaatan Bungkil Biji Karet Terhadap Ayam Persilangan F-1 dengan Berbagai Level Pemberian*. Karya Ilmiah. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Surisdiarto dan Koentjoko, 1990. *Ilmu Makanan Ternak Khusus Non Ruminansia*. Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Malang.
- Sutardi, T., 1980. *Landasan Ilmu Nutrisi*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Suyitno, Haryadi, Supriyanto, G. Haryanto, A.D. Guritno dan W. Supartono, 1989. *Petunjuk Laboratorium Rekayasa Pangan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Swain, T., 1963. *Chemical Plant Taxonomy*. Academic Press. London and New York.
- Tewe, O.O. and E. Pessu. 1980. Performance and nutrient utilization in growing pigs feed cassava meal ration containing different cyanide levels. In : *Abstract on Cassava (Manihot esculenta Crantz)*. Cassava Information Center. CIAT 9 : 54-55.

- Tillman, A.D., H. Hartadi, S. Reksohadiprojo, S. Prawirokusumo dan S. Lebdosukojo, 1984. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Toh, K.S. and S.K. Chia, 1977. Nutritional value of rubber seed meal in livestock. *In* : Feedingstuffs for livestock in South East Asia. Editor Davendra, C. and R.I. Hutagalung. Malaysian Society of Animal Production. pp. 345 - 351.
- Tranggono, 1988. Biokimia dan Fisiologi Karbohidrat. PAU Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Vogt, H., 1966. The use of tapioca meal in poultry ration. *J. World's Poult. Sci.* 22 : 122 - 125.
- Wahju, J., 1988. Ilmu Nutrisi Unggas. UGM-Press. Yogyakarta.
- Walker, J., 1981. Zoologi Umum. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Wanasuria, S., 1992. Short time high temperature. *Poultry Indonesia* 154 : 12-16.
- Wildan, Y., 1990. Biologi Modern : Histologi. Penerbit Tarsito. Bandung.
- Winter, A.R. and E.M. Funk, 1960. *Poultry Science and Practice*. 5<sup>th</sup> Ed. J.B. Lippincott Co. Chicago, Philadelphia dan New York.
- Wirahadikusuma, M., 1990. *Metabolisme Karbohidrat*. Jilid II. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Zuheid, N., 1990. *Biokimia Nutrisi*. PAU Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.



# LAMPIRAN

**Lampiran 1a. Cara pengamatan kandungan bahan kering****a. Bahan dan alat :**

1. Bungkil biji karet
2. Cawan porselin
3. Oven
4. Eksikator
5. Penjepit
6. Timbangan analitis Sartorius

**b. Cara kerja**

1. Cawan porselin diambil dan dimasukkan dalam oven dengan suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama satu jam
2. Setelah satu jam, cawan diambil dan dimasukkan kedalam eksikator dengan menggunakan penjepit selama satu jam. Setelah satu jam, cawan ditimbang dengan teliti (berat a gram).
3. Sampel ditimbang lebih kurang 5 gram (berat b gram) dengan teliti lalu dimasukkan ke dalam cawan. Selanjutnya cawan yang berisi sampel dimasukkan ke dalam oven  $105^{\circ}\text{C}$  selama empat jam.
4. Cawan diambil dan dimasukkan ke dalam eksikator selama satu jam dan setelah itu ditimbang dengan teliti (berat = c gram).

**c. Perhitungan**

$$\text{Kandungan bahan kering (BK)} = \frac{c - a}{b} \times 100\%$$

Keterangan :

a = berat cawan setelah dioven

b = berat sampel sebelum dioven

c = berat sampel + cawan setelah dioven

**Lampiran 1b. Cara pengamatan kandungan abu****a. Bahan dan alat**

1. Bungkil biji karet
2. Cawan porselin
3. Tanur (550°C sampai dengan 600°C)
4. Eksikator
5. Penjepit
6. Timbangan analitis Sartorius

**b. Cara kerja**

1. Cawan porselin diambil dan dimasukkan ke dalam tanur (600°C) selama satu jam).
2. Cawan porselin kemudian dimasukkan dengan penjepit ke dalam eksikator selama satu jam, kemudian ditimbang dengan teliti ( berat = a gram).
3. Sampel ditimbang (berat = b gram) dengan teliti, kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselin, setelah itu dimasukkan ke dalam tanur (600°C) sampai

sampel berwarna putih atau menjadi abu selama empat jam.

4. Setelah empat jam, cawan porselin diambil dan dimasukkan eksikator selama satu jam kemudian ditimbang dengan teliti (berat = c gram).

**c. Perhitungan**

$$\text{Kadar abu} = \frac{c - a}{b} \times 100\%$$

Keterangan :

a = berat cawan porselin

b = berat sampel

c = cawan porselin + sampel setelah dioven

**Lampiran 1c. Cara pengamatan kandungan protein kasar dengan metode Kjeldal**

**a. Bahan dan alat :**

- a. Bungkil biji karet
- b. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat
- c. Tablet Kjeldahl
- d. Zn
- e. NaOH 45%
- f. HCl 0,1 N
- g. NaOH 0,1 N
- h. Aquades
- i. Phenolphetialin 1%
- j. Labu Kjeldahl

- k. Labu Erlenmeyer
- l. Gelas ukur 5, 25 dan 50 ml
- m. Buret
- n. Corong
- o. Pipet volume 5, 10, dan 25 ml
- p. Alat destruksi dan destilasi

**b. Cara kerja**

1. Mengambil bahan yang telah dihaluskan sebanyak 0,2 sampai dengan 0,5 g dan memasukan kedalam labu kjeldal kapasitas 50 ml.
2. Menambah 5 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat dan menambah lagi 0,5 sampai dengan 2 g tablet Kjeldahl sebagai katalisator.
3. Dipanaskan dalam ruang asam sampai jernih kehijauan.
4. Setelah dingin ditambahkan aquades 50 ml, Zn sebanyak 1 gram dan ditambahkan 25 ml dan NaOH 45% hingga bersifat basa.
5. Dilakukan destilasi dan menampung destilat dalam erlenmeyer yang telah diberi HCl 0,1 N sebanyak 25 ml dan beberapa tetes phenolphetialin 1%.
6. Menghentikan destilasi hingga volume erlenmeyer 60 ml.
7. Dilakukan titrasi dengan larutan NaOH 0,1 N hingga warna pink tidak pudar.

**c. Perhitungan**

$$\% N = \frac{(\text{ml NaOH blangko} - \text{ml NaOH contoh}) \times N \text{ NaOH} \times 14,008}{\text{g bahan} \times 10}$$

$\% \text{ Protein} = \% \text{ N} \times \text{faktor koreksi}$

(Sudarmadji, Haryono dan Suhardi, 1984).

#### **Lampiran 1d. Cara pengamatan kandungan lemak kasar dengan Soxhlet**

##### **a. Bahan dan alat**

1. Bungkil biji karet
2. Kertas saring
3. Petroleum ether
4. Aquades
5. Tabung ekstraksi soxhlet
6. Kondensor
7. Tabung destilasi soxhlet
8. Botol timbang
9. Pemanas air
10. Oven
11. Timbangan analitis Sartorius

##### **b. Cara kerja**

1. Menimbang 2 gram bahan yang telah dihaluskan dan memasukkannya kedalam tabung ekstraksi soxhlet dalam timble.
2. Mengalirkan air pendingin melalui kondensor.

3. Memasang tabung ekstraksi pada alat destilasi soxhlet dengan pelarut petroleum ether selama 4 jam. Kemudian mengaduk residu dalam tabung ekstraksi dan ekstraksi dilanjutkan lagi selama 2 jam dengan pelarut yang sama.
4. Memindahkan petroleum ether yang telah mengandung ekstraksi lemak kedalam botol timbang yang bersih yang telah ditimbang beratnya, kemudian menguapkan dengan pemanas air sampai agak pekat.
5. Meneruskan pengeringan dalam oven 105°C sampai konstan.
6. Menimbang residu dalam botol dan dinyatakan sebagai berat lemak.  
(Sudarmadji, Haryono dan Suhardi, 1984).

### **Lampiran 1e. Cara pengamatan kandungan serat kasar**

#### **a. Bahan dan alat :**

1. Bungkil biji karet
2. Anti foam
3.  $H_2SO_4$  0,255 N
4. Kertas saring
5. Aquades
6. NaOH 0,313 N
7.  $K_2SO_4$  10%
8. Alkohol 95%

9. Erlenmeyer 600 ml
10. Pendingin balik
11. Pemanas
12. Spatula
13. Oven
14. Eksikator
15. Timbangan analitis Sartorius

**b. Cara kerja :**

1. Bahan ditimbang sebanyak 2 gram (bahan kering) dan diekstraksi lemaknya dengan soxhlet, jika bahan mengandung lemak
2. Bahan dipindahkan kedalam erlenmeyer 600 ml ditambah tiga tetes anti foam
3. Ditambahkan 200 ml larutan  $H_2SO_4$  0,255 N mendidih dan ditutup dengan pendingin balik. Dididihkan selama 30 menit dengan kadang kala digoyang-goyangkan.
4. Suspensi disaring melalui kertas saring dan residu yang tertinggal dalam erlenmeyer dicuci dengan aquades mendidih sampai air cucian tidak bersifat asam.
5. Residu dipindahkan secara kuantitatif dari kertas saring kedalam erlenmeyer kembali dengan spatula dan sisanya dicuci dengan larutan NaOH 0,313 N mendidih sebanyak 200 ml sampai semua residu masuk ke dalam



- erlenmeyer. Kemudian dididihkan dengan pendingin balik sambil digoyang-goyangkan kurang lebih 30 menit.
6. Residu disaring melalui kertas saring kering yang diketahui beratnya sambil dicuci dengan larutan  $K_2SO_4$  10%. Kemudian dicuci dengan aquades mendidih dan selanjutnya dengan alkohol 95% sebanyak 15 ml.
  7. Kertas saring dikeringkan dengan isinya pada suhu  $110^\circ C$  sampai berat konstan (1 sampai dengan 2 jam) dan selanjutnya didinginkan dalam eksikator dan ditimbang.
  8. Berat residu = berat serat kasar.

## Lampiran 2. Cara pengamatan kandungan sianida

### a. Bahan dan alat :

1. Bungkil biji karet
2. Aquades
3. NaOH 2,5%
4.  $NH_4OH$
5. KI 5%
6.  $AgNO_3$  0,02 N
7. Karbon hitam
8. Timbangan analitis Sartorius
9. Labu Kjeldahl

10. Steam destilation

11. Alat titrasi

12. Erlenmeyer

**b. Cara kerja :**

Metode analisa yang digunakan untuk mengetahui kadar sianida secara kuantitatif adalah sebagai berikut :

1. Menimbang 10 sampai dengan 20 gram contoh yang sudah ditumbuk halus, menambahkan 100 ml aquades dalam labu kjeldal dan dimaserasikan (direndam) selama 2 jam.
2. Menambahkan lagi 100 ml aquades dan didestilasi dengan uap (steam destilation). Destilat ditampung dalam erlenmeyer yang sudah diisi dengan 20 ml NaOH 2,5%.
3. Setelah destilat mencapai 150 ml, destilasi dihentikan. Kemudian kelebihan ditambahkan 8 ml  $\text{NH}_4\text{OH}$ , 5 ml KI 5% dan dititrasi dengan  $\text{AgNO}_3$  0,02 N sampai terjadi kekeruhan (kekeruhan ini akan tampak apabila dibawah erlenmeyer diletakkan kertas karbon hitam).

**c. Perhitungan :**

$$\text{Sianida} = \frac{\text{ml titrasi (blanko - contoh)}}{\text{titrasi blanko}} \times 20 \times n \text{ AgNO}_3 / 0,02 \times 0,54 \text{ ml}$$

(Sudarmadji, Haryono dan Suhardi, 1984).

### **Lampiran 3. Cara pengamatan energi metabolis semu**

#### **a. Cara pengamatan di kandang metabolis**

1. Ayam jantan dewasa yang sehat dipilih dan dikandangkan secara individu sebanyak 24 ekor, dengan rincian untuk 4 perlakuan dan 6 ulangan untuk pengujian bungkil biji karet.
2. Ayam-ayam tersebut dipuasakan selama 24 jam untuk mengosongkan saluran pencernaannya, tetapi diberi air minum secara bebas.
3. Bungkil biji karet yang hendak diuji ditimbang sebanyak 40 gram dan dimasukkan langsung kedalam tembolok dengan alat suntikan ataupun selang (tunnel and plunger) yang dapat memaksakan semua pakan masuk kedalam tembolok.
4. Ekskreta dari ayam yang diberi pakan kemudian dikumpulkan selama 24 jam.
5. Ekskreta tersebut kemudian dibekukan, dikeringkan dan selanjutnya dianalisa kadar nitrogennya (dapat dilihat pada lampiran 1c) dan energi.

#### **b. Cara pengamatan kandungan energi di laboratorium**

##### **1. Bahan dan alat**

- a. Ekskreta hasil dari pengamatan di kandang metabolis
- b. Aquades
- c. Oksigen
- d. Larutan NaOH 0,1 N
- e. Indikator methylred

- f. Kain pembersih dan kertas tissue
- g. Bom kalorimeter
- h. Alat pembuat pellet
- i. Timbangan analitis Sartorius
- j. Pinset
- k. Gunting
- l. Beaker glass 80 ml
- m. Crucible
- n. Buret 1 ml
- o. Kawat penghubung
- p. Stirrer yang dihubungkan dengan stabilisator
- q. Unit pembakar
- r. Timer

## 2. Cara kerja

- a. Sampel ditimbang dengan berat kurang lebih 1 gram dan dibuat pellet.
- b. Kawat ditimbang (dengan panjang berkisar 7 sampai 10 cm)
- c. Pembuatan pellet dilakukan dengan kawat terselip di dalam kapsul (crucible).
- d. Ujung-ujung kawat dipasang berhubungan dengan bom, dengan catatan pemasangan kawat tidak boleh menyentuh dinding kapsul.
- e. Air ditimbang sebanyak 2.000 gram dan dimasukkan ke dalam tabung.



- f. Bom diisi dengan 1 ml aquades.
- g. Bom yang sudah berisi contoh kemudian ditutup rapat.
- h. Mula-mula bom diisi dengan 5 atm  $O_2$ , kemudian dikeluarkan lagi dengan perlahan. Bom yang bersih dari gas-gas selain  $O_2$  selanjutnya diisi kembali dengan 25 sampai dengan 30 atm  $O_2$ .
- i. Bom dimasukkan ke dalam tabung (bucket) yang telah berisi air 2.000 gram.
- j. Aliran listrik dihubungkan ke dalam bom.
- k. Tabung (bucket) dimasukkan ke dalam jacket dan ditutup.
- l. Stirrer dipasang dan dihidupkan dengan aliran listrik.
- m. Suhu dicatat selama 5 menit, diperiksa tiap-tiap menit sampai suhu pada termometer menjadi konstan.
- n. Suhu awal dicatat setelah 5 menit dan tombol pembakar ditekan.
- o. Suhu akhir dicatat setelah 10 menit, dan diperiksa tiap-tiap menit.
- p. Aliran listrik dimatikan.
- q. Tutup jacket dibuka dan bom kalorimeter dibuka.
- r. Oksigen dikeluarkan dari bom secara perlahan selama kira-kira 1 menit.
- s. Sisa kawat yang melekat dilepas dan ditimbang dengan teliti.
- t. Bagian dalam bom dan kapsul dicuci dengan aquades dan air cucian ditampung dalam beaker glass kapasitas 100 ml. Jumlah larutan cucian lebih kurang 60 ml.

- u. Ditambahkan indikator methyl red 3 tetes.
- v. Dititrasi dengan NaOH 0,1 N.
- w. Jumlah ml NaOH 0,1 N yang diperlukan dicatat sampai terjadi perubahan warna.

### 3. Perhitungan :

$$\text{Energi bruto} = \frac{(^{\circ}\text{F})(W) - 13,8 (\text{ml NaOH})(N) - \text{Kawat} (1400)}{\text{Berat sampel (gram)}}$$

$$= \text{kal/gram}$$

Keterangan :

- t = kenaikan suhu ( $^{\circ}\text{F}$ )
- W = Nilai kesetaraan panas air bom
- N = Normalitas NaOH
- Kawat = Berat sisa kawat yang digunakan
- 1400 = Nilai energi kawat (kal/gram)

### c. Perhitungan kandungan energi metabolis semu terkoreksi nitrogen

$$\text{AMEn} = (\text{IE} - (\text{FEn} + \text{UEn}) \text{ fed})$$

Keterangan :

- AMEn = Energi metabolis yang telah dikoreksi dengan keseimbangan nitrogen.
- IE = Energi bruto dari 1 kg bahan pakan yang dikonsumsi (kcal/kg).
- (FEn + UEn) fed = Energi dari 1 kg ekskreta pada ayam yang tidak diberi pakan (dipuaskan selama 24 jam kemudian diberi pakan dan ekskretanya ditampung selama 24 jam) dengan memakai koreksi nitrogen (kcal/kg), dimana ini dapat (FEn + UEn) diperoleh dengan :

$$(\text{FEn} + \text{UEn}) = (\text{FE} + \text{UE}) - \text{IN} - (\text{FN} + \text{UN}) * 8,73$$

Keterangan :

- (FE + UE) = Energi total dari 1 kg ekskreta (kcal/kg)
- IN = Jumlah nitrogen dalam 1 kg bahan pakan yang dikonsumsi (gram)

(FN + UN) = Jumlah nitrogen dalam 1 kg ekskreta (gram)  
 8,73 = Jumlah energi bruto nitrogen per gram (cal/gram)

#### Lampiran 4. Cara pengamatan kandungan energi metabolis sejati

##### a. Cara pengamatan di kandang metabolis

1. Ayam jantan dewasa yang sehat dipilih dan dikandangkan secara individu sebanyak 30 ekor, dengan rincian untuk 4 perlakuan dan 6 ulangan untuk pengujian bungkil biji karet dan khusus 6 ekor ayam untuk tetap dipuasakan tanpa diberi pakan.
2. Ayam-ayam tersebut dipuasakan selama 24 jam untuk mengosongkan saluran pencernaannya, tetapi diberi air minum secara bebas.
3. Bungkil biji karet yang hendak diuji ditimbang sebanyak 40 gram dan dimasukkan langsung kedalam tembolok dengan alat suntikan ataupun selang (tunnel and plunger) yang dapat memaksakan semua pakan masuk kedalam tembolok.
4. Sejumlah 6 ekor ayam lainnya tetap dipuasakan.
5. Ekskreta dari ayam yang diberi pakan maupun yang dipuasakan kemudian dikumpulkan selama 24 jam.
6. Ekskreta tersebut kemudian dibekukan, dikeringkan dan selanjutnya dianalisa kadar nitrogennya (dapat dilihat pada lampiran 1c) dan energi.

**b. Cara pengamatan kandungan energi di laboratorium****1. Bahan dan alat**

- a. Ekskreta hasil dari pengamatan di kandang metabolis
- b. Aquades
- c. Oksigen
- d. Larutan NaOH 0,1 N
- e. Indikator methylred
- f. Kain pembersih dan kertas tissue
- g. Bom kalorimeter
- h. Alat pembuat pellet
- i. Timbangan analitis Sartorius
- j. Pinset
- k. Gunting
- l. Beaker glass 80 ml
- m. Crucible
- n. Buret 1 ml
- o. Kawat penghubung
- p. Stirrer yang dihubungkan dengan stabilisator
- q. Unit pembakar
- r. Timer



## 2. Cara kerja

- a. Sampel ditimbang dengan berat kurang lebih 1 gram dan dibuat pellet.
- b. Kawat ditimbang (dengan panjang berkisar 7 sampai 10 cm)
- c. Pembuatan pellet dilakukan dengan kawat terselip di dalam kapsul (cricible).
- d. Ujung-ujung kawat dipasang berhubungan dengan bom, dengan catatan pemasangan kawat tidak boleh menyentuh dinding kapsul.
- e. Air ditimbang sebanyak 2.000 gram dan dimasukkan ke dalam tabung.
- f. Bom diisi dengan 1 ml aquades.
- g. Bom yang sudah berisi contoh kemudian ditutup rapat.
- h. Mula-mula bom diisi dengan 5 atm  $O_2$ , kemudian dikeluarkan lagi dengan perlahan. Bom yang bersih dari gas-gas selain  $O_2$  selanjutnya diisi kembali dengan 25 sampai dengan 30 atm  $O_2$ .
- i. Bom dimasukkan ke dalam tabung (bucket) yang telah berisi air 2.000 gram.
- j. Aliran listrik dihubungkan ke dalam bom.
- k. Tabung (bucket) dimasukkan ke dalam jacket dan ditutup.
- l. Stirrer dipasang dan dihidupkan dengan aliran listrik.
- m. Suhu dicatat selama 5 menit, diperiksa tiap-tiap menit sampai suhu pada termometer menjadi konstan.
- n. Suhu awal dicatat setelah 5 menit dan tombol pembakar ditekan.

- o. Suhu akhir dicatat setelah 10 menit, dan diperiksa tiap-tiap menit.
- p. Aliran listrik dimatikan.
- q. Tutup jacket dibuka dan bom kalorimeter dibuka.
- r. Oksigen dikeluarkan dari bom secara perlahan selama kira-kira 1 menit.
- s. Sisa kawat yang melekat dilepas dan ditimbang dengan teliti.
- t. Bagian dalam bom dan kapsul dicuci dengan aquades dan air cucian ditampung dalam beaker glass kapasitas 100 ml. Jumlah larutan cucian lebih kurang 60 ml.
- u. Ditambahkan indikator methyl red 3 tetes.
- v. Dititrasi dengan NaOH 0,1 N.
- w. Jumlah ml NaOH 0,1 N yang diperlukan dicatat sampai terjadi perubahan warna.

### 3. Perhitungan :

$$\text{Energi bruto} = \frac{(^{\circ}\text{F})(W) - 13,8 (\text{ml NaOH})(N) - \text{Kawat} (1400)}{\text{Berat sampel (gram)}}$$

$$= \text{kal/gram}$$

Keterangan :

t	= kenaikan suhu ( $^{\circ}\text{F}$ )
W	= Nilai kesetaraan panas air bom
N	= Normalitas NaOH
Kawat	= Berat sisa kawat yang digunakan
1400	= Nilai energi kawat (kal/gram)

### c. Perhitungan kandungan energi metabolis sejati terkoreksi nitrogen :

$$\text{TMEn} = (\text{IE} - (\text{FEn} + \text{UEn})_{\text{fed}}) + (\text{FEn} + \text{UEn})_{\text{unfed}}$$

Keterangan :

- TMEn = Energi metabolis yang telah dikurangi energi endogen dalam ekskreta yang dikoreksi dengan keseimbangan nitrogen.
- IE = Energi bruto dari 1 kg bahan pakan yang dikonsumsi (kcal/kg).
- (FEn + UEn) fed = Energi dari 1 kg ekskreta pada ayam yang tidak diberi pakan (dipuaskan selama 24 jam kemudian diberi pakan dan ekskretanya ditampung selama 24 jam) dengan memakai koreksi nitrogen (kcal/kg).
- (FEn + UEn) unfed = Energi dari 1 kg ekskreta pada ayam yang tidak diberi pakan (dipuaskan selama 24 jam kemudian dipuaskan kembali selama 24 jam dan ekskretanya ditampung) dengan memakai koreksi nitrogen (kcal/kg), dimana (FEn + UEn) ini dapat diperoleh dengan :

$$(FEn + UEn) = (FE + UE) - IN - (FN + UN) * 8,73$$

Keterangan :

- (FE + UE) = Energi total dari 1 kg ekskreta (kcal/kg)
- IN = Jumlah nitrogen dalam 1 kg bahan pakan yang dikonsumsi (gram). Nilai IN = 0 untuk yang tidak diberi pakan.
- (FN + UN) = Jumlah nitrogen dalam 1 kg ekskreta (gram)
- 8,73 = Jumlah energi bruto nitrogen per gram (cal/gram)

## Lampiran 5. Cara pengamatan kandungan asam amino

### 1. Prosedur hidrolisis protein

- Ditimbang lebih kurang 1 mg protein sampel masuk tabung hidrolisa.
- Ditambahkan 1 ml HCl 6 N kedalam tabung tersebut dan divakum lebih kurang 1 menit.
- Tabung ditutup dan dioven selama 22 jam dengan suhu 110°C.
- Hasil hidrolisa diuapkan sampai kering dengan gas hidrogen.

**2. Prosedur analisis asam amino**

- a. Hasil hidrolisa (hidrolisat protein) dianalisa dengan instrumen analizer asam amino, dengan cara residu protein dilarutkan dalam 0,5 ml NaOH 0,01 N dan 1,5 ml HCl 0,02 N.
- a. Campuran diultrasonik lebih kurang 2 menit kemudian disaring dengan penyaring Whatman pp 25 berdiameter 0,2  $\mu\text{m}$  dan filtrat siap dianalisa.

**3. Prosedur untuk analisa triptofan**

- a. Untuk hidrolisis asam amino triptofan, larutan HCl 6 N diganti dengan asam methasulfonat 4 N 1 ml, selanjutnya dikerjakan seperti pada prosedur hidrolisis protein
- b. Bila mau dianalisa residu dibuat pH = 4 dengan NaOH 4 N, kemudian ditambah 0,02 N HCl sampai volume 2 ml, prosedur selanjutnya sama seperti diatas.

**4. Prosedur hidrolisis untuk penentuan sistein dan metionin**

- a. Sampel ditimbang sebanyak 2 mg.
- b. Ditambahkan 2 ml asam performat dan dibiarkan 4 sampai dengan 24 jam pada 0°C.
- c. Ditambahkan 0,3 ml 48% HBr.
- d. Diuapkan dengan nitrogen
- e. Residu ditambah 1 ml HCl 6 N dan selanjutnya seperti pada prosedur hidrolisis protein.

## 5. Perhitungan kadar sampel

$$\text{Kadar sampel} = \frac{\text{Luas area sampel} \times \text{konsentrasi standart} \times \text{B.M} \times 40 \times 100\%}{\text{Luas area standart} \times \text{berat sampel}}$$

## Lampiran 6. Cara pengamatan kandungan mineral

### 1. Cara penentuan kalsium

#### Cara kerja :

1. Sampel abu dilarutkan dalam HCl (1:4) dan semua abu yang terlarut dipindahkan ke dalam gelas piala.
2. Air yang terkandung diuapkan sampai pekat. Kemudian dipanaskan dalam penangas selama satu jam.
3. Residu yang telah kering dibasahi dengan 5 - 10 ml HCl pekat dan 50 ml aquades dan dipanaskan lagi dalam penangas air selama beberapa menit, kemudian disaring dengan kertas saring Whatman nomor 52.
4. Filtrat ditampung dengan labu ukur 200 ml. Endapan yang tertinggal dicuci dengan aquades. Air cucian dicampur dengan filtrat yang tertampung lewat kertas saring yang sama.
5. Filtrat dan hasil cucian tersebut diencerkan dengan aquades sampai tanda.
6. Filtrat dan hasil cucian diuapkan sehingga volumenya menjadi lebih kurang 50 ml, kemudian larutan dibuat sedikit alkalis dengan  $\text{NH}_4\text{OH}$  (1:4) dan sambil dipanaskan ditambahkan tetes demi tetes larutan amonium-oksalat jenuh sampai

terbentuk endapan Ca dan Mg-oksalat. Penambahan amonium-oksalat dibuat sedikit berlebihan.

7. Endapan tersebut dipanaskan sampai mendidih, didiamkan sehingga semua endapan mengendap. Dilakukan dekantasi bagian larutan yang jernih melalui kertas saring, dan dituangkan 15 - 20 ml aquades panas ke dalam endapan dalam gelas piala dan dilakukan dekantasi lagi. Endapan dalam gelas piala dilarutkan dengan beberapa tetes HCl pekat dan ditambahkan air.
8. Diulangi lagi pengendapan dengan membuat larutan sedikit alkalis dengan  $\text{NH}_4\text{OH}$  (1:9) dan ditambah 0,5 ml larutan amonium-oksalat jenuh. Disaring dengan kertas saring yang tadi, endapan dicuci dengan aquades panas sampai bebas klorida, dikeringkan endapan dan kertas saring dalam krus yang telah diketahui beratnya, dipijarkan dan ditimbang residu tersebut sebagai kalsium.

## 2. Cara penentuan fosfor.

### Cara kerja :

1. Contoh ditimbang dengan seksama sebanyak 1 - 2 gram dan dipindahkan de dalam gelas piala (pyrex), ditambahkan 7,5 ml larutan Mg-nitrat dan diaduk baik-baik.
2. Dipanaskan diatas pemanas listrik pada suhu sekitar  $180^\circ\text{C}$ , sampai pekat dan tak terjadi perubahan-perubahan lagi.

3. Dipindahkan ke dalam muffle pada suhu 300 - 400°C sampai residu tidak berwarna hitam lagi. Didinginkan, lalu ditambahkan 15 - 30 ml HCl pekat dan diencerkan dengan aquades, kemudian dipindahkan ke dalam labu takar 250 ml dan diencerkan lagi sampai tanda.
4. Diambil 100 ml larutan contoh yang diperoleh dan dipindahkan ke dalam gelas piala 250 ml.
5. Ditambahkan  $\text{NH}_4\text{OH}$  pekat sedikit berlebihan. Endapan yang terjadi dilarutkan kembali dengan menambah  $\text{HNO}_3$  pekat sedikit demi sedikit sambil diaduk, sampai larutan menjadi jernih.
6. Ditambahkan 15 g amonium nitrat, dipanaskan diatas penangas air sampai suhu 65°C dan ditambahkan 70 ml larutan molibdat. Didiamkan pada suhu tersebut selama satu jam.
7. Diperiksa apakah pengendapan tersebut sudah selesai atau belum. Caranya : diambil 5 ml supernatan dan ditambahkan 5 ml larutan molibdat dan dikocok. Bila masih terbentuk endapan berarti masih perlu ditambah larutan molibdat lagi sampai pengendapan selesai.
8. Kalau pengendapan sudah selesai, disaring dan dicuci dengan aquades.
9. Endapan dilarutkan kembali dalam kertas saring tersebut dengan menambah sedikit demi sedikit larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  (1:1) dan air panas sampai kertas saring menjadi bersih. Volume filtrat dan hasil pencucian yang terakhir ini tidak boleh lebih dari 100 ml.

10. Filtrat dan hasil cucian dinetralkan dengan HCl pekat, didiamkan lalu ditambahkan 15 ml magnesia mixture dari dalam buret dengan kecepatan 1 tetes tiap detik sambil dikocok. Didiamkan selama 15 menit.
11. Ditambah 12 ml  $\text{NH}_4\text{OH}$  pekat dan dibiarkan selama 2 jam.
12. Supernatan mula-mula dituang melalui kertas saring bebas abu, endapan dicuci dalam gelas piala dengan amonia encer sampai bebas klorida.
13. Endapan dan kertas saring dikeringkan dalam krus yang telah dipijarkan dan diketahui beratnya, kemudian dipijarkan mula-mula pada suhu rendah, akhirnya dipijarkan pada suhu yang lebih tinggi, sampai diperoleh residu yang berwarna putih atau abu-abu keputih-putihan. Didinginkan dalam eksikator dan berat residu ditimbang sebagai  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ .
14. Berat P (g dalam 100 ml larutan) =  $0,6377 \times \text{berat Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 \text{ (g)}$



**Lampiran 7. Rataan kandungan nutrisi bungkil biji karet yang mengalami proses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat (persen)**

Perlakuan Zat Nutrisi	Tanpa pemanasan (T)	Pemanasan (P)	Ekstrusi (E)	Sulfur (S)
Bahan kering (%)	89,88	91,62	91,04	90,51
Abu (%)	2,46	3,56	2,62	3,39
Protein (%)	25,00	25,53	25,19	24,92
Lemak (%)	10,97	12,25	11,95	11,12
Serat Kasar (%)	14,52	15,21	13,98	15,28
AMEn (kkal/kg)	1956,80	2030,53	1991,36	2013,69
TMEn (kkal/kg)	2155,12	2230,26	2189,80	2212,50
Kalsium (%)	0,51	0,46	0,42	0,49
Fosfor (%)	0,39	0,38	0,32	0,42
Natrium (%)	0,25	0,25	0,26	0,26
Sulfur (%)	0,33	0,33	0,27	0,39
Hemiselulosa (%)	8,51	8,13	7,75	7,89
Selulosa (%)	12,04	11,65	12,40	12,71
Lignin (%)	1,88	1,76	1,81	1,92
Sianida (ppm)	43,12	30,44	29,11	46,33
Asam-asam amino (%)				
Metionin	0,110	0,062	0,090	0,120
Arginin	2,015	1,876	1,701	2,127
Triptofan	0,635	0,664	0,633	0,689
Valin	1,402	1,477	1,147	1,466
Isoleusin	0,636	0,652	0,523	0,694
Leusin	1,256	1,313	1,247	1,333
Treonin	0,166	0,137	0,134	0,243
Fenilalanin	0,784	0,846	0,670	0,855
Lisin	0,576	0,601	0,508	0,591
Histidin	0,363	0,384	0,308	0,376

**Lampiran 8. Komposisi kimia vitamin dan mineral mix (Dinamix HC)**

<b>No.</b>	<b>Komposisi</b>	<b>Jumlah</b>
1.	Vitamin A	60.000.000 IU
2.	Vitamin D	12.000.000 IU
3.	Vitamin E	120.000 mg
4.	Vitamin B1	2.100 mg
5.	Vitamin B2	24.000 mg
6.	Vitamin B6	4.200 mg
7.	Vitamin B12	42 mg
8.	Vitamin K	6.000 mg
9.	Vitamin C	150.000 mg
10.	Calcium D Pantothenat	30.000 mg
11.	Nicotinic acid	60.000 mg
12.	Folic acid	3.000 mg
13.	Biotin	105 mg
14.	Carrier	qs. ad. 10.000 mg

**Lampiran 9. Cara pengamatan konsumsi pakan**

Konsumsi pakan adalah jumlah pakan yang dihabiskan oleh ayam setiap harinya. Konsumsi pakan harian diamati dengan cara mengurangi pakan yang diberikan dengan sisa pakan yang ada selama waktu pengamatan.

**Lampiran 10. Cara pengamatan laju pertumbuhan**

Laju pertumbuhan diamati dengan cara menimbang ayam pada awal penelitian dan dilanjutkan setiap minggu selama penelitian. Perhitungan kecepatan pertumbuhan dapat dilakukan dengan mendasarkan pada selisih bobot akhir dengan bobot awal dibagi dengan lama waktu pengamatan (Parakkasi, 1983). Pengukuran pertumbuhan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$a = \frac{W_2 - W_1}{T_1 - T_2}$$

Keterangan :

a = laju pertumbuhan

$W_1$  = bobot badan awal

$W_2$  = bobot badan akhir

$T_1$  = waktu awal pengukuran

$T_2$  = waktu akhir pengukuran

**Lampiran 11. Cara pengamatan konversi pakan**

Konversi pakan merupakan rasio antara jumlah pakan yang dikonsumsi dengan bobot badan ayam pedaging selama waktu tertentu (Rasyaf, 1989). Cara perhitungan konversi ayam adalah dengan membagi konsumsi pakan (gram) tiap hari dengan penambahan bobot badan (gram) tiap hari.

**Lampiran 12. Cara pengamatan imbalan efisiensi protein**

Imbalan efisiensi protein didefinisikan sebagai pertambahan bobot badan per satuan pengambilan protein dalam tubuh (Wahju, 1988). Cara yang sederhana untuk mengukur kualitas protein tersebut adalah pertambahan bobot badan dibagi konsumsi protein.

**Lampiran 13. Cara pengamatan berat bulu**

Berat bulu adalah bulu yang sudah dipisahkan dari bagian tubuh ayam yang lain dan ditimbang pada saat panen dalam gram.

**Lampiran 14. Cara pengamatan komposisi dan kualitas karkas**

Komposisi dan kualitas karkas dimanifestasikan oleh berat, imbalan daging dan tulang, kandungan protein kasar daging, dan lemak kasar daging. Sementara karkas sendiri adalah bagian tubuh unggas tanpa kepala, bulu, leher, kaki bagian bawah, dan jerohan. Cara pengamatan masing-masing dapat dikemukakan dibawah ini :

**1. Berat karkas**

Berat karkas dapat dihitung dengan cara menimbang bagian ayam setelah dikurangi kepala, bulu, leher, kaki bagian bawah, dan jerohan dalam gram.

**2. Imbalan daging dan tulang**

Karkas terdiri secara garis besar dari daging dan tulang. Imbalan daging dan tulang yaitu berat daging dibagi dengan berat tulang (Acker, 1971).

### 3. Kandungan protein daging

Kandungan protein daging yaitu jumlah protein yang terdapat dalam daging yang diperoleh dari jumlah nitrogen yang ada dikalikan 6,25 dengan menggunakan analisa Kjeldahl yang dapat dilihat pada lampiran 1c.

### 4. Kandungan lemak daging

Kandungan lemak daging yaitu jumlah lemak yang terdapat dalam daging yang diperoleh dengan analisa lemak yang ditentukan dengan alat Soxhlet yang dapat dilihat pada lampiran 1d (Soeparno, 1992).

## Lampiran 15. Cara pengamatan retensi nitrogen

Retensi Nitrogen digunakan untuk menggambarkan perbedaan antara nitrogen *intake* dengan *output* nitrogen (Prawirokusumo, 1994).

### 1. Penentuan nitrogen ekskreta

- a. Mengambil feses dari ayam yang telah berumur 28 hari.
- b. Analisa protein dari ekskreta tersebut dengan cara Kjeldahl.

### 2. Penentuan nitrogen endogen

- a. Memuasakan ayam selama 72 jam dan terbagi dalam 2 tahap yaitu 36 jam tahap pengosongan saluran pencernaan.
- b. Pengumpulan ekskreta 36 jam kemudian, tempat penampungan diambil dan dibersihkan dari bahan yang menempel pada feses.

- c. Pengeringan ekskreta dengan oven dan sebelumnya disemprot dengan borax 2 sampai 3 persen.
- d. Analisa protein dari sample dengan cara Kjeldahl.

### 3. Perhitungan :

$$B = I - E$$

Keterangan :

B = retensi nitrogen

I = nitrogen intake

E = nitrogen ekskreta

### Lampiran 16. Cara pengamatan nilai biologis pakan

Nilai Biologis Protein merupakan persentase nitrogen yang diabsorpsi dan digunakan untuk pemeliharaan tubuh dan produksi (Prawirokusumo, 1994).

#### 1. Penentuan nitrogen ekskreta

- a. Mengambil feses dari ayam yang telah berumur 28 hari.
- b. Analisa protein dari ekskreta tersebut dengan cara Kjeldahl.

#### 2. Penentuan nitrogen endogen

- a. Memuasakan ayam selama 72 jam dan terbagi dalam 2 tahap yaitu 36 jam tahap pengosongan saluran pencernaan.
- b. Pengumpulan ekskreta 36 jam kemudian, tempat penampungan diambil dan dibersihkan dari bahan yang menempel pada feses.
- c. Pengeringan ekskreta dengan oven dan sebelumnya disemprot dengan borax 2 sampai 3 persen.

d. Analisa protein dari sample dengan cara Kjeldahl.

### 3. Perhitungan :

$$\%BV = 100\% \times \frac{N_{\text{intake}} - (N_{\text{ekskreta}} - N_{\text{endogen}})}{N_{\text{intake}}}$$

### Lampiran 17. Cara pengamatan glukosa darah

Pengamatan ini dilakukan dengan menggunakan metode penentuan kadar glukosa darah menurut Werner. Pelaksanaannya yaitu :

- a. Menyiapkan sampel darah yang akan diuji sebanyak 2 ml.
- b. Mengambil 0,1 ml serum dan ditambahkan dengan 1 ml URAC (Larutan deproteinasi) dimasukkan kedalam tabung sentrifus.
- c. Suspensi disentrifugasi, 0,1 sampai dengan 0,2 ml supernatan yang jernih digunakan untuk pemeriksaan.
- d. Melakukan pemeriksaan pada spektrofotometer dengan  $\lambda$  578 nm pada suhu inkubasi 20 sampai dengan 25° C (suhu kamar)
- e. Larutan buffer adalah larutan yang terdiri atas fosfat buffer, POD, GOD dan ABTS (Diammonium 2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sufonat).
- f. Untuk pemeriksaan dengan  $\lambda$  578 nm, dipipetkan ke dalam tabung reaksi dengan komposisi sebagai berikut.

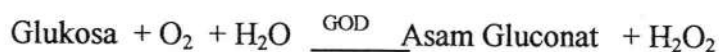
Bahan	Blanko	Standar	Sampel
Aquadest	0,2 ml	-	-
Larutan glukosa standar	-	0,2 ml	-
Larutan sampel	-	-	0,2 ml
Larutan Buffer	5 ml	5 ml	5 ml

g. Dicampur, diinkubasi pada suhu kamar, hindari sinar matahari langsung. Setelah 25 –30 menit absorpsi, dilakukan pengukuran.

h. Konsentrasi glukosa ( c ) dalam darah adalah :

$$C = 100 \times \frac{E_{\text{sampel}}}{E_{\text{standart}}} \quad (\text{mg}/100 \text{ ml})$$

i. Prinsip tes yang dilakukan :



## Lampiran 18. Cara pengamatan protein darah

### 1. Cara pengamatan di kandang metabolis

#### a. Bahan dan alat :

1. DOC ayam pedaging jantan strain Hubbard sebanyak 192 ekor.
2. Bahan pakan untuk ransum terdiri dari bungkil biji karet tanpa proses dan hasil proses perlakuan fisik yang terdiri dari pemanasan dan ekstrusi dan



perlakuan kimiawi yaitu pemberian garam kalsium sulfat, serta bahan makanan lain yang terdiri dari : jagung, bekatul, bungkil kedelai, tepung ikan, minyak goreng, grit, kapur dan premix.

3. Sampel darah yang diambil pada 0 jam , 2, 4 dan 6 jam setelah makan untuk kemudian dianalisa.
4. Kandang, peralatan penyusunan ransum, peralatan laboratorium dan peralatan kandang lainnya.
5. Spuit untuk pengambilan sampel darah.
6. Tabung cuvet untuk pemeriksaan kadar gula darah dan protein.
7. Mesin otomatis untuk pemeriksaan darah.

**b. Cara kerja :**

1. Ayam-ayam dikelompokkan menurut perlakuan yang telah ditetapkan.
2. Diberi perlakuan pakan sesuai dengan jam yang telah ditentukan.
3. Pada saat itu ayam kemudian diambil darahnya pada bagian sayap sebanyak 10 ml setelah diberi pakan pada jam ke 0, 2, 4 dan 6.

**2. Cara pengamatan di laboratorium**

Pengamatan dilakukan dengan menggunakan metode penentuan kadar protein darah menurut Biuret. Pelaksanaannya yaitu :

- a. Menyiapkan sampel darah yang akan diuji sebanyak 2 ml.

- b. Melakukan sentrifugasi dan mengambil 0,1 ml serum dimasukkan kedalam tabung reaksi..
- c. Menambahkan dengan 5 ml larutan reagen Biuret yang dibuat dari NaOH 0,1 N, K-Na-tartrat, KJ dan Cooper sulfat. Dicampurkan dan diinkubasi selama 30 menit pada suhu kamar.
- d. Melakukan pemeriksaan pada spektrofotometer dengan  $\lambda$  546 nm pada suhu inkubasi 20 sampai dengan 25° C (suhu kamar), dan diukur terhadap larutan reagen biuret.
- e. Larutan protein standar adalah protein sebanyak 6 g/100 ml pada konsentrasi dalam larutan jadi.
- f. Untuk pemeriksaan dengan  $\lambda$  578 nm, dipipetkan ke dalam tabung reaksi dengan komposisi sebagai berikut.

Bahan	Blanko	Standar	Sampel
Reagen Biuret	0,1 ml	-	-
Larutan protein standart	-	0,1 ml	-
Larutan sampel	-	-	0,1 ml
Reagen Biuret	5 ml	5 ml	5 ml

- g. Dicampur, diinkubasi pada suhu kamar, hindari sinar matahari langsung. Setelah 25 –30 menit absorpsi, dilakukan pengukuran.

h. Konsentrasi Protein ( c ) dalam darah adalah :

$$C = 6 \times \frac{E_{\text{sampel}}}{E_{\text{standart}}} \quad (\text{g}/100 \text{ ml})$$

i. Prinsip test : Protein dan ion copper bereaksi dalam larutan alkalis menjadi kompleks warna.

### Lampiran 19. Cara pengamatan berat hati

Hati adalah kelenjar terbesar dalam tubuh, mempunyai banyak fungsi yang kompleks yaitu pembentukan benda-benda keton, penyimpanan karbohidrat, metabolisme dan detoksikasi berbagai obat dan toksin (Ganong, 1979) Berat hati merupakan berat dari hati yang diukur beratnya pada saat akhir pelaksanaan penelitian yaitu dengan menimbanginya menggunakan timbangan Ohaus.

### Lampiran 20. Cara pengamatan SGPT

#### 1. Persiapan dan stabilitas larutan

##### a. Buffer/substrat

Larutan dipakai tanpa pengenceran, stabilitasnya sampai tanggal kadaluwarsa jika disimpan pada suhu +2°C sampai dengan +8°C.

##### b. Reagens

Untuk Catatan nomor 487 341 : Dilarutkan 1 tablet reagen dari botol 2 ke botol 1.

Untuk Catatan nomor 487 368 : Dilarutkan 4 tablet reagen dari botol 2 ke  
botol 1.

Stabilitasnya : 4 minggu pada suhu +2°C sampai dengan +8°C.

5 hari pada suhu +15°C sampai dengan +25°C.

c.  $\alpha$ -Ketoglutarat

Dilarutkan 3 dipakai tanpa pengenceran, stabilitasnya sampai tanggal kadaluwarsa jika disimpan pada suhu +2°C sampai dengan +8°C.

**2. Persiapan sampel**

Hemolisa mengganggu tes

Penurunan aktivitas enzim dalam serum setelah tiga hari pada suhu +4°C : 10 persen dan suhu +20°C sampai dengan +25°C : 17 persen.

**3. Cara kerja**

- a. Panjang gelombang : Hg 365 nm, 340 nm atau Hg 334 nm
- b. Kuvet : Diameter bagian dalam 1 cm
- c. Suhu pengukuran : tepat 25°C, 30°C atau 37°C (Thermostat)
- d. Pengukuran terhadap udara : (Penurunan ekstinksi)
- e. Dipipetkan ke dalam kuvet atau tabung reaksi.
- f. Dilarutkan reagens (25°C, 30°C, 37°C) sebanyak 2.0 ml. Sampel sebanyak 0.2 ml.
- g. Dicampur dengan baik, diinkubasikan selama satu menit pada suhu penentuan (termostat), kemudian ditambah  $\alpha$ -Ketoglutarat 0.2 ml.

- h. Dicampur dengan baik, dibaca ekstinksi setelah kurang lebih satu menit dan sekaligus menjalankan stopwatch. Pembacaan diulangi pada menit pertama, kedua dan ketiga.
- i. Jika perubahan ekstinksi per menit ( $\Delta E/\text{menit}$ ) antara 0.06 dan 0.08 pada Hg 365 nm, atau 0.11 dan 0.16 pada 340 nm/Hg 334 nm, dipakai hanya dua nilai pertama untuk kalkulasi (inkubasi 1 menit, pengukuran pada menit pertama dan kedua). Dihitung nilai rata-rata dari diferens ekstinksi per menit, dan nilai tersebut dipakai untuk kalkulasi hasil.

**j. Batas pengenceran**

Untuk pengukuran selama 3 menit batas pengenceran adalah sebagai berikut :

Hg 365 m  $\Delta E/\text{menit} = 0.080$

Hg 334/340 nm  $\Delta E/\text{menit} = 0.160$

Apabila aktivitas enzim melebihi batas tersebut maka diencerkan 50  $\mu\text{l}$  material pemeriksaan dengan 500  $\mu\text{l}$  NaCl 0.9% dan diulangi pemeriksaan.

Hasil x 11.

Serum yang sangat aktif dapat mengakibatkan ekstinksi awal yang rendah, karena sebagian besar dari NADH sudah terpakai sebelum pengukuran.

Dalam hal demikian serum harus diencerkan dengan cara di atas.

**k. Kalkulasi**

Aktivitas enzim GPT di dalam sampel dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$U/I = 3529 \times \Delta E_{365 \text{ nm}}/\text{menit}$$

$$U/I = 1905 \times \Delta E_{340 \text{ nm}}/\text{menit}$$

$$U/I = 1942 \times \Delta E_{334 \text{ nm}}/\text{menit}$$

## Lampiran 21. Cara pengamatan SGOT

### a. Persiapan dan stabilitas larutan

1. **Buffer/substrat** : larutan dipakai tanpa pengenceran, stabilitasnya sampai tanggal kadaluwarsa jika disimpan pada suhu +2°C sampai dengan +8°C.
2. **Reagens** : satu reagens tablet dilarutkan dari botol 2 ke botol 1 dengan sempurna.
3.  **$\alpha$ -Ketoglutarat** : dilarutkan 3 dipakai tanpa pengenceran, stabilitasnya sampai tanggal kadaluwarsa jika disimpan pada suhu +2°C sampai dengan +8°C.
4. **Persiapan larutan reagens** : dibuat sesuai dengan komposisi sebagai berikut.:

Jumlah tes	Reagens (ml)	$\alpha$ -Ketoglutarat ml
4	10	1.0
8	20	2.0
10	25	2.5
12	30	3.0
20	50	5.0
30	75	7.5
40	100	10.0

Stabilitasnya : 3 hari pada suhu +2°C sampai dengan +8°C.

10 jam pada suhu +15°C sampai dengan +25°C.

**b. Persiapan sampel**

Hemolisa mengganggu tes

Penurunan aktivitas enzim dalam serum setelah tiga hari pada suhu +2°C sampai dengan +8°C : 8 persen dan suhu +15°C sampai dengan +25°C : 10 persen.

**c. Cara kerja**

1. Panjang gelombang : Hg 365 nm, 340 nm atau Hg 334 nm.
2. Kuvet : Diameter dalam 1 cm
3. Suhu pengukuran : 25°C, 30°C atau 37°C (Thermostat)
4. Pengukuran terhadap udara : mengurangi sensitivitas fotometer jika ekstingsi awal melebihi 0.500 untuk fotometer yang tidak bisa kompensasi secara otomatis.
5. Dipipetkan ke dalam kuvet.
6. Dilarutkan reagens (25°C, 30°C, 37°C) 2.0 ml. Sampel 0.4 ml.
7. Dicampur dengan baik, dibaca ekstingsinya setelah kurang lebih satu menit dan sekaligus menjalankan stopwatch. Tepat pada menit pertama, kedua dan ketiga ekstingsinya dibaca kembali.
8. Jika perubahan ekstingsi per menit ( $\Delta E/\text{menit}$ ) antara 0.06 dan 0.08 pada Hg 365 nm, atau 0.11 dan 0.16 pada 340 nm/Hg 334 nm, dipakai hanya dua nilai pertama untuk kalkulasi (inkubasi 1 menit, pengukuran pada menit pertama dan kedua). Dihitung nilai rata-rata dari diferens ekstingsi per menit, dan nilai tersebut dipakai untuk kalkulasi hasil.

**d. Batas pengenceran**

Untuk pengukuran selama 3 menit batas pengenceran adalah sebagai berikut :

$$\text{Hg 365 m} \qquad \qquad \qquad \Delta E/\text{menit} = 0.080$$

$$\text{Hg 334/340 nm} \qquad \qquad \qquad \Delta E/\text{menit} = 0.160$$

Apabila aktivitas enzim melebihi batas tersebut maka diencerkan 0.1 ml material pemeriksaan dengan 0.9 ml NaCl 0.9% dan diulangi pemeriksaan. Hasil x 10.

Serum yang sangat aktif dapat mengakibatkan ekstingsi awal yang rendah, karena sebagian besar dari NADH sudah terpakai sebelum pengukuran. Dalam hal demikian serum harus diencerkan dengan cara di atas.

**e. Kalkulasi**

Aktivitas enzim GOT di dalam sampel dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$U/I = 1765 \times \Delta E_{365 \text{ nm}}/\text{menit}$$

$$U/I = 952 \times \Delta E_{340 \text{ nm}}/\text{menit}$$

$$U/I = 971 \times \Delta E_{334 \text{ nm}}/\text{menit}$$

**Lampiran 22. Cara pengamatan berat ginjal**

Ginjal adalah penyaring dari semua zat yang tidak digunakan oleh tubuh. Berat ginjal merupakan berat dari ginjal yang diukur beratnya pada saat akhir pelaksanaan penelitian yaitu dengan menimbanginya menggunakan timbangan Ohaus.



**Lampiran 23. Cara pengamatan kadar BUN (*Blood Urea Nitrogen*)**

BUN merupakan zat buangan hasil akhir metabolisme protein yang diekskresikan oleh ginjal. Kadar BUN tersebut ditentukan dengan metode Reaksi-Berthelot (pemecahan dengan urease) dengan cara kerja sebagai berikut :

- a. Mengambil darah ayam sebanyak 2 ml tepatnya diambil serumnya.
- b. Menyiapkan reagentia yang isinya yaitu :
  1. Buffer/Urease : Buffer-Phosphat 50 mmol/l; pH 6,5; urease  $\geq$  10U/ml
  2. Standard : Urea 3 mg/100ml
  3. Phenol : Phenol 0,106 mol/l; Nitroprussid-Na 0,17 mmol/l
  4. Hypochlorit : Natriumhypochlorit 11 mmol/l; NaOH 0,125 N
  5. Reagentia tambahan : Larutan NaCl 0,9%
- c. Cara pembuatan larutan sebagai berikut : (1) isi dipakai tanpa pengenceran, suspensi sebelum dipakai dikocok terlebih dahulu. (2) isi dipakai tanpa pengenceran. (3) Cat.No. 124 770 : isi dilarutkan dengan 500ml aqua dest; Cat.No. 124 788 : isi diencerkan dengan 1500 ml aquadest; untuk dapat mengencerkan phenol, botol dapat dipanaskan dengan air hangat. (4) Cat.No. 124 770 : isi diencerkan dengan 500 ml aquadest; Cat.No. 124 788 : isi diencerkan dengan 1500 ml aquadest.
- d. Setelah itu dilakukan pemeriksaan dengan memipetkan ke dalam dasar tabung reaksi dengan komposisi seperti Tabel 3.

- e. Dicampur, tabung reaksi ditutup dengan parafin atau tutup yang bersih. Lalu diinkubasi selama 10 menit pada suhu 37°C atau 5 menit pada suhu 50-60°C.

	Blanko reagentia	Standard	Sampel
Suspensi 1	0,10 ml	0,10 ml	0,10 ml
Larutan 2	-	0,20 ml	-
Serum yang diencerkan	-	-	0,20 ml
Serum yang tidak diencerkan	-	-	0,20 ml
Larutan 3	5,0 ml	5,0 ml	5,0 ml
Larutan 4	5,0 ml	5,0 ml	5,0 ml

- f. Setelah diberikan larutan 4, segera dicampur dan diinkubasikan selama 15 menit pada suhu 37°C atau 10 menit pada suhu 50-60°C.
- g. Konsentrasi BUN dalam sampel :

$$c = 14 \times \frac{E_{\text{sampel}}}{E_{\text{standard}}}$$

#### Lampiran 24. Cara pengamatan kadar kreatinin

Kreatinin adalah zat yang tidak digunakan dan diekskresikan oleh ginjal.

Kadar kreatinin ditentukan dengan metode Jaffe dengan cara kerja sebagai berikut

- Mengambil darah ayam sebanyak 2 ml tepatnya diambil serumnya.
- Membuat reagentia yang berisi (1) standard kreatinin 2 mg/100ml, (2) asam pikrat 35 mmol/l dan (3) NaOH 1,6 N serta reagentia tambahan yaitu asam triklorasetat 1,2 N.

- c) Membuat dan stabilitas larutan yaitu 1,2 dan 3 isi dipakai tanpa pengenceran, dengan stabilitas pada lebi kurang 15 sampai dengan 25°C. Campuran reagentia dibuat dari larutan 2 dan 3 (larutan 4) dengan perbandingan 1:1 dengan stabilitas pada 15 sampai dengan 25°C selama 5 jam.
- d) Persiapan sampel, deproteinisasi sebagai berikut.
- e) Mempipetkan ke dalam tabung sentrifuge.
- f) Asam triklor asetat (1,2N) 1,0 ml. Serum 1,0 ml.
- g) Dicampur dengan baik. Endapannya diaduk dengan baik. Disentrifugasikan selama 10 menit. Supernatant dituang dengan hati-hati ke dalam tabung reaksi.
- h) Setelah persiapan sampel di atas dilanjutkan dengan pemeriksaan sebagai berikut.
- i) Mempipetkan ke dalam tabung reaksi sebagai berikut.

	blanko	standard	sampel supernatan
aquadest	0,5 ml	-	-
larutan 1	-	0,5 ml	-
asam triklor asetat	0,5 ml	0,5 ml	-
supernatan	-	-	1,0 ml
larutan 4	1,0 ml	1,0 ml	1,0 ml

- j. Dicampur, didiamkan selama 20 menit pada suhu 25°C.
- k. Konsentrasi kreatinin dalam serum atau plasma :

$$c = 2,0 \times \frac{E_{\text{sampel}}}{E_{\text{standar}}} \quad (\text{mg}/100\text{ml})$$

**Lampiran 25. Cara pengamatan kandungan Hemoglobin (Hb) menurut metode Sahli**

Cara pengamatan :

1. Mengisi tabung gelas Haemoglobinometer Sahli dengan HCl 0,1 N sampai angka 10.
2. Sempel darah dihisap dengan menggunakan pipet Hemoglobin sampai pada garis standart .
3. Membersihkan ujung pipet dari sisa darah dengan kapas .
4. Menuangkan darah ke dalam tabung Hemoglobinmeter dengan cara ditiup dan ujung pipet direndamkan ke dalam cairan HCl, kemudian pipet dicuci dengan alkohol dengan jalan dihisap dan ditiup beberapa kali.
5. Membiarkan cairan HCl dan darah dalam tabung gelas kurang lebih 5 menit.
6. Jika warna campuran belum sama dengan warna standart, ditetesi
7. dengan aguades dan diaduk pelan pelan hingga warnanya menjadi sama dengan warna standart.;
8. Pembacaan dilakukan dengan angka Sahli atau gr/100 ml darah.

**Lampiran 26. Analisis varian pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan bahan kering**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Perlakuan	3	9,7760	3,2587	4,84*	3,10	4,94
Acak	20	13,4661	0,6733			
Total	23	23,2421				

Keterangan : \* = berpengaruh nyata

**Lampiran 27. Analisis ragam pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan abu**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Perlakuan	3	3,8176	1,2725	1,94 <sup>ns</sup>	3,10	4,94
Acak	20	13,0942	0,6547			
Total	23	16,9118				

Keterangan : ns = non significant

**Lampiran 28. Analisis varian pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap protein kasar**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Perlakuan	3	0,8092	0,2697	2,17 <sup>ns</sup>	3,10	4,94
Acak	20	2,4857	0,1243			
Total	23	3,2949				

Keterangan : ns = non significant

**Lampiran 29. Analisis varian pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan lemak kasar**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Perlakuan	3	5,5755	1,8585	1,74 <sup>ns</sup>	3,10	4,94
Acak	20	21,4079	1,0704			
Total	23	26,9834				

Keterangan : ns = non significant

**Lampiran 30. Analisis varian pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan serat kasar**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Perlakuan	3	4,0918	1,3639	1,65 <sup>ns</sup>	3,10	4,94
Acak	20	16,5518	0,8276			
Total	23	20,6436				

Keterangan : ns = non significant

**Lampiran 31. Analisis varian pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan energi metabolis semu**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Perlakuan	3	18293,33	6097,78	2,12 <sup>ns</sup>	3,10	4,94
Acak	20	57618,66	2880,93			
Total	23	75912,00				

Keterangan : ns = non significant

**Lampiran 32. Analisis varian pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan energi metabolis sejati**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Perlakuan	3	18909,34	6303,1113	2,07 <sup>ns</sup>	3,1000	4,94
Acak	20	60962,66	3048,1333			
Total	23	79872,00				

Keterangan : ns = non significant

**Lampiran 33. Analisis varian pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan sianida**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Perlakuan	3	1017,7116	339,2372	15,26**	3,10	4,94
Acak	20	444,7161	22,2358			
Total	23	1462,4277				

Keterangan : \*\* = berpengaruh sangat nyata

**Lampiran 34. Analisis varian pengaruh proses fisik dan suplementasi kalsium sulfat pada bungkil biji karet terhadap kandungan BETN**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Perlakuan	3	4,2370	1,4123	4,50**	3,10	4,94
Acak	20	6,2786	0,3139			
Total	23	10,5156				

Keterangan : \*\* = berpengaruh sangat nyata

**Lampiran 35. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap konsumsi pakan ayam pedaging**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Proses	3	45,1250	15,0417	0,41 <sup>ns</sup>	2,90	4,46
Aras	3	1446,8750	482,2917	13,20**	2,90	4,46
- Linear	1	1287,5107	1287,5107	35,42**	4,16	7,47
- Kuadratik	1	96,0502	96,0502	2,63 <sup>ns</sup>	4,16	7,47
- Kubik	1	63,3043	63,3043	1,73 <sup>ns</sup>	4,16	7,47
Interaksi	9	134,4479	14,9387	0,41 <sup>ns</sup>	2,19	3,01
Error	32	1169,1302	36,5353			
Total	47	2795,5781				

Keterangan : \*\* = berpengaruh sangat nyata  
ns = non significant

**Lampiran 36. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap penambahan bobot badan ayam pedaging**

SK	Db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Proses	3	11,3711	3,7904	0,34 <sup>ns</sup>	2,90	4,46
Aras	3	545,9753	181,9928	16,48**	2,90	4,46
- Linear	1	491,8920	491,8920	44,65**	4,16	7,47
- Kuadratik	1	41,3109	41,3109	3,74 <sup>ns</sup>	4,16	7,47
- Kubik	1	12,0376	12,0376	1,09 <sup>ns</sup>	4,16	7,47
Interaksi	9	59,3633	6,5969	0,59 <sup>ns</sup>	2,19	3,01
Error	32	353,3099	11,0493			
Total	47	960,0195				

Keterangan : \*\* = berpengaruh sangat nyata  
ns = non significant

**Lampiran 37. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap konversi ayam pedaging**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Proses	3	0,0045	0,0025	0,54 <sup>ns</sup>	2,90	4,46
Aras	3	0,0058	0,0015	0,70 <sup>ns</sup>	2,90	4,46
Interaksi	9	0,0275	0,0200	1,10 <sup>ns</sup>	2,19	3,01
Error	32	0,0887	0,0028			
Total	47	0,1265				

Keterangan : ns = non significant

**Lampiran 38. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap efisiensi imbalan protein ayam pedaging**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Proses	3	0,0058	0,0019	0,22 <sup>ns</sup>	2,90	4,46
Aras	3	0,0024	0,0008	0,09 <sup>ns</sup>	2,90	4,46
Interaksi	9	0,0296	0,0032	0,37 <sup>ns</sup>	2,19	3,01
Error	32	0,2864	0,0089			
Total	47	0,3242				

Keterangan : ns = non significant

**Lampiran 39. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap berat bulu ayam pedaging**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Proses	3	9,8294	3,2765	0,22 <sup>ns</sup>	2,90	4,46
Aras	3	641,4909	213,8303	14,13 <sup>**</sup>	2,90	4,46
- Linear	1	622,1040	622,1040	41,11 <sup>**</sup>	4,16	7,47
- Kuadratik	1	18,0075	18,0075	1,19 <sup>ns</sup>	4,16	7,47
- Kubik	1	1,3802	1,3802	0,09 <sup>ns</sup>	4,16	7,47
Interaksi	9	11,9414	1,3268	0,01 <sup>ns</sup>	2,19	3,01
Error	32	484,2266	15,1321			
Total	47	1147,4883				

Keterangan : \*\* = berpengaruh sangat nyata  
ns = non significant



**Lampiran 40. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap berat karkas ayam pedaging**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Proses	3	4865,33	1621,78	0,25 <sup>ns</sup>	2,9	4,46
Aras	3	462996,00	154332,00	23,44**	2,9	4,46
- Linear	1	460130,50	460130,50	61,67**	4,16	7,47
- Kuadratik	1	46143,40	46143,40	7,01*	4,16	7,47
- Kubik	1	10723,26	10723,26	1,63 <sup>ns</sup>	4,16	7,47
Interaksi	9	66190,664	7354,518	1,12 <sup>ns</sup>	2,19	3,01
Error	32	210724,00	6585,125			
Total	47	744776,00				

Keterangan : \*\* = berpengaruh sangat nyata  
 \* = berpengaruh nyata  
 ns = non significant

**Lampiran 41. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap imbalanced daging dan tulang ayam pedaging**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Proses	3	0,6659	0,2220	1,74 <sup>ns</sup>	2,9	4,46
Aras	3	4,0903	1,3634	10,70**	2,9	4,46
- Linear	1	4,0249	4,0249	31,59**	4,16	7,47
- Kuadratik	1	0,0096	0,0096	0,08 <sup>ns</sup>	4,16	7,47
- Kubik	1	0,0558	0,0558	0,44 <sup>ns</sup>	4,16	7,47
Interaksi	9	1,0132	0,1126	0,88 <sup>ns</sup>	2,19	3,01
Error	32	4,0768	0,1274			
Total	47	9,8462				

Keterangan : \*\* = berpengaruh sangat nyata  
 ns = non significant



**Lampiran 42. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap protein kasar daging ayam pedaging**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Proses	3	17,0937	5,6979	1,51 <sup>ns</sup>	2,9	4,46
Aras	3	30,0938	10,0313	2,65 <sup>ns</sup>	2,9	4,46
Interaksi	9	9,8021	1,0891	0,29 <sup>ns</sup>	2,19	3,01
Error	32	121,1198	3,7850			
Total	47	178,1093				

Keterangan : ns = non significant

**Lampiran 43. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap lemak kasar daging ayam pedaging**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Proses	3	0,0484	0,0161	0,61 <sup>ns</sup>	2,9	4,46
Aras	3	0,0910	0,0303	1,14 <sup>ns</sup>	2,9	4,46
Interaksi	9	0,2871	0,0319	1,20 <sup>ns</sup>	2,19	3,01
Error	32	0,8526	0,0266			
Total	47	1,2792				

Keterangan : ns = non significant

**Lampiran 44. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap nilai biologis (biological value) ayam pedaging**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Proses	3	116,9297	38,9766	1,64 <sup>ns</sup>	2,9	4,46
Aras	3	488,3255	162,7752	6,87**	2,9	4,46
- Linear	1	438,6591	438,6591	18,51**	4,16	7,47
- Kuadratik	1	35,8629	35,8629	1,51 <sup>ns</sup>	4,16	7,47
- Kubik	1	2,1831	2,1831	0,09 <sup>ns</sup>	4,16	7,47
Interaksi	9	98,4974	10,9441	0,46 <sup>ns</sup>	2,19	3,01
Error	32	758,4427	23,7013			
Total	47	1462,1953				

Keterangan : \*\* = berpengaruh sangat nyata  
ns = non significant

**Lampiran 45. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap retensi nitrogen ayam pedaging**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Proses	3	0,4703	0,1568	1,17 <sup>ns</sup>	2,9	4,46
Aras	3	1,3895	0,4632	3,44**	2,9	4,46
- Linear	1	1,1399	1,1399	8,47**	4,16	7,47
- Kuadratik	1	0,2380	0,2380	1,77 <sup>ns</sup>	4,16	7,47
- Kubik	1	0,0118	0,0118	0,10 <sup>ns</sup>	4,16	7,47
Interaksi	9	0,4144	0,0460	0,34 <sup>ns</sup>	2,19	3,01
Error	32	4,3050	0,1345			
Total	47	6,5792				

Keterangan : \*\* = berpengaruh sangat nyata  
ns = non significant

**Lampiran 46. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan glukosa darah ayam pedaging**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Jam (J)	3	13072,169	4357,389	0,044 <sup>ns</sup>	2,68	3,94
Proses (P)	3	522,587	174,196	0,002 <sup>ns</sup>	2,68	3,94
Aras (A)	3	930,605	310,202	0,003 <sup>ns</sup>	2,68	3,94
J-P	9	600,415	66,713	0,001 <sup>ns</sup>	1,95	2,56
J-A	9	2246,461	249,607	0,003 <sup>ns</sup>	1,95	2,56
P-A	9	1951,414	216,824	0,002 <sup>ns</sup>	1,95	2,56
J-P-A	27	3917,259	145,084	0,002 <sup>ns</sup>	1,35	1,82
Error	126	12553730,270	99632,779			
Total	191	12576971,180				

Keterangan : ns = non significant

**Lampiran 47. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan protein darah ayam pedaging**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel	F Tabel
					5 %	1 %
Jam (J)	3	130,002	43,334	30,89**	2,68	3,94
- Linear	1	114,402	114,402	81,54**	3,84	6,63
- Kuadratik	1	11,623	11,623	11,62**	3,84	6,63
- Kubik	1	1,395	1,395	1,39 <sup>ns</sup>	3,84	6,63
Proses (P)	3	8,858	2,953	2,11 <sup>ns</sup>	2,68	3,94
Aras (A)	3	8,353	2,78	1,98 <sup>ns</sup>	2,68	3,94
J-P	9	11,821	1,313	0,94 <sup>ns</sup>	1,95	2,56
J-A	9	16,322	1,814	1,29 <sup>ns</sup>	1,95	2,56
P-A	9	3,877	0,432	0,31 <sup>ns</sup>	1,95	2,56
J-P-A	27	23,856	0,884	0,63 <sup>ns</sup>	1,35	1,82
Error	126	176,891	1,403			
Total	191	379,891				

Keterangan : \*\* = berpengaruh sangat nyata  
ns = non significant

**Lampiran 48. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap rataan berat hati ayam pedaging**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel	F Tabel
					5 %	1 %
Proses	3	61,5221	20,5074	1,97 <sup>ns</sup>	2,9	4,46
Aras	3	318,1680	106,0560	10,18**	2,9	4,46
- Linear	1	304,6329	304,6329	29,34**	4,16	7,47
- Kuadratik	1	1,4421	1,4421	0,14 <sup>ns</sup>	4,16	7,47
- Kubik	1	12,0830	12,0830	1,16 <sup>ns</sup>	4,16	7,47
Interaksi	9	61,5612	6,8401	0,66 <sup>ns</sup>	2,19	3,01
Error	32	333,3971	10,4187			
Total	47					

Keterangan : \*\* = berpengaruh sangat nyata  
ns = non significant

**Lampiran 49. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan SGPT ayam pedaging**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Proses	3	1,1667	0,3889	0,60 <sup>ns</sup>	2,90	4,46
Aras	3	0,5000	0,1667	0,23 <sup>ns</sup>	2,90	4,46
Interaksi	9	6,3333	0,7037	1,09 <sup>ns</sup>	2,19	3,01
Error	32	20,6667	0,6458			
Total	47	28,6667				

Keterangan : ns = non significant

**Lampiran 50. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan SGOT ayam pedaging**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Proses	3	183,1250	61,0417	0,11 <sup>ns</sup>	2,90	4,46
Aras	3	1922,6250	640,8750	1,11 <sup>ns</sup>	2,90	4,46
Interaksi	9	2758,6250	306,5139	0,53 <sup>ns</sup>	2,19	3,01
Error	32	18470,0000	577,1875			
Total	47	23334,3750				

Keterangan : ns = non significant

**Lampiran 51. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap berat ginjal ayam pedaging**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Proses	3	3,7158	1,2386	1,41 <sup>ns</sup>	2,90	4,46
Aras	3	18,6755	6,2251	7,14 <sup>**</sup>	2,90	4,46
- Linear	1	18,1010	18,1010	20,16 <sup>**</sup>	4,16	7,47
- Kuadratik	1	0,1961	0,1961	0,22 <sup>ns</sup>	4,16	7,47
- Kubik	1	0,3787	0,3787	0,43 <sup>ns</sup>	4,16	7,47
Interaksi	9	3,8376	0,4263	0,49 <sup>ns</sup>	2,19	3,01
Error	32	28,0378	0,8762			
Total	47	54,2666				

Keterangan : \*\* = berpengaruh sangat nyata  
ns = non significant

**Lampiran 52. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap rataan blood urea nitrogen (BUN) ayam pedaging**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Proses	3	8,8521	2,9506	0,60 <sup>ns</sup>	2,90	4,46
Aras	3	1,1906	0,3968	0,08 <sup>ns</sup>	2,90	4,46
Interaksi	9	43,5003	4,8333	0,99 <sup>ns</sup>	2,19	3,01
Error	32	157,0667	4,9083			
Total	47	210,6097				

Keterangan : ns = non significant

**Lampiran 53. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap rataan kandungan kreatinin ayam pedaging**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Proses	3	0,0550	0,0183	2,10 <sup>ns</sup>	2,90	4,46
Aras	3	0,0150	0,0050	0,58 <sup>ns</sup>	2,90	4,46
Interaksi	9	0,1700	0,0190	2,16 <sup>ns</sup>	2,19	3,01
Error	32	0,2800	0,0088			
Total	47	0,5200				

Keterangan : ns = non significant

**Lampiran 54. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan hemoglobin ayam pedaging**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Proses	3	2,7852	0,9284	0,89 <sup>ns</sup>	2,90	4,46
Aras	3	20,3581	6,7860	6,61*	2,90	4,46
- Linear	1	20,2712	20,2712	19,44**	4,16	7,47
- Kuadratik	1	0,0117	0,0117	0,01 <sup>ns</sup>	4,16	7,47
- Kubik	1	0,0753	0,0753	0,07 <sup>ns</sup>	4,16	7,47
Interaksi	9	3,4701	0,3856	0,37 <sup>ns</sup>	2,19	3,01
Error	32	33,3750	1,0430			
Total	47	59,9883				

Keterangan : \*\* = berpengaruh sangat nyata  
ns = non significant

**Lampiran 55. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap kandungan sianida darah**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Proses	3	789,018	263,006	2,52 <sup>ns</sup>	2,90	4,46
Aras	3	24185,523	8061,841	77,26 <sup>**</sup>	2,90	4,46
- Linear	1	23232,277	23232,277	222,65 <sup>**</sup>	4,16	7,47
- Kuadratik	1	834,417	834,417	8,00 <sup>**</sup>	4,16	7,47
- Kubik	1	118,923	118,923	1,14 <sup>ns</sup>	4,16	7,47
Interaksi	9	680,367	75,596	0,72 <sup>ns</sup>	2,19	3,01
Error	32	3338,998	104,344			
Total	47	28993,906				

Keterangan : \*\* = berpengaruh sangat nyata  
ns = non significant

**Lampiran 56. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap rata-rata kandungan kalsium darah ayam pedaging**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Proses	3	0,2904	0,0968	0,91 <sup>ns</sup>	2,90	4,46
Aras	3	0,3295	0,1098	1,03 <sup>ns</sup>	2,90	4,46
Interaksi	9	0,7073	0,0785	0,74 <sup>ns</sup>	2,19	3,01
Error	32	3,4103	0,1066			
Total	47	4,7376				

Keterangan : ns = non significant

**Lampiran 57. Analisis varian pengaruh aras penggunaan bungkil biji karet yang diproses secara fisik dan suplementasi kalsium sulfat terhadap rata-rata kandungan fosfor darah ayam pedaging**

SK	db	JK	KT (JK/db)	F hit (KT/Error)	F Tabel 5 %	F Tabel 1 %
Proses	3	1,1944	0,3981	1,10 <sup>ns</sup>	2,90	4,46
Aras	3	0,0905	0,0301	0,08 <sup>ns</sup>	2,90	4,46
Interaksi	9	0,6873	0,764	0,21 <sup>ns</sup>	2,19	3,01
Error	32	11,5624	0,3613			
Total	47	13,5346				

Keterangan : ns = non significant