

**LAPORAN PENELITIAN**

**PENGARUH CARA PENGOLAHAN LIMBAH IKAN TUNA  
(*Thunnus atlanticus*) TERHADAP KANDUNGAN GIZI DAN  
NILAI ENERGI METABOLIS PADA AYAM PEDAGING**

Oleh:

**A b u n , Ir., MP.  
Denny Rusmana, SPT., MSi.  
Deny Saefulhadjar, SPT.**

**Dibiayai oleh Dana DIKS Universitas Padjadjaran  
Tahun Anggaran 2004  
Berdasarkan SPK No. 127/J06.14/LP/PL/2004  
Tanggal 28 Februari 2004**



**FAKULTAS PETERNAKAN  
OKTOBER 2004**

**LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN  
LAPORAN AKHIR PENELITIAN SUMBER DANA DIKS  
TAHUN ANGGARAN 2004**

|    |   |  |
|----|---|--|
| 1. | a. Judul Penelitian   | : Pengaruh Cara Pengolahan Limbah Ikan Tuna ( <i>Thunnus atlanticus</i> ) terhadap Kandungan Gizi dan Nilai Energi Metabolis Pada Ayam Pedaging.     |
|    | b. Macam Penelitian   | : Terapan  |
|    | c. Kategori Penelitian  | : I  |
| 2. | Ketua Peneliti  |  |
|    | a. Nama Lengkap dan Gelar                                       | : A b u n , Ir., MP.   |
|    | b. Jenis Kelamin  | : Laki-laki  |
|    | c. Pangkat/Gol/NIP.   | : Penata/III-C /132 145 763  |
|    | d. Jabatan Fungsional   | : Lektor   |
|    | e. Fakultas/Jurusan   | : Peternakan/Nutrisi dan Makanan Ternak  |
|    | f. Bidang Ilmu yang Diteliti                                    | : Pertanian/Peternakan   |
| 3. | Jumlah Tim Peneliti   | : 3 (Tiga) Orang (Terlampir)   |
| 4. | Lokasi Penelitian   | : a. Lab. Nutrisi Ternak Unggas, Non Ruminansia dan Industri Makanan Ternak, Fapet Unpad, Jatinangor.<br>b. Kandang Unggas, Fapet Unpad, Jatinangor. |
| 5. | Bila Penelitian ini Merupakan Peningkatan Kerjasama Kelembagaan | : Tidak  |
| 6. | Jangka Waktu Penelitian   | : 8 (Delapan) Bulan  |
| 7. | Biaya yang Diperlukan   | : Rp 5.000.000,- ( <i>Lima Juta Rupiah</i> )   |

Bandung, Oktober 2004

Mengetahui:  
Dekan Fakultas Peternakan  
Universitas Padjadjaran

Ketua Peneliti,

Dr. Dadi Suryadi, Ir., MS.  
NIP. 130 354 303

A b u n , Ir., MP.  
NIP. 132 145 763

Menyetujui:  
Ketua Lembaga Penelitian  
Universitas Padjadjaran

Prof. Dr. Johan S. Masjhur, dr., SpPD-KE., SpKN.  
NIP. 130 256 894

**PENGARUH CARA PENGOLAHAN LIMBAH IKAN TUNA (*Thunnus atlanticus*)  
TERHADAP KANDUNGAN GIZI DAN NILAI ENERGI METABOLIS  
PADA AYAM PEDAGING<sup>\*)</sup>**

**(A b u n , Denny Rusmana, Deny Saefulhadjar<sup>\*\*)</sup>**

**RINGKASAN**

Limbah ikan tuna yang terdiri atas kepala, isi perut, daging, dan tulang merupakan potensi bahan pakan sumber protein. Namun apabila tidak ditangani maka akan cepat rusak dan menjadi busuk, sehingga perlu dilakukan pengolahan. Salah satu upaya untuk pengolahan limbah tersebut yaitu melalui proses pembuatan silase ikan, baik secara kimiawi maupun secara biologis. Pengolahan secara kimiawi adalah dengan cara penambahan asam organik, sedangkan pengolahan secara biologis yaitu dengan menggunakan kemampuan bakteri asam laktat dan penambahan karbohidrat yang dapat berlangsung dalam keadaan anaerobik. Silase ikan memiliki nilai gizi yang tinggi, memberikan rasa dan aroma yang khas, mempunyai daya cerna tinggi serta kandungan asam amino yang tersedia menjadi lebih baik. Keunggulan lain pengolahannya tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi Ternak Unggas, Non Ruminansia dan Industri Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, Jatinangor-Sumedang selama dua bulan, yaitu dari Bulan Juni sampai dengan Juli 2004. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh pengolahan terhadap kandungan gizi (protein kasar dan lemak kasar) limbah ikan tuna, sehingga diperoleh cara pengolahan yang menghasilkan produk terbaik, serta dapat menentukan nilai energi metabolis produk pengolahan tersebut pada ayam pedaging. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak lengkap (RAL). Penelitian tahap pertama dengan peubah kandungan protein kasar dan lemak kasar produk pengolahan dirancang dengan enam perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan merupakan kombinasi dari cara pengolahan, yaitu: pengolahan kimiawi dengan penambahan asam organik sebanyak 2% (K1), 3% (K2) dan 4% (K3); dan pengolahan biologis dengan penambahan molases sebanyak 10% (B1), 20% (B2), dan 30% (B3). Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap kandungan protein kasar dan lemak kasar, serta nilai energi metabolis produk pengolahan. Dari hasil penelitian di atas maka dapat disimpulkan bahwa cara pengolahan terbaik pada limbah ikan tuna adalah dengan menambahkan asam organik sebesar 3% (silase kimiawi). Produk pengolahan menghasilkan kandungan protein kasar sebesar 36,10%; lemak kasar sebesar 8,52%; dan nilai energi metabolisnya adalah 3004 kkal/kg.

***Kata Kunci: Pengolahan, Kimiawi, Biologis, Silase Ikan, Protein Kasar, Lemak Kasar, Energi Metabolis, Ayam Pedaging.***

---

<sup>\*)</sup> Sumber Dana DIKS Universitas Padjadjaran Tahun Anggaran 2004.

<sup>\*\*)</sup> Staf Pengajar Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Unpad.

**THE EFFECT OF MANNER PROCESSING OF TUNA WASTE (*Thunnus atlanticus*) ON NUTRIENT CONTENT AND METABOLIZABLE ENERGY AT BROILER**

**(A b u n , Denny Rusmana, Deny Saefulhadjar)**

**SUMMARY**

Tuna waste which consist head, gut content, raw material and bone was feed protein potensy. In spite of not handling then rapid damage and putrid, so that to be processed. Anything will be silage processed, both as chemically or biologically. As chemically processed was added organic acid, otherwise as biologically was added lacted bacterial and carbohydrate with could live as anaerobic. The fish silage have high nutrient, give taste and particular smell, high digestible and availybility of amino acid. Another superiority of this processed were not to be polution. This research was conducted in Laboratoy of Poltry Nutrition, Non Ruminant and Feed Industry, Padjadjaran University, Jatinangor-Sumedang, for two monts since June-July 2004. The aim research was to know and study of the effect of manner processed on nutrient (crude protein and extract ether) of waste of tuna and tu conclude its metabolizable energy value on broiller. The research used Experimental Design with Completelly Randomized Design. The first stage which of crude protein and extract ether variables was design with six treatments and four eplicated. The treatments were combine of manner processed, i.e. as chemically wich added of organic acid 2% (K1), 3% (K2), 4% (K3), and as biologically which added molases 10% (B1), 20% (B2), and 30% (B3). The statistics analyzed showed that treatments high significantly ( $P < 0.01$ ) on crude protein and extract ether content and metabolizable energy value of product. The conclusion of that research at the best of manner processed of waste of tuna was added organic acid 3% (chemically silage). The product of processed gave protein content 36. 10%, ether extract 8.52%, and metabolizable energy value was 3004 kcal/kg.

***Key words : Processed, chemicdly, biologically, fish silage, crude protein, extract ether, Metabolizable Energy, broiller.***

## KATA PENGANTAR

**Assalamu'alaikum, wr.wb.**

Puji syukur penulis panjatkan ke Hadirat Allah Swt, karena atas Rahmat-Nya, laporan hasil penelitian ini dapat diselesaikan. Judul lapcran penelitian ini adalah “Pengaruh Cara Pengolahan Limbah Ikan Tuna (*Thunnus atlanticus*) terhadap Kandungan Gizi dan Nilai Energi Metabolis pada Ayam Pedaging”.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Rektor Universitas Padjadjaran dan Bapak Ketua Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran, yang atas perkenannya penelitian ini dapat berlangsung melalui pembiayaan dana DIKS Unpad tahun anggaran 2004.
2. Bapak Dekan Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, yang telah memberikan kepercayaan untuk melakukan penelitian ini.
3. Kepala Laboratorium Nutrisi Ternak Unggas, Non Ruminansia dan Industri Makakanan Ternak, Jurusan Nutisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, yang telah memberikan izin penggunaan laboratorium.
4. Semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

Akhirnya penulis berharap laporan hasil penelitian ini bermanfaat bagi berbagai pihak yang memerlukannya.

Jatinangor, Oktober 2004

Penulis,

## DAFTAR ISI

| BAB  | Halaman |
|--|---------|
| ABSTRAK .....  | iii     |
| ABSTRACT .....   | iv      |
| KATA PENGANTAR .....   | v       |
| DAFTAR ISI .....   | vi      |
| DAFTAR TABEL .....   | viii    |
| DAFTAR LAMPIRAN .....  | ix      |
| I. PENDAHULUAN .....   | 1       |
| 1.1. Latar Belakang .....  | 1       |
| 1.2. Perumusan Masalah .....   | 2       |
| 1.3. Metode Penelitian .....   | 3       |
| 1.4. Lokasi dan Lama Penelitian .....  | 3       |
| II. TINJAUAN PUSTAKA .....   | 4       |
| 2.1. Deskripsi Ikan Tuna dan Potensinya .....  | 4       |
| 2.2. Pengertian Silase Ikan .....  | 6       |
| 2.3. Pengolahan Limbah Ikan Tuna Menjadi Produk Silase Sebagai<br>bahan Pakan Ransum Ayam Pedaging ..... | 6       |
| 2.4. Energi Metabolis dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya..   | 9       |
| 2.5. Retensi Nitrogen sebagai Faktor Koreksi dalam Pengukuran<br>Energi Metabolis .....                  | 11      |
| III. TUJUAN DAN MANFAAT HASIL PENELITIAN .....   | 12      |
| 3.1. Tujuan Penelitian .....   | 12      |
| 3.2. Manfaat Hasil Penelitian .....  | 12      |

|   |    |
|---|----|
| IV. BAHAN DAN METODE PENELITIAN .....                         | 13 |
| 4.1. Ruang Lingkup Percobaan.....                             | 13 |
| 4.2. Penelitian Tahap Pertama.....                            | 13 |
| 4.2.1. Alat dan Bahan Percobaan .....                         | 13 |
| 4.2.2. Prosedur Pembuatan Silase Kimiawi .....                | 14 |
| 4.2.3. Prosedur Pembuatan Silase Biologis .....               | 14 |
| 4.2.4. Variabel Penelitian dan Pengukurannya .....            | 15 |
| 4.2.5. Rancangan Percobaan .....                              | 15 |
| 4.3. Penelitian Tahap Kedua .....                             | 18 |
| 4.3.1. Alat dan bahan Percobaan .....                         | 18 |
| 4.3.2. Ransum Perlakuan .....                                 | 18 |
| 4.3.3. Prosedur Percobaan .....                               | 19 |
| 4.3.4. Peubah yang Diamati dan Cara Pengukurannya .....       | 19 |
| 4.3.5. Rancangan Percobaan dan Analisis Statistika .....      | 20 |
| V. HASIL DAN PEMBAHASAN .....                                 | 21 |
| 5.1. Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Protein Kasar..... | 21 |
| 5.2. Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Lemak Kasar.....   | 26 |
| 5.3. Pengaruh Perlakuan terhadap Nilai Energi Metabolis.....  | 30 |
| VI. KESIMPULAN DAN SARAN .....                                | 34 |
| 6.1. Kesimpulan .....   | 34 |
| 6.2. Saran .....  | 34 |
| DAFTAR PUSTAKA .....  | 35 |
| LAMPIRAN .....  | 37 |

## DAFTAR TABEL

| No. |  | Halaman |
|-----|--|---------|
| 1.  | Rataan Kandungan Protein Kasar Limbah Ikan Tuna Produk Pengolahan .....  | 22      |
| 2.  | Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Protein Kasar Produk Pengolahan Limbah Ikan Tuna.....                      | 23      |
| 3.  | Rataan Kandungan Lemak Kasar Limbah Ikan Tuna Produk Pengolahan .....  | 26      |
| 4.  | Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Lemak Kasar Produk Pengolahan Limbah Ikan Tuna.....                        | 28      |
| 5.  | Rataan Nilai Energi Metabolis Limbah Ikan Tuna Produk Pengolahan serta Tanpa Pengolahan .....  | 31      |
| 6.  | Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Perlakuan terhadap Nilai Energi Metabolis Limbah Ikan Tuna Produk Pengolahan dan Tanpa Pengolahan ..... | 32      |



## DAFTAR LAMPIRAN

| No. |   | Halaman |
|-----|---|---------|
| 1.  | Kandungan Protein Kasar Limbah Ikan Tuna.....                                       | 37      |
| 2.  | Kandungan Lemak Kasar Limbah Ikan Tuna.....   | 38      |
| 3.  | Analisis Statistik Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Protein Kasar.....         | 39      |
| 4.  | Analisis Statistik Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Lemak Kasar.....           | 40      |
| 5.  | Kandungan Energi Bruto Limbah Ikan Tuna.....  | 41      |
| 6.  | Hasil Pengamatan Kandungan Energi Metabolis Limbah Ikan Tuna Produk Pengolahan..... | 42      |
| 7.  | Analisis Statistik Pengaruh Perlakuan terhadap Nilai Energi Metabolis.....          | 43      |
| 8.  | Personalia Peneliti .....   | 44      |

# I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pemenuhan keperluan ransum dewasa ini mengalami masa yang sulit akibat mahalannya harga bahan baku, sehingga berdampak terhadap harga ransum, khususnya ransum unggas. Pemanfaatan limbah perikanan menjadi bahan pakan dapat memberikan arti penting bagi produksi peternakan, salah satu diantaranya yang memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai bahan pakan alternatif adalah limbah ikan tuna.

Limbah ikan tuna yang terdiri atas kepala, isi perut, daging, dan tulang ikan bila diberikan secara langsung dapat menimbulkan efek negatif karena cepat rusak dan menjadi busuk, sehingga perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Salah satu usaha untuk pengolahan limbah tersebut yaitu melalui proses pembuatan silase ikan, baik secara kimiawi maupun secara biologis.

Pengolahan secara biologis dikenal sebagai proses fermentasi non-alkoholis dengan menggunakan kemampuan bakteri asam laktat dan penambahan karbohidrat yang dapat berlangsung dalam keadaan anaerobik. Adapun pengolahan secara kimiawi yaitu dengan cara diawetkan dalam kondisi asam pada tempat atau wadah dengan cara penambahan asam organik.

Limbah ikan tuna yang mengalami proses pengolahan (silase ikan), selain mempunyai nilai gizi yang tinggi juga dapat memberikan rasa dan aroma yang khas, mempunyai daya cerna tinggi serta kandungan asam amino yang tersedia menjadi lebih baik. Keunggulan lain dari silase ikan, pengolahannya tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Pemanfaatan silase limbah ikan tuna dalam ransum unggas diharapkan

dapat mengurangi penggunaan tepung ikan yang hingga kini masih bernilai input relatif tinggi.

Ayam pedaging memiliki sifat tumbuh yang cepat dalam waktu relatif singkat dan tergolong ternak yang efisien dalam menggunakan ransum. Oleh karenanya, ayam pedaging sangat memungkinkan dijadikan ternak percobaan untuk menguji kualitas produk silase limbah ikan tuna. Penggunaan produk silase limbah ikan tuna dalam ransum diharapkan dapat menimbulkan respon positif dalam menunjang pertumbuhan dan produksi ayam pedaging.

Berdasarkan uraian di atas, penulis merasa tertarik untuk mengadakan percobaan yang diawali dengan pengujian nilai gizi produk silase (kimiaawi dan biologis) limbah ikan tuna (protein kasar dan lemak kasar), dilanjutkan dengan uji biologis dari produk silase tersebut untuk menentukan kandungan energi metabolisnya pada ayam pedaging.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan pendekatan masalah di atas, maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Seberapa besar pengaruh pengolahan limbah ikan tuna (produk proses kimiaawi dan biologis) terhadap perubahan komposisi gizi (protein kasar dan lemak kasar).
2. Berapa kandungan energi metabolis limbah ikan tuna produk pengolahan tersebut pada ayam pedaging.

## **1.3. Metode Penelitian**

Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu :

1. Tahap pertama: Penentuan kandungan zat-zat makanan limbah ikan tuna produk pengolahan secara kimiaawi dan biologis (protein kasar dan lemak kasar).

2. Tahap kedua: Penentuan kandungan energi metabolis limbah ikan tuna produk pengolahan pada ayam pedaging.

Penelitian tahap pertama menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri atas enam perlakuan dan setiap perlakuan diulang empat kali. Data yang diperoleh dianalisis dengan Sidik Ragam (Uji F) dan perbedaan antar perlakuan diuji dengan menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan.

Penelitian tahap kedua adalah penentuan kandungan energi metabolis limbah ikan tuna (tanpa pengolahan dan produk pengolahan). Penelitian tahap ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri atas tiga perlakuan ransum dan setiap perlakuan diulang 10 kali. Data yang diperoleh dianalisis dengan Sidik Ragam (Uji F) dan perbedaan antar perlakuan diuji dengan menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan.

#### **1.4. Lokasi dan Lama Penelitian**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ternak Unggas, Non Ruminansia dan Industri Makanan Ternak, Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Kabupaten Sumedang. Percobaan dilaksanakan selama dua bulan, yaitu dari Bulan Juni sampai dengan Juli 2004.

## II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Deskripsi Ikan Tuna dan Potensinya

Ikan tuna (*Thunnus sp*) tergolong ikan berkualitas baik dan merupakan penghasil devisa dari sumber hayati perikanan Indonesia. Menurut James (1992) ikan tuna mempunyai ciri-ciri sebagai berikut : tubuhnya kaku dengan sisik-sisik kecil di seluruh tubuhnya, sirip belakangnya kecil dan tubunya panjang. Ikan tuna termasuk keluarga Scombridae, bentuk tubuhnya memanjang seperti cerutu atau torpedo, berwarna kebirubiruan atau biru tua, mempunyai dua sirip punggung, sirip depan biasanya pendek dan terpisah dari sirip belakang, serta mempunyai jari-jari sirip tambahan (finlet) di belakang sirip punggung dan dubur. Sirip dada terletak agak ke atas, sirip perut kecil, sirip ekor bercagak agak dalam dengan jari-jari penyokong menutup seluruh ujung hypural (Departemen Pertanian, 1983).

Spesies tuna terdiri atas *Thunnus madidihang*, *Thunnus dbakora*, *Thunnus atlanticus*, tuna mata besar (*Thunnus obesus*), dan tuna abu-abu (*Thunnus tonggol*). Perbedaan antar spesies terletak pada bentuk sirip dan warnanya. Banyak terdapat di daerah tropis dan subtropis, salah satunya terdapat di Pasifik timur. Suhu air tempat ikan ini hidup 5-13 °C (dapat sampai 23 °C). Musim penangkapan ikan tuna di perairan barat Sumatra dapat dilakukan sepanjang tahun (puncaknya pada bulan September sampai Desember), dan di perairan selatan Jawa (bulan Mei sampai Oktober) (Departemen Pertanian, 1983).

Menurut Nakamura (1991), potensi ikan tuna di seluruh dunia cukup besar, dengan tingkat regenerasi cukup tinggi, oleh karenanya tidak perlu khawatir akan habis meskipun dilakukan penangkapan dalam jumlah besar. Satu ekor ikan tuna saat bertelur bisa menghasilkan satu juta telur sehingga berjuta-juta ikan tuna dari ukuran kecil sampai tuna dewasa.

Sebagian besar lautan Indonesia memiliki persyaratan bagi kehidupan ikan tuna yaitu perairan Indonesia bagian Timur (Laut Banda, Laut Maluku dan Laut Sulawesi), dan perairan yang berhadapan dengan Samudera Indonesia (Selatan Jawa dan Barat Sumatera) serta yang berhadapan dengan Samudera Pasifik (Departemen Pertanian, 1983).

Limbah ikan tuna merupakan hasil sampingan dari pengolahan industri perikanan dan diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan alternatif untuk makanan ternak. Limbah ikan yang terdiri atas kepala, isi perut, kulit, dan tulang jumlahnya mencapai 271 000 ton per tahun (BPS, 2001). Limbah tersebut mudah rusak, sehingga perlu pengolahan. Pengolahan ditujukan untuk menghasilkan produk berprotein tinggi yang tidak mengalami kerusakan berarti selama penyimpanan beberapa bulan bahkan bertahun-tahun (Kompang 1990). Untuk meningkatkan nilai guna limbah tersebut, perlu diolah supaya lebih bermanfaat untuk bahan makanan ternak dengan cara pembuatan silase ikan.

## **2.2. Pengertian Silase Ikan**

Silase ikan adalah merupakan produk cair dari ikan atau sisasisa ikan yang diawetkan dalam suasana asam. Silase ikan dapat diolah secara kimiawi maupun

biologis. Pengolahan secara kimiawi dengan cara menambahkan asam-asam mineral atau asam organik, atau campuran keduanya. Pengolahan secara biologis adalah dengan mempergunakan kemampuan bakteri asam laktat yang terdapat pada ikan serta dengan penambahan sumber karbohidrat yang dapat menyebabkan jalannya fermentasi (Sukarsa, dkk., 1985).

Kompiang (1990) mendefinisikan bahwa silase ikan adalah ikan utuh atau sisa-sisa ikan yang diawetkan dalam kondisi asam dengan penambahan asam (silase kimia) atau dengan fermentasi/kemampuan bakteri asam laktat (silase biologis). Silase ikan yang dihasilkan berbentuk cair karena protein ikan dan jaringan struktur lainnya didegradasi menjadi unit larutan yang lebih kecil oleh enzim yang terdapat pada ikan (Gildberg, 1978). Menurut Wirahadikusuma (1968) dalam Stanton dan Yech (1976) pada proses pembuatan silase secara biologis disebut metode fermentasi. Pada proses fermentasi tersebut diperlukan suatu bahan yang kaya akan karbohidrat sebagai sumber energi bagi pertumbuhan bakteri asam laktat.

### **2.3. Pengolahan Limbah Ikan Tuna Menjadi Produk Silase sebagai Bahan Pakan Ransum Ayam Pedaging**

Pengolahan limbah ikan tuna secara kimiawi (silase kimiawi) merupakan proses pengawetan dalam kondisi asam pada tempat atau wadah dengan cara menambahkan asam mineral, asam organik atau campurannya. Prinsip pengawetan ini adalah dengan penurunan pH dari bahan tersebut sehingga aktivitas bakteri pembusuk menjadi terhambat (Tetterson dan Windsor, 1974). Asam organik umumnya lebih mahal tetapi dapat menghasilkan silase yang dapat diberikan secara langsung kepada ternak tanpa menetralisasi terlebih dahulu. Adapun asam mineral sering menghasilkan silase yang

sangat asam sehingga perlu diretralkan terlebih dahulu, sehingga penggunaan asam organik lebih dianjurkan (Kompiang dan Ilyas, 1983).

Asam organik yang biasa digunakan adalah asam formiat dan propionat. Menurut Saleh dan Rahayu (1981) bahwa campuran asam formiat dan propionat menghasilkan silase ikan terbaik. Perbandingan asam formiat dengan propionat adalah 1 : 1 dengan penggunaan sebanyak 3%. Penggunaan asam kurang dari 3%, silase yang dihasilkan akan mudah terserang jamur dan penurunan pH relatif lambat (Kompiang dan Ilyas, 1993).

Pengolahan limbah ikan tuna secara biologis (silase biologis) merupakan proses biokimia yang secara aktif dilakukan oleh kelompok bakteri asam laktat dengan penambahan sumber karbohidrat melalui fermentasi dalam keadaan anaerob (Yunizal, 1986). Menurut Indriati (1983) bahwa silase ikan biologis umumnya dibuat dengan menambahkan karbohidrat pada ikan yang telah digiling. Sumber karbohidrat yang digunakan dapat berupa tepung tapioka, molases, dedak ataupun sumber karbohidrat lainnya disertai dengan ataupun tanpa penambahan ragi dan starter kultur.

Pada proses silase secara biologis, bakteri asam laktat akan merubah gula menjadi asam organik yang mengakibatkan terjadinya penurunan pH. Proses fermentasi untuk perubahan karbohidrat menjadi asam laktat adalah secara anaerob dan dibagi menjadi tiga bagian, yaitu: (1) Mula-mula pati dalam karbohidrat diuraikan menjadi maltosa, (2) Molekul-molekul maltosa dipecah menjadi molekul glukosa oleh enzim maltase dan (3) Bakteri asam laktat mengubah glukosa menjadi asam laktat. Sumber karbohidrat yang umum dipakai pada pembuatan silase ikan secara biologis adalah molases. Molases merupakan sumber energi yang murah, karena merupakan limbah dari industri



pengolahan gula pasir dan masih mengandung gula sekitar 50%, baik dalam bentuk sukrosa (20-30%) maupun dalam bentuk gula pereduksi (10-30%) (Winarno, 1981).

Ciri-ciri silase yang baik menurut Yeoh (1979) adalah sebagai berikut :

1. Penurunan pH cepat. Semakin lama fermentasi berlangsung, makin cepat penurunan pH dan nilai pH akhir akan semakin rendah lagi.
2. Kandungan asam laktat tinggi.
3. Kandungan asam amonia rendah ( $\text{NH}_3$ ).
4. Sedikit bakteri coli dan bakteri pembentuk anaerobik pembentuk spora.
5. Tidak ada bakteri patogen seperti *Salmonella sp* dan *Staphylococcus sp*.
6. Bau yang bisa diterima (berbau amis, tidak ada bau busuk).
7. Gas yang terjadi selama fermentasi sedikit.
8. Stabil dalam bentuk basah selama enam bulan dan dalam bentuk kering lebih dari setahun.

Keistimewaan pembuatan silase biologis adalah adanya perubahan kualitas yang disebabkan proses fermentasi yang dilakukan oleh bakteri asam laktat, mengakibatkan perubahan kimia dari suatu senyawa yang bersifat kompleks menjadi senyawa yang sederhana, dan diharapkan dapat memberikan efek positif terhadap tingkat pencernaan dan nilai energi metabolis pada ayam pedaging.

#### **2.4. Energi Metabolis dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya**

Salah satu cara untuk mengestimasi nilai energi pada produk silase limbah ikan adalah dengan menentukan nilai energi metabolisnya. Pada saat ini nilai energi metabolis merupakan suatu ukuran yang paling banyak dianut, karena praktis dalam

aplikasi terutama untuk penyusunan ransum ternak unggas. Pengukuran energi ini sesuai untuk semua tujuan termasuk hidup pokok, pertumbuhan, penggemukan dan produksi telur, sehingga energi metabolis dapat digunakan sepenuhnya untuk berbagai proses metabolik dalam tubuh (Ewing, 1963; Wahju, 1994). Selanjutnya Wahju (1994), menambahkan bahwa pada penentuan nilai energi metabolis pakan atau ransum menunjukkan variasi sekitar 2-5%, sedangkan pada penentuan nilai energi produktif variasinya sampai 20%.

Kebutuhan energi metabolis untuk hidup pokok adalah paling besar yaitu 65% dari kebutuhan energi metabolis total. Kebutuhan energi tersebut bergantung kepada besar, umur dan jenis ayam serta aktivitas ayam tersebut (Card, 1961). Energi metabolis total berkisar antara 70 – 90% dari energi brutonya (Scheible, 1979).

Telah diketahui bahwa energi metabolis bahan makanan bergantung kepada beberapa faktor antara lain tingkat pemberian bahan makanan dalam ransum (Sibbald, 1975). Lebih lanjut Sibbald (1961) yang disitir Guirguis (1976), mengemukakan bahwa energi metabolis suatu bahan makanan meningkat sejalan dengan meningkatnya pemberian bahan makanan tersebut dalam ransum. Olsen, dkk., (1961) yang juga disitir Guirguis (1976), berpendapat bahwa energi metabolis bahan makanan menurun sejalan dengan meningkatnya jumlah konsumsi bahan makanan tersebut. Namun pendapat ini kurang sejalan dengan pernyataan Ewing (1963), yang menyatakan bahwa kandungan energi metabolis tidak dipengaruhi oleh tingkat bahan makanan yang dikonsumsi, kecepatan pertumbuhan, keseimbangan zat-zat makanan dan perlakuan hormon. Energi metabolis juga ditentukan oleh spesies dan strain ayam, misalnya ayam white leghorn menghasilkan energi metabolis yang lebih tinggi dibandingkan dengan ayam white rocks

(Sibbald dkk, 1960). Umur ayam tidak banyak berpengaruh, walaupun energi metabolis suatu bahan makanan atau ransum yang ditentukan dengan menggunakan unggas berumur dua minggu sampai dengan enam belas bulan (Sibbald dkk., 1960). Faktor lain yang mempengaruhi nilai energi metabolis adalah daya cerna bahan makanan dan ransum. Daya cerna rendah menyebabkan banyak energi yang hilang melalui feces, sebaliknya daya cerna yang tinggi menyebabkan energi hilang melalui feces sedikit. Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang erat antara energi metabolis dengan daya cerna (Mc. Donald, 1978). Sibbald dkk. (1960), melaporkan bahwa energi metabolis tidak dipengaruhi oleh jenis kelamin ayam. Pernyataan ini sejalan dengan penelitian lanjutan Sibbald dan Morse (1983) yang mempertegas bahwa energi metabolis bahan makanan yang diteliti tidak berbeda nyata antara yang ditentukan pada ayam jantan maupun ayam betina.

Nilai energi metabolis dari beberapa bahan makanan dapat diperbaiki dengan pengolahan, seperti dari hasil penelitian Leong dkk. (1961), yang disitir Wahyu (1994), bahwa jawawut dapat ditingkatkan nilai energi metabolisnya dengan merendam dalam air sebelum diberikan kepada ayam atau sebelumnya ransum yang mengandung jawawut ditambah preparat enzim yang diperoleh dari hasil fermentasi dengan kapang. Pernyataan ini diharapkan bahwa nilai energi metabolis produk silase limbah ikan menunjukkan nilai yang relevan dalam rangka memanfaatkan limbah ikan dan menghasilkan produk berkualitas, ditinjau dari nilai energi yang dihasilkan.

## **2.5. Retensi Nitrogen sebagai Faktor Koreksi dalam Pengukuran Energi Metabolis**

Keseimbangan nitrogen merupakan faktor koreksi terhadap energi metabolis. Koreksi terhadap nitrogen yang diretensi perlu dilakukan mengingat tidak semua energi bruto dari makanan digunakan oleh tubuh, tetapi sebagian hilang melalui urine (Scott, dkk., 1982). Wahyu (1994) menyatakan bahwa meningkatnya konsumsi nitrogen akan menimbulkan peningkatan retensi nitrogen, sehingga memberikan pengaruh terhadap nilai energi metabolis. Karena itu untuk keseragaman perhitungan, digunakan retensi nitrogen sama dengan nol. Hal ini dilakukan dengan cara menambahkan sejumlah asam urat pada ekskreta yang setara dengan nitrogen yang diretensi yaitu sebesar 8,22 kkal/g (Scott, dkk., 1982). Hal ini berdasarkan asumsi bahwa urine ayam normal sebagian besar terdiri atas asam urat yang mempunyai nilai energi bruto sebesar 8,22 kkal/g.

### **III**

## **TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

### **3.1. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui dan mempelajari pengaruh pengolahan limbah ikan tuna (produk proses kimiawi dan biologis) terhadap perubahan komposisi gizi (protein kasar dan lemak kasar).
2. Mengetahui kandungan energi metabolis limbah ikan tuna produk pengolahan pada ayam pedaging.

### **3.2. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan sumbangan pemikiran dalam upaya meningkatkan nilai manfaat limbah ikan tuna yang diolah melalui proses kimiawi dan biologis (silase kimiawi dan biologis) sebagai salah satu bahan pakan alternatif sumber protein hewani dalam menyusun ransum unggas, khususnya ayam pedaging.

## IV

### METODE PENELITIAN

#### 4.1. Ruang Lingkup Percobaan

Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu :

1. Tahap pertama: Penentuan kandungan zat-zat makanan limbah ikan tuna produk pengolahan secara kimiawi dan biologis (protein kasar dan lemak kasar).
2. Tahap kedua: Penentuan kandungan energi metabolis limbah ikan tuna produk pengolahan.

#### 4.2. Penelitian Tahap Pertama

##### 4.2.1. Alat dan Bahan Percobaan

1. Limbah ikan tuna (kepala, jeroan, kulit, tetelan dan sirip).
2. Molases
3. Kantong plastik
4. Stoples
5. Pengaduk, penggiling, pisau untuk menghancurkan limbah ikan.
6. Asam formiat.
7. Asam propionat.
8. Timbangan O-hauss
9. PH meter.
10. Pacum pump
11. Bahan kimia untuk analisis protein dan lemak.
12. Bomb kalorimeter untuk mengukur energi bruto.

#### **4.2.2. Prosedur Pembuatan Silase Secara Kimiawi**

1. Limbah ikan tuna dicincang sehalus mungkin.
2. Asam formiat dan propionat ditambahkan sebanyak 2; 3; dan 4% (sesuai dengan perlakuan) dari berat total bahan mentah, dengan perbandingan asam formiat : propionat 1 : 1.
3. Campuran tersebut diaduk 3-4 kali setiap hari selama empat hari, kemudian hari ke-5 sampai ke-8 diaduk satu kali sehari.
4. Produk silase yang sudah jadi dikeringkan kemudian dianalisis kandungan protein kasar dan lemak kasarnya (analisis proksimat).

#### **4.2.3. Prosedur Pembuatan Silase Secara Biologis**

1. Limbah ikan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian dicincang/digiling sehalus mungkin.
2. Penggunaan molasses sebagai sumber karbohidrat sebanyak 10; 20; dan 30% (sesuai dengan perlakuan) dari berat limbah ikan segar, yang kemudian diaduk sampai merata.
3. Campuran tersebut dimasukkan ke dalam kantong plastik atau wadah, selanjutnya udara dikeluarkan dengan menggunakan vacuum pump, kemudian disimpan selama 21 hari untuk difermentasi dalam keadaan anaerob.
4. Produk silase yang sudah jadi dikeringkan kemudian dianalisis kandungan protein kasar dan lemak kasarnya (analisis proksimat).

#### **4.2.4. Variabel Penelitian dan Pengukurannya**

Pada percobaan tahap pertama, variabel yang diukur adalah :

1. Kandungan protein kasar awal dan akhir produk silase kimiawi dan kandungan protein kasar awal dan akhir produk silase biologis.
2. Kandungan lemak kasar awal dan akhir produk silase kimiawi dan kandungan lemak kasar awal dan akhir produk silase biologis.

Perlakuan terpilih pada penelitian tahap pertama dipakai untuk penelitian tahap kedua. Perhitungan perubahan komposisi gizi, yaitu:

$$\text{Perubahan Komposisi Gizi (\%)} = \frac{K_2 - K_1}{K_1} \times 100 \%$$

Keterangan :  $K_1$  = Komponen gizi (protein kasar dan lemak kasar) sebelum dibuat silase  
 $K_2$  = Komponen gizi (protein kasar dan lemak kasar) sesudah pembuatan silase.

#### 4.2.5. Rancangan Percobaan

Percobaan tahap pertama dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri atas 6 perlakuan dan masing-masing diulang 4 kali (Steel dan Torrie, 1995). Perlakuannya adalah silase kimiawi (k) dan silase biologis (b), yaitu:

1. k1 = penambahan asam sebanyak 2%;
2. k2 = penambahan asam sebanyak 3%;
3. k3 = penambahan asam sebanyak 4%;
4. b1 = penambahan molases sebanyak 10%;
5. b2 = penambahan molases sebanyak 20%;
6. b3 = penambahan molases sebanyak 30%;



Model matematika:  $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$

Dimana:  $i = 1,2,3,4,5,6$

$j = 1,2,3,4$

Keterangan:

$Y_{ij}$  = Hasil pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

$\mu$  = Rata-rata umum

$\alpha_i$  = Pengaruh perlakuan ke-i

$\varepsilon_{ij}$  = Pengaruh komponen galat

Asumsi:

1. Nilai  $\varepsilon_{ij}$  menyebar normal dan bebas satu sama lain.

2. Nilai harapan dari  $\varepsilon_{ij} = 0$ .

3. Ragam dari  $\varepsilon_{ij} = \delta^2$ .

Jadi  $\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \delta^2)$ .

4. Pengaruh perlakuan bersifat tetap

Daftar Sidik Ragam

| Sumber Keragaman | dB            | JK  | KT  | $F_{hit}$ | $F_{tabel}$ |
|------------------|---------------|-----|-----|-----------|-------------|
| Perlakuan (t)    | $t-1 = 5$     | JKt | KTt | $KTt/KTg$ |             |
| Galat (g)        | $t(r-1) = 18$ | JKg | KTg |           |             |
| Total (T)        | $tr - 1 = 23$ | JKT |     |           |             |

Hipotesis yang diuji:

1.  $H_0 : k_1 = k_2 = k_3 = b_1 = b_2 = b_3$ .

2.  $H_1 : k_1 \neq k_2 \neq k_3 \neq b_1 \neq b_2 \neq b_3$ , atau paling sedikit ada sepasang perlakuan yang tidak sama.

Kaedah keputusan:

- Jika  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$  , maka terima  $H_0$
- Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  , maka tolak  $H_0$

Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan, menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan, dengan rumus sebagai berikut:

$$S_x = \sqrt{KTg/r}$$

$$LSR = SSR \times S_x$$

Keterangan:

$S_x$  = *Standard error*

$KTg$  = Kuadrat tengah galat

$r$  = ulangan perlakuan

$LSR$  = *Least Significant Range*

$SSR$  = *Studentized Significant Range*

Kaedah keputusan:

Bila  $d$   $\left\{ \begin{array}{l} \leq LSR, \text{ tidak berbeda nyata (terima } H_0) \\ > LSR, \text{ berbeda nyata (tolak } H_0) \end{array} \right.$

### **4.3. Penelitian Tahap Kedua**

#### **4.3.1. Alat dan Bahan Percobaan**

##### **1. Ternak Percobaan**

Ternak yang digunakan dalam percobaan ini adalah ayam pedaging final stock strain *Arbor Acres* (CP707) yang diperoleh dari perusahaan PT. Charoend Pokphand Jaya Farm Indonesia. Jumlah ayam yang digunakan sebanyak 30 ekor yang berumur 5 minggu dengan berat badan rata-rata 1300 g/ekor dan koefisien variasinya adalah (Lampiran 1). Ayam dikelompokkan ke dalam 3 perlakuan yang masing-masing diulang 10 kali, atau 30 buah unit kandang individu secara acak tanpa pemisahan jenis kelamin dan setiap kandang terdiri atas satu ekor ayam pedaging.

##### **2. Kandang dan Perlengkapannya**

Kandang yang digunakan adalah kandang individu yang berukuran 35 x 20 x 35 cm dan setiap petak kandang dilengkapi dengan tempat pakan dan tempat air minum. Pada bagian alas kandang dilapisi baki plastik yang dapat dipasang dan dilepas untuk memudahkan penampungan ekskreta.

#### **4.3.2. Ransum Perlakuan**

Ransum perlakuan yang digunakan pada percobaan ini terdiri atas:

1.  $R_1$  = limbah ikan tuna (tanpa pengolahan)
2.  $R_2$  = Produk silase limbah ikan tuna proses kimia.
3.  $R_3$  = Produk silase limbah ikan tuna proses biologis.

#### 4.3.3. Prosedur Percobaan

Ayam dipuasakan selama 36 jam, kemudian masing-masing kelompok ayam diberi perlakuan. Ransum diberikan secara *force feeding* dalam bentuk pasta yang dimasukkan lewat *oesophagus* dengan menggunakan alat suntik (sprit). Jumlah ransum yang diberikan masing-masing sebanyak 70 gram per ekor. Air minum diberikan secara *ad libitum*. Penampungan ekskreta dilakukan setelah pemberian ransum, dan ekskreta yang keluar disemprot dengan asam borat 5% setiap tiga jam, dimaksudkan agar penguapan nitrogen dapat diatasi. Lamanya penampungan ekskreta yaitu selama 36 jam. Ekskreta hasil penampungan dibersihkan dari bulu dan kotoran lainnya, kemudian ditimbang dan selanjutnya dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 45-50 °C selama tiga hari. Ekskreta yang sudah kering dianalisis kandungan nitrogen dan energi brutonya. Prosedur tersebut mengacu kepada metode yang dilakukan oleh Sibbald dan Morse (1983).

#### 4.3.4. Peubah yang Diamati dan Cara Pengukurannya

Peubah yang diamati adalah kandungan energi metabolis limbah ikan tuna, silase ikan produk proses kimiawi dan silase ikan produk proses biologis. Untuk menghitung kandungan energi metabolis bahan pakan tersebut, yaitu dengan menggunakan rumus Sibbald dan Morse (1983):

$$EMn \text{ (kkal/kg)} = \frac{(Ebr \times K) - (Je \times Ebe) - \left\{ \frac{(K \times Nr) - (Je \times Ne)}{100} \right\}}{K} \times 8,22$$

Keterangan:

- EMn = Energi metabolis bahan pakan yang dikoreksi oleh nitrogen yang diretensi (kkal/kg).
- Ebr = Energi bruto bahan pakan (kkal/kg)
- Ebe = Energi bruto ekskreta (kkal/kg)
- K = Banyaknya bahan pakan yang dikonsumsi (kg)
- Je = Jumlah ekskreta (kg)
- Nr = Nitrogen bahan pakan (%)
- Ne = Nitrogen ekskreta (%)
- 8,22 = Konstanta nilai energi dari nitrogen yang diretensi.

#### **4.3.5. Rancangan Percobaan dan Analisis Statistika**

Penelitian tahap kedua menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri atas tiga perlakuan ransum dan setiap perlakuan diulang 10 kali. Data yang diperoleh dianalisis dengan Sidk Ragam (Uji F) dan perbedaan antar perlakuan diuji dengan menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan.

Ransum perlakuan yang digunakan adalah:

1.  $R_0$  = limbah ikan tuna (tanpa pengolahan)
2.  $R_K$  = Produk silase limbah ikan tuna proses kimia.
3.  $R_B$  = Produk silase limbah ikan tuna proses biologis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1. Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Protein Kasar

Pengolahan bahan pakan dapat dilakukan secara mekanik, kimia dan biologis. Tujuan melakukan pengolahan diantaranya adalah untuk mencegah pembusukan, meningkatkan palatabilitas dan meningkatkan nilai kecernaan, yang pada gilirannya diharapkan dapat meningkatkan produktivitas ternak. Oleh sebab itu, perlu dicari bentuk pengolahan yang cocok untuk mengolah bahan pakan dalam rangka meningkatkan nilai manfaat bahan pakan.

Perlakuan pada percobaan ini adalah cara pengolahan limbah ikan tuna, yaitu secara kimiawi dan biologis. Adapun peubah yang diamatinya adalah kandungan protein kasar produk pengolahan. Data yang diperoleh pada percobaan ini adalah ditampilkan pada Tabel 1.

Kandungan protein kasar paling tinggi antar perlakuan terjadi pada K3 dengan nilai 36,17%. Setelah K3 kandungan protein kasar paling tinggi apabila diurutkan adalah K2, B2, K1, B1 dan paling rendah adalah B3. Apabila dibandingkan dengan kandungan protein kasar sebelum proses pengolahan, secara umum pengolahan secara kimiawi (K1, K2 dan K3) terjadi penurunan kandungan protein kasar dan pengolahan secara biologis (B2 dan B3) terjadi peningkatan kandungan protein kasar dari produk pengolahan, kecuali pada B1 (dapat dilihat pada Lampiran 1).

Tabel 1. Rataan Kandungan Protein Kasar Limbah Ikan Tuna Produk Pengolahan

| Ulangan | Perlakuan     |        |        |        |        |        |
|---------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|         | K1            | K2     | K3     | B1     | B2     | B3     |
|         | .....(%)..... |        |        |        |        |        |
| 1       | 34,97         | 36,25  | 35,87  | 33,75  | 35,75  | 32,98  |
| 2       | 35,11         | 35,88  | 36,48  | 34,18  | 36,18  | 33,46  |
| 3       | 34,64         | 35,74  | 35,89  | 34,11  | 36,11  | 32,52  |
| 4       | 34,78         | 36,51  | 36,42  | 33,62  | 35,62  | 32,78  |
| Jumlah  | 139,50        | 144,38 | 144,66 | 135,66 | 143,66 | 131,74 |
| Rataan  | 34,88         | 36,10  | 36,17  | 33,92  | 35,92  | 32,94  |

Pengolahan secara kimiawi (bila dibandingkan dengan sebelum diolah), terjadi penurunan kandungan protein kasar. Hal ini disebabkan karena dengan penambahan asam organik (asam formiat dan propionat) dapat menyebabkan terjadinya degradasi protein dari molekul kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana dan terlarut. Proses pengolahan secara kimia dilakukan secara aerob, jadi ada kemungkinan ikatan nitrogen terlepas dan kemudian menguap sehingga kandungan protein produk pengolahan menjadi turun.

Pengolahan secara biologis pada perlakuan B2 dan B3 (bila dibanding dengan asalnya), terjadi peningkatan kandungan protein kasar. Hal tersebut disebabkan karena adanya aktivitas mikroba anaerob yang tumbuh dan berkembang dengan memanfaatkan sumber energi (molases) menjadi biomasa sel mikroba yang kaya kandungan proteinnya. Hal inilah yang menyebabkan peningkatan kandungan protein produk pengolahan secara biologis melalui proses fermentasi anaerobik.

Apabila dilihat dari produk pengolahan, baik secara kimiawi maupun biologis seperti tercantum pada Tabel 1 di atas, kandungan protein kasarnya bervariasi. Untuk melihat produk pengolahan limbah ikan tuna terbaik terhadap kandungan protein kasar, dilakukan analisis statistik yang hasilnya ditampilkan pada Lampiran 3. Hasil analisis sidik ragam menyatakan bahwa terdapat perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) pada perlakuan. Perbedaan yang terlihat dari perhitungan statistik dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada pengaruh perlakuan terhadap kandungan protein kasar yang disajikan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Protein Kasar Produk Pengolahan Limbah Ikan Tuna.

| Perlakuan | Rataan Kandungan Protein Kasar (%) |
|-----------|------------------------------------|
| K3        | 36,17 <sup>A</sup>                 |
| K2        | 36,10 <sup>A</sup>                 |
| B2        | 35,92 <sup>A</sup>                 |
| K1        | 34,88 <sup>B</sup>                 |
| B1        | 33,92 <sup>C</sup>                 |
| B3        | 32,94 <sup>D</sup>                 |

Ket: Huruf yang berbeda pada kolom rata-rata kandungan protein kasar menunjukkan pengaruh perlakuan berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ).

Pada Tabel 2 terlihat bahwa terjadi perbedaan secara nyata antara pengaruh perlakuan K2, K3 dan B2 terhadap K1, B1 dan B2, akan tetapi antar perlakuan K2, K3 dan B2 tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata. Begitu pula terjadi perbedaan secara nyata antar perlakuan K1 terhadap B1 dan B3; dan antar B1 terhadap B3.

Kandungan protein kasar produk pengolahan secara biologis relatif lebih rendah bila dibanding dengan pengolahan secara kimiawi. Hal ini disebabkan karena pada



pengolahan secara biologis adanya penambahan molases sebesar 10% untuk B1, 20% untuk B2 dan 30% untuk B3, yang kandungan protein kasarnya adalah sebesar 6%, dan hal inilah secara proporsional dapat menurunkan kandungan protein kasar. Sedangkan pengolahan secara kimiawi dengan penambahan asam organik sebesar 2% untuk K1, 3% untuk K2 dan 4% untuk K3, secara proporsional penurunan kandungan protein hanya sedikit.

Penambahan asam organik (asam formiat dan propionat dengan perbandingan 1:1) dapat mencegah kerusakan protein melalui pengkondisian media/substrat (dalam hal ini adalah limbah ikan tuna) menjadi suasana asam. Pada kondisi asam pertumbuhan bakteri proteolitik dapat dihambat sehingga substrat tidak terurai akibat aktivitas bakteri tersebut. Apabila aktivitas bakteri proteolitik tidak dihambat, maka akan terjadi pembusukan yang menyebabkan kualitas protein menjadi turun. Sesuai dengan pendapat Tetterson dan Windsor (1974) yang menyatakan bahwa pengolahan limbah ikan tuna secara kimiawi (silase kimiawi) merupakan proses pengawetan dalam kondisi asam pada tempat atau wadah dengan cara menambahkan asam organik. Prinsip pengawetan ini adalah dengan penurunan pH dari bahan tersebut sehingga aktivitas bakteri pembusuk menjadi terhambat. Selanjutnya Gildberg (1978) mengemukakan bahwa pengolahan limbah ikan secara kimiawi menghasilkan produk berbentuk cair karena protein ikan dan jaringan struktur lainnya didegradasi menjadi unit larutan yang lebih kecil oleh enzim yang terdapat pada ikan.

Pengolahan limbah ikan secara biologis pada prinsipnya adalah dengan cara memanfaatkan mikroba (bakteri asam laktat) yang ada pada limbah ikan tersebut. Untuk pertumbuhan bakteri asam laktat dibutuhkan sumber energi yang bisa langsung

digunakan oleh bakteri tersebut. Bakteri asam laktat akan menciptakan suasana asam pada lingkungan substrat. Apabila suasana asam sudah tercipta, maka bakteri perombak protein (proteolitik) akan terhambat sehingga dapat mencegah kebusukan. Hal ini sesuai dengan pendapat Sukarsa, dkk. (1985) bahwa pengolahan secara biologis adalah dengan mempergunakan kemampuan bakteri asam laktat yang terdapat pada ikan serta dengan penambahan sumber karbohidrat (molases) yang dapat menyebabkan jalannya fermentasi. Keistimewaan pembuatan silase biologis adalah adanya perubahan kualitas yang disebabkan proses fermentasi yang dilakukan oleh bakteri asam laktat, mengakibatkan perubahan kimia dari suatu senyawa kompleks menjadi senyawa yang sederhana (Indriati, 1983; Yunizal, 1986). Akibat proses fermentasi diharapkan dapat memberikan efek positif terhadap tingkat pencernaan dan nilai energi metabolis .

Cara pengolahan memberikan pengaruh terhadap kandungan protein kasar produk pengolahan. Pengolahan secara kimiawi dengan asam organik terjadi optimalisasi produk pada perlakuan K2, yaitu pengolahan dengan penambahan asam formiat dan propionat (dengan perbandingan 1:1) sebanyak 3% dengan nilai protein kasar sebesar 36,10%. Adapun pengolahan secara biologis terjadi optimalisasi produk pada perlakuan B2 (penambahan molases 20%) dengan nilai protein kasar sebesar 35,92%. Hasil percobaan ini sesuai dengan pendapat Kompang dan Ilyas (1988) yang merekomendasikan penggunaan asam organik sebanyak 3% pada pengolahan limbah ikan secara kimiawi, dan penggunaan molases sebanyak 20% pada pembuatan silase ikan secara biologis.

## 5.2. Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Lemak Kasar

Cara pengolahan memberikan pengaruh terhadap kandungan lemak kasar produk pengolahan. Kandungan lemak kasar produk pengolahan bervariasi seperti dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Rataan Kandungan Lemak Kasar Limbah Ikan Tuna Produk Pengolahan

| Ulangan | Perlakuan     |       |       |       |       |       |
|---------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         | K1            | K2    | K3    | B1    | B2    | B3    |
|         | .....(%)..... |       |       |       |       |       |
| 1       | 8,68          | 8,79  | 7,63  | 8,42  | 8,41  | 7,13  |
| 2       | 7,99          | 8,23  | 8,02  | 7,89  | 8,17  | 7,56  |
| 3       | 8,25          | 8,88  | 7,53  | 7,92  | 7,79  | 7,67  |
| 4       | 8,46          | 8,19  | 7,81  | 8,54  | 8,35  | 6,92  |
| Jumlah  | 33,38         | 34,09 | 30,99 | 32,77 | 32,71 | 29,28 |
| Rataan  | 8,35          | 8,52  | 7,75  | 8,19  | 8,18  | 7,32  |

Kandungan lemak kasar paling tinggi antar perlakuan terjadi pada K2 dengan nilai 8,52%. Setelah K2 kandungan lemak kasar paling tinggi apabila diurutkan adalah K1, B1, B2, K3 dan paling rendah adalah B3. Apabila dibandingkan dengan kandungan lemak kasar sebelum proses pengolahan, secara umum pengolahan kimiawi (K1, K2 dan K3) terjadi penurunan kandungan lemak kasar, dan pengolahan biologis (B1, B2 dan B3) terjadi peningkatan kandungan lemak kasar produk pengolahan (dapat dilihat pada Lampiran 2).

Pengolahan kimiawi dengan menggunakan asam organik dapat menurunkan kandungan lemak. Hal ini disebabkan karena asam yang ditambahkan pada limbah ikan

dapat merombak molekul lemak yang kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana dan menjadi asam lemak tidak jenuh. Perubahan dari molekul kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana, secara proporsional dapat menurunkan kandungan lemak kasar bahan (limbah ikan tuna). Selain secara proporsional, terjadinya perubahan dari lemak kasar menjadi asam lemak tidak jenuh menyebabkan banyaknya lemak yang terlarut dan pada gilirannya kandungan lemak menjadi menurun.

Pengolahan secara biologis dengan menambahkan molases pada limbah ikan, terjadi peningkatan kandungan lemak kasar produk pengolahan. Molases yang ditambahkan berfungsi sebagai sumber energi untuk pertumbuhan mikroba (bakteri asam laktat). Meningkatnya bakteri asam laktat yang ditandai dengan menurunnya pH substrat, dapat meningkatkan kandungan lemak substrat. Hal ini disebabkan karena terjadinya perubahan dari molases yang dirombak oleh mikroba menjadi biomasa sel yang kaya mengandung lemak.

Apabila dilihat dari produk pengolahan, baik secara kimiawi maupun biologis seperti tercantum pada Tabel 3 di atas, kandungan lemak kasarnya bervariasi. Untuk melihat produk pengolahan limbah ikan tuna terbaik terhadap kandungan lemak kasar, dilakukan analisis statistik yang hasilnya ditampilkan pada Lampiran 4. Hasil analisis sidik ragam menyatakan bahwa terdapat perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) pada perlakuan. Perbedaan yang terlihat dari perhitungan statistik dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada pengaruh perlakuan terhadap kandungan lemak kasar yang disajikan pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Lemak Kasar Produk Pengolahan Limbah Ikan Tuna.

| Perlakuan | Rataan Kandungan Lemak Kasar (%) |
|-----------|----------------------------------|
| K2        | 8,52 <sup>A</sup>                |
| K1        | 8,35 <sup>A</sup>                |
| B1        | 8,19 <sup>AB</sup>               |
| B2        | 8,18 <sup>AB</sup>               |
| K3        | 7,75 <sup>BC</sup>               |
| B3        | 7,32 <sup>C</sup>                |

Ket: Huruf yang berbeda pada kolom rata-rata kandungan lemak kasar menunjukkan pengaruh perlakuan berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ).

Pada Tabel 4 terlihat bahwa terjadi perbedaan secara nyata antara pengaruh perlakuan K1 dan K2 terhadap K3 dan B3, akan tetapi antar K1 dengan K2 dan antar K3 dengan B3 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Adapun antar pengaruh perlakuan K1, K2, B1 dan B2; serta antar pengaruh perlakuan K3, B1 dan B2 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Rendahnya kandungan lemak kasar produk pengolahan secara kimiawi pada perlakuan K3 disebabkan karena terlalu banyak penambahan asam organik pada limbah ikan. Perlakuan K3 adalah penambahan asam formiat dan propionat (dengan perbandingan 1:1) sebanyak 4%. Penambahan asam organik yang terlalu banyak dapat menyebabkan kerusakan terhadap produk pengolahan. Sesuai dengan pendapat Saleh dan Rahayu (1981) yang berpendapat bahwa campuran asam formiat dan propionat menghasilkan silase ikan terbaik. Perbandingan asam formiat dengan propionat adalah 1 : 1 dengan penggunaan sebanyak 3%. Lebih lanjut Kompiani dan Ilyas (1993) mengemukakan bahwa penggunaan asam kurang dari 3%, silase yang dihasilkan akan

mudah terserang jamur serta penurunan pH relatif lambat, dan bila lebih dari 3% dapat menyebabkan penurunan kualitas produk pengolahan.

Rendahnya kandungan lemak kasar produk pengolahan secara biologis pada perlakuan B3 disebabkan karena penambahan molases yang cukup besar pada perlakuan B3, yaitu sebesar 30%. Secara proporsional penambahan molases sebanyak 30% pada pengolahan limbah ikan dapat menurunkan kandungan gizi, seperti kandungan protein dan lemak. Walaupun terjadi kenaikan kandungan lemak kasar dan protein kasar produk pengolahan secara biologis dibandingkan dengan sebelum proses pengolahan (lihat Lampiran 1 dan 2), akan tetapi penambahan molases yang terlalu banyak (30%) secara proporsional dapat menurunkan kandungan gizi.

Pengolahan limbah ikan tuna secara biologis (silase biologis) merupakan proses biokimia yang secara aktif dilakukan oleh kelompok bakteri asam laktat dengan penambahan sumber karbohidrat melalui fermentasi dalam keadaan anaerob (Yunizal, 1986). Produk fermentasi (silase biologis) dapat meningkatkan nilai manfaat bahan yang diolah. Hal ini disebabkan karena adanya aktivitas mikroba yang memecah molekul kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna oleh ternak. Produk fermentasi menghasilkan aroma yang lebih baik sehingga dapat meningkatkan palatabilitas.

Cara pengolahan memberikan pengaruh terhadap kandungan lemak kasar produk pengolahan. Pengolahan secara kimiawi dengan asam organik terjadi optimalisasi produk pada perlakuan K2, yaitu pengolahan dengan penambahan asam formiat dan propionat (dengan perbandingan 1:1) sebanyak 3% dengan nilai lemak kasar

sebesar 8,52%. Adapun pengolahan secara biologis terjadi optimalisasi produk pada perlakuan B2 (penambahan molases 20%) dengan nilai lemak kasar sebesar 8,18%.

### **5.3. Pengaruh Perlakuan terhadap Nilai Energi Metabolis**

Salah satu cara untuk mengestimasi nilai energi pada produk silase limbah ikan adalah dengan menentukan nilai energi metabolisnya. Pada saat ini nilai energi metabolis merupakan suatu ukuran yang paling banyak dianut, karena praktis dalam aplikasi terutama untuk penyusunan ransum unggas. Pengukuran energi ini sesuai untuk semua tujuan termasuk hidup pokok, pertumbuhan, penggemukan dan produksi telur, sehingga energi metabolis dapat digunakan sepenuhnya untuk berbagai proses metabolik dalam tubuh (Ewing, 1963; Wahyu, 1994).

Pendapat Leong dkk. (1961), yang disitir Wahyu (1994) bahwa nilai energi metabolis dari beberapa bahan makanan dapat diperbaiki melalui pengolahan, seperti halnya pengolahan limbah ikan tuna. Pernyataan ini diharapkan bahwa nilai energi metabolis produk silase limbah ikan menunjukkan nilai yang relevan dalam rangka memanfaatkan limbah ikan dan menghasilkan produk berkualitas, ditinjau dari nilai energi yang dihasilkan. Nilai energi metabolis limbah ikan tuna produk pengolahan (kimiawi dan biologis) serta energi metabolis limbah ikan tuna tanpa pengolahan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rataan Nilai Energi Metabolis Limbah Ikan Tuna Produk Pengolahan serta Tanpa Pengolahan.

| Ulangan | Perlakuan             |          |          |
|---------|-----------------------|----------|----------|
|         | R0                    | RK       | RB       |
|         | ..... (kkal/kg) ..... |          |          |
| 1       | 2955,59               | 2980,40  | 2895,23  |
| 2       | 2951,14               | 3031,88  | 2892,70  |
| 3       | 2892,31               | 2920,83  | 2886,23  |
| 4       | 2896,60               | 2984,93  | 2884,79  |
| 5       | 2947,11               | 3032,83  | 2952,17  |
| 6       | 2945,53               | 3043,05  | 2954,48  |
| 7       | 2958,54               | 2985,21  | 2892,86  |
| 8       | 2957,49               | 2978,74  | 2899,44  |
| 9       | 2892,52               | 3040,03  | 2941,14  |
| 10      | 2947,80               | 3038,56  | 2946,84  |
| Jumlah  | 29344,65              | 30036,46 | 29145,89 |
| Rataan  | 2934,46               | 3003,65  | 2914,59  |

Ket: R0 = Tanpa Pengolahan; RK = Pengolahan Kimiawi; RB = Pengolahan Biologis.

Energi metabolis paling tinggi terjadi pada perlakuan RK dengan nilai 3004 kkal/kg, kemudian R0 dengan nilai 2934 kkal/kg, dan terendah pada perlakuan RB yaitu 2915 kkal/kg. Bila dilihat dari kandungan energi brutonya (seperti tercantum pada Lampiran 5), R0 memiliki kandungan energi bruto sebesar 4429 kkal/kg; RK memiliki kandungan energi bruto sebesar 4228 kkal/kg (RK2); dan RB memiliki kandungan energi bruto sebesar 3921 kkal/kg (RB2). Nilai konversi dari energi bruto ke energi metabolis untuk R0 adalah sebesar 66,25%; RK adalah sebesar 71,05%; dan RB adalah sebesar 74,22%.



Limbah ikan tuna tanpa pengolahan memiliki nilai konversi yang sangat rendah (66,25%). Hal ini disebabkan karena bahan tersebut merupakan limbah ikan yang terdiri atas kepala, isi perut, kulit, dan tulang yang merupakan hasil sampingan dari pengolahan industri perikanan. Limbah tersebut memiliki nilai gizi yang rendah dan mudah rusak, sehingga perlu pengolahan. Pengolahan ditujukan untuk menghasilkan produk berprotein tinggi yang tidak mengalami kerusakan selama penyimpanan. Untuk melihat produk pengolahan limbah ikan tuna terbaik terhadap nilai energi metabolis, dilakukan analisis statistik yang hasilnya ditampilkan pada Lampiran 7. Hasil analisis sidik ragam menyatakan bahwa terdapat perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) pada perlakuan. Perbedaan yang terlihat dari perhitungan statistik dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada pengaruh perlakuan terhadap nilai energi metabolis yang disajikan pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Perlakuan terhadap Nilai Energi Metabolis Limbah Ikan Tuna Produk Pengolahan dan Tanpa Pengolahan.

| Perlakuan                | Rataan Nilai Energi Metabolis (kkal/kg) |
|--------------------------|---|
| RK (Pengolahan kimiawi)  | 3003,65 <sup>A</sup>                    |
| R0 (Tanpa pengolahan)    | 2934,46 <sup>B</sup>                    |
| RB (Pengolahan biologis) | 2914,59 <sup>B</sup>                    |

Ket: Huruf yang berbeda pada kolom rata-rata nilai energi metabolis menunjukkan pengaruh perlakuan berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ).

Pada Tabel 6 terlihat bahwa terjadi perbedaan secara nyata antara pengaruh perlakuan RK terhadap R0 dan RB, akan tetapi antar R0 dengan RB tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Tabel tersebut menunjukkan bahwa pengolahan secara kimiawi

(RK) menghasilkan nilai energi metabolis yang lebih tinggi dibanding dengan pengolahan secara biologis dan tanpa pengolahan.

Pengolahan secara kimiawi dengan menggunakan asam organik menghasilkan produk berbentuk cair (silase kimiawi). Hal ini disebabkan karena lemak dan protein ikan serta jaringan struktur lainnya didegradasi menjadi unit larutan yang lebih kecil oleh enzim yang terdapat pada ikan (Gildberg, 1978). Perubahan dari molekul kompleks menjadi molekul sederhana menyebabkan bahan tersebut lebih mudah dicerna dan diserap, sehingga dapat meningkatkan nilai pencernaan bahan. Meningkatnya nilai pencernaan berdampak terhadap kenaikan nilai energi metabolis. Sejalan dengan pendapat Mc. Donald (1978) yang menyatakan bahwa nilai energi metabolis dipengaruhi oleh tingkat pencernaan. Pencernaan yang rendah menyebabkan banyak energi yang hilang melalui feces, sebaliknya pencernaan yang tinggi menyebabkan energi hilang melalui feces sedikit. Nilai energi metabolis bahan pakan juga dapat meningkat dengan melakukan pengolahan terhadap bahan pakan tersebut (Leong dkk. 1961; Wahyu (1994).

Pengolahan biologis yang dilakukan adalah dengan menambahkan molases sebesar 20% ke dalam limbah ikan tuna. Penambahan molases menyebabkan kandungan energi bruto dari campuran bahan menjadi rendah (Lampiran 5). Rendahnya energi bruto bahan menyebabkan nilai energi metabolis menjadi rendah, walaupun nilai konversinya cukup tinggi yaitu sebesar 74,22%. Hal inilah yang menyebabkan nilai energi metabolis produk pengolahan secara biologis memiliki nilai yang hampir sama dengan tanpa pengolahan (tampa penambahan molases).

## VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Hasil penelitian tentang “Pengaruh Cara Pengolahan Limbah Ikan Tuna (*Thunnus atlanticus*) terhadap Kandungan Gizi dan Nilai Energi Metabolis Pada Ayam Pedaging” menunjukkan bahwa cara pengolahan kimiawi (penambahan asam formiat dan propionat dengan perbandingan 1:1, sebanyak 3%) menghasilkan produk dengan kandungan protein kasar dan lemak kasar serta nilai energi metabolis yang optimal. Kesimpulan ini ditunjang oleh hasil-hasil sebagai berikut:

1. Kandungan protein kasar produk pengolahan kimiawi (asam organik 3%) adalah sebesar 36,10%.
2. Kandungan lemak kasar produk pengolahan kimiawi (asam organik 3%) adalah sebesar 8,52%.
3. Nilai energi metabolis produk pengolahan kimiawi (asam organik 3%) adalah sebesar 3004 kkal/kg, dengan nilai konversi dari energi bruto sebesar 71,05%.

#### 6.2. Saran

Ditinjau dari cara pengolahan yang terbaik dalam hasil statistik pada kandungan protein kasar, lemak kasar dan energi metabolis, maka disarankan pengolahan limbah ikan tuna dengan cara kimiawi yaitu penggunaan asam formiat dan propionat (perbandingan 1:1) pada dosis 3%. Produk pengolahan tersebut dapat dijadikan bahan pakan alternatif sumber protein hewani dalam penyusunan ransum ayam pedaging.

## DAFTAR PUSTAKA

- BPS (Badan Pusat Statistik ). 2001. *Produksi Perikanan Laut yang dijual di Tempat Pelelangan Ikan*. Jakarta. Hal. 20.
- Card, L.E., 1961. *Poultry Production*. 9<sup>th</sup>. Ed. Lea and Febiger. Philadelphia.
- Departemen Pertanian. 1983. *Prosiding Rakernas Perikanan Tuna Cakalang*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Departemen Pertanian, Jakarta. Hal 9.
- Ewing, W.R. 1963. *Poultry Nutrition*. 5<sup>th</sup>. Ed. The Ray. Ewing Co. Pasadena, California.
- Gildberg, A. 1978. Proteolytic activity and the frequency of burst bellies in cephalin. *J. Food Technol.* 13 : 409.
- Guirguis, N., 1976. Metabolizable energy value of fats and protein concentrate for poultry: Effect as sex and inclusion level of feedstuffs. Australia. *J. Exp. Agriculture and Animal Husbandry*.
- Indriati, W. 1983. *Farm Animal*. Fift Edition. Edward Arnold Ltd, London.
- James L. Sumich. 1992. *An Introduction to The Biology of Marine Life*. Fifth Edition. Wm. C. Brown Publisher.
- Kompiang, I.P. 1990. Fish Silage and tepsil production technology. Research Institute for Animal Production. *IARD Journal*, Vol. 12 No. 4.
- Kompiang, I.P. dan S. Iyas. 1983. Silase Ikan : Pengolahan, Penggunaan, dan Prospeknya di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*. Balai Penelitian Ternak Ciawi, Bogor.
- Mc. Donald, R.A., Edwards amd J.F.D. Greenhalg, 1978. *Animal Nutrition*, 2<sup>nd</sup>.Ed. The English Language Book Society and Longman.
- Nakamura, H. 1991. Ditemukan Tujuh Jenis Ikan Tuna. Dalam *Bali Pos* 12 April 1991. Hal 10.
- Stanton, W.R. and Q.Y. Yeoh. 1976. Low Salt Fermentation Method for Conserving Trash Fish Waste under Southeast Asean Condition. Tropical Product Institut. In *Conference on Handling, Processing and Marketing of Tropical Fish*, London.
- Schaible, P.J., 1979. *Poultry Feed and Nutrition* The Avi Publishing Inc.

- Scott, M.L., M.C. Nasheim and R.J. Young, 1982. Nutrition of the Chicken. 3<sup>rd</sup>. Ed. M.L. Scott and Ithaca, New York.
- Sibbald, I.R., J.D. Summers and Slingers, 1960. Factors Affecting The Metabolism Energy Content of Poultry Feed. Poultry Science.
- Sibbald, I.R. and Morse 1983. The effect of level intake on metabolizable energy values measured with adult rooster. Poultry Science.
- Steel, R.G.D. dan K.H. Torrie. 1995. *Principle and Procedure of Statistics. A Biometrical Approach*. Third Edition. Mc Graw-Hill Book Co., Inc. New York. 380 hal.
- Sukarsa, D.R. Nitibaskara dan Suwandi. R. 1985. *Penelitian Pengolahan Silase Ikan dengan Proses Biologis*. IPB, Bogor.
- Tetterton, I.N. dan M.I. Windsor. 1974. Fish Silage. *J. Sci. Food Agriculture*. 25;369.
- Wahju, J. 1994. Ilmu Nutrisi Unggas. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Winarno, F.G. 1981. *Teknologi dan Pemanfaatan Limbah Pengolahan Gula Tebu*. Pusbangtepa/FTDC. IPB, Bogor.
- Yeoh Q.I. 1979. Fermentation Methode for Preservation of Fish and Fish Tans. *Ph.D Thesis*. University of Malaya, Kuala Lumpur.
- Yunizal. 1986. Teknologi Pengawetan Ikan dengan Proses Silase. In Fish Manual Seri No. 26. Direktorat Jenderal Perikanan, Jakarta.