

## Proses Pembelajaran 10.

### Bahan Pakan Limbah

Pada kegiatan belajar ini anda akan mempelajari beberapa jenis bahan pakan limbah pertanian yang merupakan sisa dari hasil industri pertanian. Dengan pengetahuan ini maka mahasiswa akan dapat memanfaatkan bahan pakan limbah dengan berbagai pengetahuannya, mulai dari manfaat dan masalah ketika menggunakan bahan pakan limbah dalam pakan ternak.

#### A. Produksi Ampas Tahu

Kacang kedele (*Glycine max* (L) Merrill) adalah tanaman dari bangsa legum yang dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan sumber minyak nabati. Pada awalnya, kedelai dikenal dengan beberapa nama botani, yaitu *Glycine soja* dan *Soja max*. Namun pada tahun 1948 telah disepakati bahwa nama botani yang dapat diterima dalam istilah ilmiah, yaitu *Glycine max* (L.) Merrill. Tanaman ini merupakan tanaman yang berasal dari daratan Cina dan telah dibudidayakan oleh manusia sejak 2500 SM. Perdagangan antarnegara yang terjadi pada awal abad ke-19 telah menyebabkan tanaman kedelai ini juga ikut tersebar ke berbagai negara diseluruh dunia. Kedelai mulai dikenal di Indonesia sejak abad ke-16. Awal mula penyebaran dan pembudidayaan kedelai yaitu di Pulau Jawa, kemudian berkembang ke Bali, Nusa Tenggara, dan pulau-pulau lainnya.

Penggunaan kedelai sebagai makanan manusia dalam bentuk tempe, tahu, kecap, tauco dan makanan lainnya sudah lama dikenal masyarakat Indonesia sehingga pemasaran kedelai dalam negeri tidak menemui kesulitan. Hal ini mendorong minat pemilik modal mendirikan perusahaan pengelolah bahan mentah kedelai menjadi bahan makanan. Salah satu industri dalam pengolahan kedele adalah industri pembuatan tahu.

Tahu telah lama dikenal sebagian bagian dari menu keseharian di beberapa negara seperti: Jepang, Thailand dan Indonesia. Proses pembuatan tahu menghasilkan ampas tahu. Ampas tahu dapat digunakan sebagai campuran pakan ternak. Data mengenai produksi kedele nasional dalam 8 tahun terakhir relatif menurun, lihat Tabel. Secara nasional penurunan produksi kacang kedele sebesar 3% pertahun. Hampir seluruh wilayah di Indonesia terjadinya penurunan produksi kedele, kecuali Bali dan Nusa Tenggara yang mengalami kenaikan produksi sebesar 2,7%.

Tabel 5.1. Produksi kacang kedele Nasional (ton)

Wilayah	Tahun		Peningkatan/ tahun (%)
	2000	2008	

Sumatra	133.691	83.958	-4,7
Jawa	712.543	518.997	-3,4
Bali dan Nusa Tenggara	88.115	106.724	2,7
Kalimantan	17.859	9.818	-5,7
Sulawesi	55.783	47.649	-1,9
Maluku dan Papua	9.733	8.564	-1,6
Indonesia	1.017.634	775.710	-3,0

Sumber: BPS, 2008

Ampas tahu adalah hasil buangan dari industri pembuatan tahu yang banyak terdapat di Indonesia. Ampas tahu masih kurang dimanfaatkan, bahkan terlihat dibuang begitu saja sehingga dikuatirkan akan mengganggu kesehatan lingkungan. Keadaan ini disebabkan karena masyarakat belum banyak mengetahui cara pengolahannya sebagaimana dilakukan oleh sebagian orang yang telah mengolah ampas tahu menjadi suatu produk bahan makanan seperti oncom.

Ada dua tahapan dalam pembuatan tahu yakni pembuatan susu kedele dan penggumpalan protein dari susu kedele. Teknis pembuatannya adalah kedele direndam selama 12 jam pada suhu 25°C. Kemudian digiling dengan menambahkan air panas agar supaya lebih banyak protein terlarut didapatkan. Perebusan dilakukan pada suhu 110°C selama 10 menit kemudian disaring. Penggumpalan dilakukan pada suhu 70-85°C dengan penambahan  $\text{CaSO}_4$  sebanyak 2-3%. Kemudian disaring dan gumpalan tahu dicetak. Setelah pencetakan segera direndam di air dingin yang bersuhu 5°C selama 60-90 menit. Bobot ampas tahu yang didapat berkisar 1,12 kali bobot kedele kering.

Data mengenai produksi ampas tahu nasional tidak pernah dilaporkan. Hal ini karena industri ampas tahu lebih bersifat industri rakyat yang dikelola secara tradisional tanpa adanya informasi data base yang lengkap. Dengan asumsi 40% produksi kedele nasional digunakan untuk pembuatan tahu, diperkirakan sekitar 435.000 ton produksi tahu nasional pada tahun 2008. Dengan berat kering sekitar 10%, maka sekitar 4.350 ton ampas tahu kering diproduksi pada tahun yang sama. Produksi ini adalah produksi dengan dugaan terendah. Hal ini karena Indonesia juga mengimpor kacang kedele cukup tinggi.

## **B. Kandungan Nutrisi Ampas Tahu**

Ampas tahu bila diproses sebagai bahan pakan ternak akan lebih bermanfaat, karena ampas tahu mengandung zat gizi yang cukup baik untuk pakan ternak. Kandungan nutrisi ampas tahu dalam keadaan segar sangat bervariasi dengan kandungan protein berkisar 2-7% (lihat Tabel

5.2). Kandungan serat kasar juga bervariasi dari 0,62 sampai 5,45%. Variasi ini disebabkan karena kandungan air ampas tahu dan kultivar kacang kedele. Kandungan nutrisi ampas tahu yang diproduksi di Indonesia relatif mengandung nutrisi yang lebih rendah dengan ampas tahu yang diproduksi di Jepang. Tabel 5.3 menunjukkan bahwa kandungan protein ampas tahu di Jepang sekitar 32,9% sementara ampas tahu yang diproduksi di Indonesia berkisar 25,7%.

Tabel 5.2. Variasi kandungan nutrisi ampas tahu berdasarkan berat segar

	Air	PK	LK	BETN	SK	Abu	PKT	TNT
Maksimum	85,53	7,52	4,09	13,84	5,45	2,28	6,39	26,21
Minimum	71,55	2,42	0,72	3,81	1,91	0,52	2,06	12,31
Rata-rata	79,34	5,39	2,33	8,82	3,26	0,86	4,58	18,77
STD	2,26	0,92	0,71	1,26	0,62	0,17	0,78	2,28

Keterangan: PK: Protein kasar; LK: lemak kasar; BETN: bahan ekstrak tanpa nitrogen; SK: serat kasar, PKT: protein kasar tercerna, TNT: total nutrisi tercerna dan STD: standar deviasi.

Tabel 5.3. Analisis proksimat dari Ampas tahu

Bahan pakan	BK	PK	LK	SK
Ampas tahu (okara)	23.3	32.9	12.7	11.7
Ampas tahu (Indonesia)	10.8	25.7	5.3	14.5
Tahu	35,6	61,6	27,2	1,05*
Bungkil kedele	90.0	44,0	0,8	7,0
Kedele	85.4	38.4	4.8	17.8

\* Kandungan Acid detergent fibre

Tingginya kandungan protein pada ampas tahu mengindikasikan bahwa ampas tahu dapat digunakan sebagai bahan pakan sumber protein. Kecernaan protein juga sangat tinggi sekitar 85%. Asam amino yang terdapat pada ampas tahu juga relatif tinggi dan dapat mencukupi kebutuhan asam amino untuk ayam broiler fase starter. Faktor pembatas dalam asam amino adalah kandungan asam amino yang mengandung sulfur (cysteine dan methionine) cukup rendah. Energi metabolis dari ampas tahu untuk ternak bebek umur 6 minggu sekitar 2030 k cal/kg.

Tabel 5.4. Kandungan asam amino ampas tahu

Asam amino	Komposisi (%)	Kebutuhan 0 – 3 minggu ayam broiler (NRC, 1994)
------------	---------------	---

Arginine*	1,82	1.25
Cysteine	0,36	(Cys + Meth) 0.90
Glycine	1,32	(Glycine + serine) 1.25
Histidine*	0,91	0.35
Isoleucine*	1,16	0.80
Leucine*	2,22	1.20
Lysine*	1,91	1.10
Methionine*	0,31	(Cys + Meth) 0.90
Phenilalanine*	1,53	(Phenil + Tyrosine) 1.34
Threonine*	1,24	0.80
Tyrosine	1,06	(Phenil + Tyrosine) 1.34
Serine	1,53	(Glycine + serine) 1.25
Valine*	1,30	0.90
Tryptophan*	Tidak terdeteksi	0.20

Sumber: Prapakhorn et al., (1999)

Kualitas protein ampas tahu lebih baik dari pada kacang kedele. Hal ini disebabkan karena ampas tahu telah mengalami proses pemanasan. Ini berarti bahwa anti nutrisi tripsin inhibitor yang terdapat dalam kacang kedele telah rusak. Ampas tahu juga mengandung unsur mineral makro dan mikro yakni; Fe sebesar 200-500 ppm, Mn sebesar 30-100 ppm, Cu sebesar 5-15 ppm. Kondisi ini mengindikasikan bahwa penggunaan ampas tahu memiliki potensi yang baik dari aspek nutrisi untuk digunakan pada ternak unggas.

### C. Penggunaan ampas tahu dalam pakan unggas

Kacang kedele adalah bahan pakan yang umum digunakan untuk ransum unggas. Penggunaan kacang kedele dalam pakan unggas dapat berupa produk utama atau by-produk dalam bentuk bungkil kacang kedele dan ampas tahu. Penggunaan by-produk bungkil kedele telah digunakan dalam proporsi yang cukup besar dalam ransum unggas setelah jagung. Penggunaan by-produk lain dari kacang kedele seperti ampas tahu dalam pakan ternak belum dimanfaatkan secara optimal di Indonesia. Padahal, pemanfaatan ampas tahu dapat menurunkan limbah ampas tahu yang di beberapa lokasi di Indonesia belum dimanfaatkan.

Penggunaan ampas tahu di Indonesia untuk pakan sapi perah dan ternak ruminansia lainnya sudah mulai umum digunakan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penggunaan ampas tahu untuk ternak ruminansia tidak menurunkan produksi ternak. Karena itu penggunaan ampas tahu pada ternak ruminansia tidak memunculkan masalah.

Pada ternak unggas, penggunaan ampas tahu belum umum digunakan. Dalam skala industri, penggunaan ampas tahu untuk pakan unggas memiliki masalah berupa tingginya kandungan air sehingga perlu upaya pengurangan kadar air ampas tahu. Kondisi ini jelas dapat meningkatkan biaya produksi. Persoalan lain penggunaan ampas tahu dalam pakan unggas adalah kualitas ampas tahu yang sangat bervariasi. Sifat bulky dari bahan pakan ini juga menimbulkan masalah secara fisik. Penambahan 20% ampas tahu dalam ransum meningkatkan nilai bulk densitas dari 1,5 (volume/berat) menjadi 2,0.

Dengan kandungan nutrisi yang cukup baik, penggunaan ampas tahu dalam ransum unggas memiliki prospek untuk digunakan dalam konsentrasi yang cukup tinggi. Prapakorn and Yamauchi (2001) menemukan bahwa penggunaan ampas tahu dengan level 0, 5, 10 dan 15% cenderung meningkatkan bobot badan secara linear dengan peningkatan kandungan ampas tahu dalam ransum. Temuan ini menjadi rekomendasi bahwa ampas tahu pada ayam broiler dapat digunakan sampai level 15%.

Untuk ayam ras petelur, penggunaan ampas tahu dalam ransum dapat menurunkan kandungan energi metabolis. Hal ini diakibatkan karena menurunnya daya cerna pakan akibat dari tingginya kandungan serat kasar pada ampas tahu. Produksi telur, pertambahan bobot badan dan konsumsi pakan juga secara linear menurun dengan penambahan ampas tahu dalam ransum. Penurunan ini mengindikasikan kualitas ransum untuk ayam petelur menurun akibat penambahan ampas tahu (Tabel 5.5).

Tabel 5.5. Performa ayam petelur yang diberikan ampas tahu dalam ransum selama 32 hari penelitian.

Produksi	Ampas tahu dalam ransum (%)		
	0	10	20
Konsumsi (g/ekor/hari)	114	96,5	90,6
PBB (g/ekor/hari)	110	-115,0	-152,5
Produksi telur (%)	76,1	68,2	64,6
Bobot telur (g)	72,4	70,4	72,7
Konsumsi pakan (kg) / telur (kg)	0,66	0,67	0,52
Ketebalan kerabang telur (mm)	0,36	0,33	0,34
Kekuatan kerabang telur (kg/cm <sup>3</sup> )	2,74	2,90	2,47
Haugh unit	81,2	81,3	82,6

Sumber: Prapakorn et al., (1999); PBB: pertambahan bobot badan.

Walaupun dari aspek kuantitas, nutrisi yang terdapat dalam ampas tahu relatif cukup, tetapi dari aspek kualitas sangat rendah. Karena itu upaya peningkatan kualitas ampas tahu telah menjadi perhatian di negara – negara penghasil ampas tahu. Teknologi fermentasi digunakan untuk meningkatkan kualitas ampas tahu.

### **Produksi Bungkil Inti sawit**

Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq*) adalah tanaman bangsa palma yang hidup didaerah tropis. Ada dua jenis kelapa sawit yang sering ditanam, yakni: Dura dan Pisifera. Perbedaan dari dua jenis kelapa sawit ini adalah dari aspek ketebalan tempurung kelapa sawit. Dura memiliki tempurung kelapa sawit yang tebal sedangkan Pisifera memiliki inti sawit yang kecil dan tidak memiliki tempurung kelapa sawit. Persilangan antara tanaman pisifera jantan dengan Dura betina menghasilkan jenis baru yakni, Tenera. Jenis baru inilah yang paling banyak ditanam untuk industri tanaman kelapa sawit.

Buah kelapa sawit terdiri dari dua bagian yakni bagian luar (mesocarp) dan bagian dalam tempurung kelapa sawit. Minyak kelapa sawit diekstrak dari bagian mesocarp (sabut). Proses ekstraksi minyak kelapa sawit menghasilkan produk limbah yang disebut serat sawit (palm press fibre). Minyak inti sawit diekstrak dari inti sawit (endosperm; bagian putih yang dibungkus oleh tempurung kelapa sawit). Limbah yang diperoleh dari ekstraksi minyak inti sawit disebut bungkil inti sawit (palm kernel meal). Sebelum ekstraksi minyak inti sawit, tempurung kelapa sawit dipecahkan untuk mendapatkan inti sawit. Bungkil inti sawit diperoleh melalui dua metode ekstraksi: penggunaan pelarut (solvent ekstraksi) dan penggunaan mesin (mesin ekspeller). Hasil yang diperoleh dengan menggunakan pelarut menghasilkan bungkil inti sawit yang disebut “palm kernel meal: tepung inti sawit” dan yang diperoleh melalui mesin ekspeller disebut “palm kernel cake: bungkil inti sawit.

Indonesia sekarang merupakan negara terbesar dalam memproduksi kelapa sawit didunia. Ini berarti bahwa Indonesia telah melampaui produksi kelapa sawit malaysia. Produksi kelapa sawit Indonesia di tahun 2000 baru berkisar 36,38 juta ton dan meningkat menjadi 85,00 juta ton ditahun 2008. Ini berarti terjadi peningkatan sekitar 16,7% pertahun. Dari total produksi tersebut kawasan Sumatera merupakan wilayah terbesar yang memproduksi kelapa sawit nasional kemudian diikuti oleh kalimantan dan Sulawesi.

Bungkil inti sawit yang diproduksi dari hasil ekstraksi minyak inti sawit. Karena itu memprediksi produksi bungkil inti sawit dapat dilakukan dengan melihat produksi minyak inti sawit. Data menunjukkan bahwa produksi minyak inti sawit di Indonesia lebih sedikit dari yang diproduksi oleh negara malaysia (lihat Tabel 3.1). Data ini mengindikasikan bahwa tidak seluruh produksi inti sawit diolah lanjut menjadi minyak inti sawit dan bungkil inti sawit di indonesia. Karena itu di tahun 2008 besar kemungkinan produsen bungkil inti sawit dunia masih dipegang oleh malaysia.

Tabel 3.1. Produksi sawit dan minyak sawit di Indonesia dan Malaysia.

Negara	Produksi kelapa sawit		Produksi minyak inti sawit (ton)	
	2000 (ton)	2008 (ton)	2000 (ton)	2008 (ton)
Indonesia	36.380.000	85.000.000	717,800	1,780,000
Malaysia	56.600.000	83.000.000	1.385.000	2.084.000

Sumber: FAO, 2008

### **Kandungan nutrisi bungkil inti sawit**

Kandungan protein kasar bungkil inti sawit berkisar 14 – 21% (Tabel 3.2). Nilai ini masih terlalu rendah untuk dapat memenuhi kebutuhan protein kasar ternak ayam terutama pada fase – fase awal (starter). Kandungan asam amino bungkil inti sawit akan tetapi ketersediaan asam amino untuk ternak unggas relatif tinggi, lebih dari 85% kecuali valine dan glycine (lihat Tabel). Methionine dan lysin, sebagai dua asam amino kritis untuk unggas, pada bungkil inti sawit hanya dapat memenuhi 30% untuk methionine dan 50% untuk lysine. Ketersediaan asam amino untuk unggas berkisar dari 63,3% untuk glycine dan 93,2% untuk arginine. Rendahnya kandungan valine dan methionine ditambah dengan rendahnya ketersediaan dua asam amino tersebut, maka penambahan asam amino tersebut dalam ransum yang mengandung bungkil inti sawit menjadi sangat penting untuk menjaga keseimbangan nutrisi ransum. Tetapi, bungkil inti sawit dianggap sebagai sumber asam amino arginine yang potensial karena kandungan dan ketersediannya yang tinggi untuk ternak unggas. Tingginya kandungan arginine pada bungkil inti sawit menyebabkan rasio antara arginine dengan lysin dan arginine dengan methionine menjadi tinggi, sekitar 3,7 – 3,9. Karena itu, penambahan methionine dan lysine dalam pakan berbasis bungkil inti sawit dapat menurunkan rasio tersebut. Kegagalan mendapatkan rasio ideal sebesar 1,03 akan berdampak pada pertumbuhan ternak unggas yang tidak optimal.

**Tabel 3.2. Kandungan nutrisi bungkil inti sawit**

Fraksi	Kandungan
Bahan kering (%)	94
Protein kasar (%)	14 -21
Gross Energy (K Cal)	4,998
Serat kasar (%)	21-23
Lipid (%)	8-17
Abu (%)	3-6

**Table 3.3. Kecernaan nutrisi pada bungkil inti sawit**

Fraksi	Kecernaan (%)
Bahan kering (%)	38,7
Protein kasar (%)	48,7
Apparent metanolisme Energy (K Cal)	2262
Neutral detergent fibre (%)	36,2
Lipid (%)	95
Viskositas (cP)	1,54

Kecernaan bungkil inti sawit tergolong rendah sekitar 38,7% untuk bahan kering dan 36,2% untuk neutral detergent fibre (NDF). Tingginya kandungan lignin (diatas 10%) akibat kontaminasi dari tempurung kelapa sawit menyebabkan kecernaan bungkil inti sawit menjadi rendah. Ini mengindikasikan bahwa sebagian besar kandungan serat pada bungkil tidak dapat dicerna. Kecernaan protein bungkil inti sawit sebesar 48,7% (protein di faeces) dan 53,6% (kecernaan protein di usus halus. Rendahnya kecernaan protein di feces dibandingkan dengan yang di usus halus menunjukkan bahwa protein di faeces tidak seluruhnya berasal dari pakan tetapi sebagian berasal dari mikroba yang hidup didalam organ caeca. Kecernaan protein yang relatif rendah juga menunjukkan bahwa protein dalam bungkil inti sawit terdapat dalam dinding sel sehingga sulit dicerna oleh enzim pencernaan ternak unggas. Kecernaan asam amino bungkil inti sawit di usus halus berkisar 57 – 82%, dimana lysin memiliki nilai kecernaan yang paling rendah sebesar 57% dan arginin sebesar 82%.



**Table 3.4. Kandungan asam amino bungkil inti sawit**

Amino acids	Komposisi (%)			0 – 3 weeks of broilers Requirements (D)
	(A)	(B)	(C)	
Arginine*	2.18	2.68	2.40	1.25
Cysteine	0.20	-	-	(Cys + Meth) 0.90
Glycine	0.82	0.91	0.84	(Glycine + serine) 1.25
Histidine*	0.29	0.41	0.34	0.35
Isoleucine*	0.62	0.60	0.61	0.80
Leucine*	1.11	1.23	1.14	1.20
Lysine*	0.59	0.69	0.61	1.10
Methionine*	0.30	0.47	0.34	(Cys + Meth) 0.90
Phenilalanine*	0.73	0.82	0.74	(Phenil + Tyrosine) 1.34
Threonine*	0.55	0.66	0.60	0.80
Tyrosine	0.38	0.58	0.47	(Phenil + Tyrosine) 1.34
Serine	0.69	0.90	0.77	(Glycine + serine) 1.25
Valine*	0.93	0.43	0.80	0.90
Tryptophan*	0.17	-	0.19	0.20

\*Essential amino acids; (A) : Yeong (1983); (B): Nwokolo *et al.* (1976); (C): Hutagalung (1982); (D):

**Table 3.5. Kandungan asam amino bungkil inti sawit**

Asam amino	Kecernaan (%) A*	Ketersediaan (%) B*
Arginine	81,9	93.2
Glycine	66,8	63.3
Histidine	60,9	90.1
Isoleucine	73,3	86.1
Leucine	73,8	88.5
Lysine	57,2	90.0
Methionine	71,5	91.0
Phenilalanine	75,9	90.5
Threonine	62,8	86.5
Tyrosine	57,6	85.0
Serine	70,3	88.7
Valine	77,7	68.4

Keterangan A: Sundu (2009), B: Nwokolo *et al.*, (1976)

Kandungan karbohidrat pada bungkil inti sawit sebesar 50%, tidak termasuk lignin. Dari total karbohidrat tersebut, sebagian besar dalam bentuk polisakarida bukan pati sebesar 81% dan sisanya adalah pati dan gula sederhana. Komposisi polisakarida bukan pati pada bungkil kelapa sawit terdiri dari 78% berupa mannan dengan kandungan galktosa yang rendah, 12% cellulosa, 3% glucoronoxilan dan 3% arabinoksilan. Galaktomannan juga terdapat dalam fraksi polisakarida bukan pati dengan komponen gula utama yakni mannososa dan galaktosa dan merupakan polisakarida bukan sellulosa yang terlarut. Rasio antara mannososa dan galaktosa pada

galaktomannan yakni 20 : 1. Rasio ini jauh diatas rasio galaktosa : mannososa yang terdapat pada buah korma (2,69:1).

Energi metabolisme pada bungkil inti sawit sangat bervariasi mulai dari 1480 – 2262 k kal/kg. Perbedaan kandungan energi metabolisme ini diakibatkan dari perbedaan kandungan lipid yang terkandung dalam bungkil inti sawit akibat dari perbedaan metode ekstraksi minyak. Bungkil inti sawit yang diperoleh dari proses ekstraksi dengan menggunakan mesin ekspeller memiliki kandungan minyak yang lebih tinggi dari bungkil inti sawit yang diperoleh dengan menggunakan metode solvent ekstraksi. Perbedaan nilai energi metabolisme yang diperoleh juga diakibatkan dari perbedaan umur ternak unggas yang digunakan. Kandungan energi metabolisme bungkil inti sawit yang didapat kan dengan menggunakan ternak percobaan ayam broiler umur 3 minggu sebesar 1881 k kal/kg sedangkan pada penggunaan ayam broiler berumur 6 minggu, kandungan energi metabolis bungkil inti sawit sebesar 2262 k kal/kg. Ini disebabkan karena kemampuan dalam mencerna karbohidrat pada ayam yang lebih tua jauh lebih baik.

Kandungan mineral dari bungkil inti sawit relatif cukup, kecuali calcium untuk mineral makro dan Iron (zat besi) untuk mineral mikro.

**Tabel 3.6. Kandungan mineral bungkil inti sawit**

Mineral*	Kandungan*	Kebutuhan berdasarkan NRC **	
		<i>Starter (0-6 minggu)</i>	<i>Layer</i>
Magnesium	0.27 %	600 mg	500 mg
Manganese	225 mg/kg	60 mg	30 mg
Calcium	0.29 %	0.80	3.40
Phosphorus	0.79 %	0.40 %	0.32
Copper	28,5 mg/kg	8 mg	6 mg
Zinc	77,0 mg/kg	40 mg	50 mg
Iron	4,1 mg/kg	80 mg	50 mg

Source: \*NRC (1994); \*\* NRC (1984)

### 3.4. Penggunaan bungkil inti sawit dalam pakan unggas

#### 1. Bungkil kelapa untuk kesehatan unggas

Pakan unggas terdiri dari berbagai karbohidrat yang mudah dicerna, seperti: pati dan gula – gula sederhana dan karbohidrat yang sulit dicerna seperti: oligosakarida yang tidak tercerna dan polisakarida bukan pati. Karbohidrat saat ini tidak hanya difungsikan sebagai nutrisi sumber energi tetapi juga dimanfaatkan untuk fungsi kesehatan (non-nutrisi).

Oligosakarida telah digunakan untuk menggantikan antibiotik perangsang tumbuh karena kemampuannya yang dapat menghambat kolonisasi bakteri patogen (yang berbahaya) dalam usus ternak unggas. Diantara berbagai oligosakarida, fruktooligosakarida dan mannanoligosakarida yang paling banyak dimanfaatkan untuk fungsi kesehatan tersebut. Keampuhan karbohidrat berbasis manosa, seperti: mannan, manooligosakarida dan mannosia untuk meningkatkan kesehatan ternak telah banyak dipublikasikan dan telah diperdagangkan secara komersial.

Penggunaan bungkil kelapa sawit sebagai sumber karbohidrat berbasis manosa. Beberapa peneliti telah membuktikan bahwa penggunaan bungkil kelapa sawit dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh ayam. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Allen et al., (1997) menemukan bahwa penggunaan 25 g bungkil kelapa sawit dalam 1 kg ransum dapat menekan pertumbuhan bakteri Salmonella didalam saluran pencernaan ayam broiler yang mendapatkan ransum yang mengandung Salmonella kedougou dan Salmonella enteritidis. Temuan lain juga membuktikan bahwa penggunaan bungkil kelapa sawit tidak hanya dapat menekan populasi bakteri Salmonella tetapi juga dapat meningkatkan populasi bakteri yang bermanfaat. Bahkan bungkil inti sawit juga dapat menekan dampak negatif dari penyakit virus seperti penyakit New castle Disease.

Mekanisme peningkatan kekebalan tubuh oleh penambahan bungkil kelapa sawit diyakini melalui beberapa mekanisme. Pertama, bungkil kelapa sawit yang tidak tercerna akan difermentasi di caeca. Ini akan berdampak pada peningkatan pertumbuhan bakteri yang bermanfaat seperti Bifidiobacterium spp. Salah satu produk fermentasi di caeca adalah asam laktat. Jadi peningkatan produk fermentasi akan menyebabkan kondisi caeca menjadi semakin asam. Kondisi ini akan menekan pertumbuhan bakteri patogen seperti Salmonella.

Mekanisme lain dari penggunaan bungkil inti sawit dalam pakan unggas adalah adanya kandungan mannan yang tinggi di bungkil inti sawit. Komponen mannan ini akan mengikat bakteri – bakteri patogen yang mempunyai fimbriae tipe 1 seperti E. Coli dan salmonella. Kondisi ini menyebabkan bakteri tersebut tidak melekat ke dinding usus halus tetapi melekat pada mannan yang kemudian dibuang dalam bentuk faeces.

## **2. Pertumbuhan ternak unggas.**

Penggunaan bungkil inti sawit dalam pakan unggas sudah cukup lama di praktekan. Rekomendasi awal tentang penggunaan bungkil inti sawit dalam ransum unggas adalah sekitar

maksimal 20% tanpa memberikan dampak negatif. Penelitian – penelitian yang lebih mutakhir membuktikan bahwa penggunaan bungkil inti sawit dapat digunakan lebih dari 20% bahkan dapat mencapai 30%. Penggunaan bungkil inti sawit melebihi dari 20% dapat dilakukan dengan syarat harus ada penambahan asam amino lysin dan methionine. Karena itu penggunaan bungkil inti sawit tidak menyebabkan masalah terhadap pertumbuhan ternak unggas jika ransum yang diberikan seimbang dari aspek nutrisi terutama asam amino dan energi metabolisme.

Konsumsi ransum ternak unggas yang mengkonsumsi ransum yang berbasis bungkil inti sawit lebih banyak dari ternak unggas yang tanpa diberikan bungkil inti sawit. Tingginya konsumsi ransum yang berbasis bungkil inti sawit disebabkan karena beberapa faktor, antara lain: (1) terjadinya peningkatan laju perjalanan pakan dalam saluran pencernaan ternak unggas dan (2) tingginya bulk densitas dan randahnya kemampuan mengikat air dari bungkil inti sawit. Tabel 3.8. menunjukkan bahwa bungkil inti sawit memiliki nilai bulk densitas sebesar 0,57 g/cm<sup>3</sup> dan kemampuan mengikat air sebesar 2,93 g air / g pakan. Nilai bulk densitas dan kemampuan mengikat air bungkil inti sawit hampir sama dengan kacang kedele.

Penggunaan bungkil inti sawit dalam ransum menurunkan nilai pencernaan pakan, retensi protein dan retensi calcium serta dapat menyebabkan peningkatan kandungan air faeces. Peningkatan kandungan air faeces tidak berhubungan dengan nilai viskositas (kelekatan seperti lem) pakan didalam saluran pencernaan. Hal ini karena nilai viskositas pakan yang mengandung bungkil inti sawit sangat rendah, sekitar 1,54 centipose.

Kontaminasi tempurung kelapa sawit lebih dari 10% menyebabkan bungkil inti sawit seperti terkontaminasi dengan pecahan batu hitam. Ini bermanfaat karena tempurung kelapa sawit dapat berfungsi sebagai grit untuk membantu proses pencernaan secara fisik di gizzard dan oleh sebab itu dapat membantu mempercepat pergerakan pakan dalam saluran pencernaan. Peningkatan pergerakan pakan dapat menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi pakan.

Table 3.8. Perbedaan bobot badna dan konsumsi ransum ayam yang mendapatkan bungkilinti sawit.

Kandungan bungkil inti sawit dalam ransum	Bobot badant (%)			Konsumsi ransum (%)		
	A	B	C	A	B	C
20 - 23 %	-	- 0.3	-1	-	+ 6	+ 2
30 – 35 %	+ 4	+ 2	+ 0.5	+ 7	+ 1	+ 2
40 – 47 %	+ 2	- 0.3	- 7	+ 6	+ 5	- 1

A: Panigrahi and Powell (1991); B: Sundu *et al.* (2004); C: Onwudike, 1986

## 5.1. Produksi Dedak Padi

Padi (*Oriza sativa*) adalah tanaman cereal yang paling banyak ditanami di wilayah Asia. Tanaman ini dapat tumbuh di wilayah beriklim tropis dan bahkan di wilayah yang memiliki empat musim. Padi yang menghasilkan beras adalah makanan pokok dari sebagian besar penduduk dunia terutama di Asia dan beberapa negara di Afrika dan Amerika Latin. Diperkirakan lebih dari 65% penduduk dunia menjadikan beras sebagai konsumsi hariannya. Indonesia adalah negara produsen beras yang cukup besar dikawasan Asia Tenggara, dengan produksi sebesar 60.325.925 ton pada tahun 2008. Peningkatan produksi beras pertahun di Indonesia sekitar 2% dalam kurun waktu 8 tahun terakhir. Pada tahun 2009, Indonesia memproklamirkan diri sebagai negara yang telah berswasembada beras setelah cukup lama menjadi negara pengimport beras.

Distribusi produksi beras di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 5.1. Pulau Jawa yang merupakan pulau kelima terbesar di Indonesia menjadi produsen beras terbesar lebih dari 50% produksi beras nasional pada tahun 2008. Akan tetapi, peningkatan produksi beras pertahun di pulau Jawa adalah paling rendah dibandingkan dengan pulau – pulau lain di Indonesia, yakni hanya sekitar 1,4% pertahun. Perkembangan paling tinggi ditunjukkan oleh petani dari wilayah Maluku dan Irian yakni sebesar 14,3% dan Kalimantan menempati posisi kedua yakni sebesar 5,8% pertahun. Trend seperti ini akan terus berlanjut karena arah pengembangan sektor pertanian lebih banyak akan difokuskan di luar pulau Jawa.

Tabel 5.1. produksi beras di Indonesia tahun 2006

Daerah	Produksi Karet (ton)		Peningkatan pertahun (%)
	2000	2008	
Sumatera	11.819.050	13.597.423	1,9
Jawa	29.120.197	32.346.997	1,4
Kalimantan	3.000.140	4.384.490	5,8
Sulawesi	5.065,201	6.575.317	3,7
Nusa Tenggara dan	2.776.442	3.169,037	1,8
Bali	117.822	252.661	14,3
Maluku dan Irian			
Total	51.898.852	60.325.925	2,0

Sumber: BPS, 2008

Proses penggilingan padi menjadi beras akan menghasilkan beras sebagai produk utama, sekam sebagai limbah dan katul atau dedak padi produk sampingan. Sekam hampir tidak dimanfaatkan untuk pakan ternak unggas, akan tetapi sekam padi sering dimanfaatkan sebagai alas kandang dalam pemeliharaan sistim litter. Penggilingan padi untuk memproduksi beras adalah setelah mengeluarkan kulit ari sewaktu proses pemutihan beras. Sekitar 8-10% dari berat padi adalah menjadi dedak padi, 18-20% menjadi sekam padi, 70-72% endosperma (beras) dan 2-3% embrio.

Produk sampingan dari proses penggilingan padi adalah dedak padi dan bekatul. Menurut defenisi dedak padi adalah hasil sampingan proses penggilingan padi yang terdiri dari lapisan luar butiran padi dengan lembaga biji sedangkan bekatul adalah lapisan sebelah dalam dari butiran padi termasuk sebagian kecil endosperm yang banyak mengandung pati. Di Indonesia sebagian besar pabrik penggilingan beras tidak memisahkan antara dedak dan bekatul, maka penamaan dari hasil samping penggilingan padi ini dapat disebut dedak atau bekatul. Secara fisik dedak masih mengandung pecahan beras, sekam halus dan berwarna kuning.

Dengan persentase komponen pada padi seperti tersebut diatas, produksi dedak padi nasional diperkirakan berkisar 8 juta ton/tahun. Prediksi ini didasarkan dari asumsi 10% produk gabah adalah menjadi dedak padi. Ini berarti bahwa kebutuhan dedak dari sektor perunggasan dapat dipenuhi. Penggunaan dedak padi untuk ransum unggas, terutama broiler dan ayam petelur diperkirakan hanya sekitar kurang dari 1 juta ton / tahun. Karena itu, maksimalisasi penggunaan dedak padi dalam ransum unggas sangat dimungkinkan baik dari aspek ketersediaan maupun aspek ekonomis.

## 5.2. Kandungan nutrisi dedak padi

Walaupun dedak padi merupakan produk sampingan, penggunaan dedak padi sebagai bahan pakan ternak sudah umum dipraktekkan. Kualitas dedak padi yang ada dipasaran sangat bervariasi, bergantung dari kontaminasi sekam padi dan proses penyimpanan. Hal ini karena dedak padi juga merupakan bahan pakan yang mudah mengalami oksidasi sehingga mengalami ketengikan. Karena beragamnya kualitas bahan pakan ini, Indonesia membuat tiga klasifikasi standard untuk dedak padi yang disepakati oleh Standard nasional Indonesia (SNI), yakni:

Tabel 5.2. Mutu dedak padi berdasarkan standar nasional Indonesia

Mutu I	Mutu II	Mutu III
--------	---------	----------

A	Kadar air (%) maks	12	12	12
B	Protein kasar (%) min	12	10	8
C	Serat Kasar (%) maks	11	14	16
D	Abu (%) maks	11	13	15
E	Lemak (%) maks	15	20	20
F	Lemak bebas (%) maks	5	8	8
G	Calcium (%)	0,04-	0,04-	0,04-0,30
H	Posfor (%)	0,30	0,30	0,6-1,6
I	Aflatoksin (ppb) maks	0,6-1,6	0,6-1,6	50
J	Silika (%) maks	50	50	4
		2	3	

Maks : Maksimum; min: minimum

Kandungan protein dedak padi berkisar 9-14% dengan energi sekitar 2770 - 2980 k cal/kg. Kandungan energi yang relatif tinggi ini sebagian disebabkan oleh tingginya kandungan lemak yang berkisar 13% (lihat Tabel 5.3). Ini mengindikasikan bahwa dedak padi adalah pakan yang sangat potensial untuk digunakan sebagai bahan pakan ternak di Indonesia karena ketersediaanya yang meluas diseluruh wilayah Indonesia.

Table 5.3. Kandungan nutrisi bungkil inti sawit

Fraksi	Kandungan
Bahan kering (%)	89,1
Protein kasar (%)	13,7
Energy Metabolis (K Cal)	2980
Serat kasar (%)	11,4
Lipid (%)	13,0

Sumber: NRC (1994)

Kandungan asam amino dari dedak padi relatif rendah untuk kebutuhan ayam broiler terutama pada fase starter. pada ayam petelur periode bertelur, kandungan asam amino yang terdapat pada dedak padi cukup untuk memenuhi kebutuhan sebagian besar asam amino. Sebagai contoh, kebutuhan asam amino lysine untuk ayam petelur fase bertelur sebesar 0,49% dan kandungan asam amino tersebut dalam dedak padi sebesar 0,59%. Kecernaan sesungguhnya dari setiap asam amino juga relatif tinggi, dengan kecernaan tertinggi pada asam amino arginine dan terendah pada asam amino cysteine. Data tentang kecernaan berbagai asam amino pada dedak padi sangat bervariasi bergantung pada teknik pengukuran kecernaan dan umur ternak yang digunakan. Penggunaan metode pengukur kecernaan asam amino di usus halus memiliki nilai kecernaan yang lebih tinggi dari pengukuran kecernaan sesungguhnya

pada ternak ayam jantan dewasa. Nilai pencernaan sesungguhnya dari lysine hanya 75% dan nilai pencernaan semunya sebesar 87%. Hal ini dapat dipahami karena, pengukuran daya cerna di usus halus adalah pengukuran daya cerna semu dimana kontaminasi asam amino endogen dari dalam tubuh mempengaruhi nilai pencernaan asam amino. Dan nilai pencernaan asam amino pada dedak padi lebih rendah ketika diteliti pada ayam broiler umur 5 minggu dibandingkan nilai pencernaan asam amino dedak padi dengan menggunakan ayam jantan dewasa. Nilai pencernaan semu methionine di usus halus dengan menggunakan ayam broiler umur 5 minggu sebesar 58% sedangkan menggunakan ayam jantan dewasa, pencernaan semu methionine di usus halus sebesar 64%.

Kandungan mineral dari dedak padi cukup tinggi (lihat Tabel 5.5). Seperti tanaman – tanaman cereal yang lain, kandungan calcium pada dedak padi relatif sangat rendah, jauh dari kebutuhan Calcium baik untuk ayam broiler maupun untuk ayam petelur. Rendahnya kandungan Calcium pada dedak padi tidak terlalu mengkhawatirkan karena Calcium adalah salah satu mineral yang paling murah. Sehingga suplementasi Calcium dalam penyusunan ransum unggas sering dilakukan baik dengan penambahan dicalcium phosfat maupun penggunaan tepung tulang. Tingginya kandungan Selenium dalam dedak padi sekitar 0,40% menunjukkan bahan pakan ini sangat potensial digunakan sebagai antioksidan karena Selenium dalam tubuh merupakan komponen dasar dari proses pembentukan enzim Gluthatione peroksidase. Enzim berfungsi sebagai antioksidan yang dapat meningkatkan fertilitas sperma dan mempertahankan status kesehatan ternak.

Kandungan vitamin pada dedak padi cukup tinggi melebihi dari kebutuhan vitamin oleh ternak unggas baik untuk ayam broiler maupun untuk ayam tipe petelur (lihat Tabel 5.6). Vitamin E yang merupakan antioksidan banyak terdapat pada dedak padi, sekitar 60 mg/kg. Ini mengindikasikan bahwa dedak padi merupakan bahan pakan ideal dalam upaya meningkatkan sistim kekebalan tubuh ternak. Kondisi ini menjadi sangat ideal dengan melihat kandungan selenium pada dedak padi yang relatif tinggi ditambah dengan kandungan – kandungan minyak dari golongan minyak tidak jenuh. Karena itu, katul atau dedak padi telah banyak dimanfaatkan tidak hanya oleh ternak tetapi oleh manusia dalam upaya meningkatkan status kesehatan.

Table 5. 4. Asam Amino pada dedak padi dan kecernaannya



Amino acids	Kandungan (%)	Kebutuhan ayam petelur fase layer (%)	Kecernaan Sesungguhnya (%)
Arginine	0,96	0,72	87
Cysteine	0,27	(Met + Cys) 0,44	68
Glycine	0,70	(Gly + Ser) 0,50	-
Histidine	0,35	0,18	82
Isoleucine	0,45	0,42	77
Leucine	0,91	0,75	75
Lysine	0,59	0,49	75
Methionine	0,26	0,21	78
Phenilalanine	0,60	0,38	77
Threonine	0,48	0,44	70
Tyrosine	0,42	(Penil + Tyr) 0,70	-
Serine	0,59	(Gly + Ser) 0,5	-
Valine	0,68	0,43	77
Tryptophan	0,12	0,11	79

Sumber: NRC (1994)

Karena kandungan lemak atau minyak dalam dedak padi relatif tinggi dan minyak dedak padi dianggap sebagai minyak yang mengandung beragam kandungan nutrice (berpotensi obat), maka optimalisasi penggunaan dedak padi dalam pakan unggas akan dampak membantu menjaga kesehatan ternak. Hal ini karena pada minyak yang terdapat pada dedak padi mengandung vitamin E dan orizanol yang cukup tinggi. Orizanol adalah antioksidan yang merupakan ester ferulat dari triterpen alkohol dan fitosterol.

Akan tetapi, tingginya minyak pada dedak padi menyebabkan bahan pakan ini mudah mengalami ketengikan akibat dari oksidasi lemak. Ini dimungkinkan banyaknya lemak bebas yang terbentuk akibat adanya kandungan enzim lipase pada dedak padi. Karena itu, untuk menghindari ketengikan, inaktivasi enzim lipase harus dilakukan baik dengan pemanasan atau perlakuan lain.

### 4.3. Penggunaan dedak padi dalam pakan unggas

Dari aspek kandungan nutrisi, penggunaan dedak padi sangat berpotensi. Akan tetapi, penggunaan dedak padi dalam jumlah yang besar dalam ransum unggas sering menimbulkan masalah, yakni menurunnya produksi ternak berupa pertambahan bobot badan yang rendah dan produksi telur yang tidak optimal. Karena itu, walaupun penggunaan dedak padi dalam ransum unggas sudah cukup lama digunakan dan telah menjadi bagian penting dalam formulasi ransum

unggas., penggunaannya dalam ransum unggas masih dalam level yang rendah yakni dibawah 10% untuk industri pakan ternak. Rekomendasi umum penggunaan dedak padi dalam ransum unggas yakni 10% untuk broiler fase starter, 15 untuk grower dan finisher, 20-25% untuk ayam petelur. Penggunaan dedak padi diatas level tersebut dapat menyebabkan penurunan produksi.

Persoalan yang menyebabkan rendahnya penggunaan dedak padi dalam ransum unggas disebabkan karena dedak padi memiliki beberapa kelemahan yakni:

1. Kandungan phytate yang relatif tinggi. Phytate adalah anti nutrisi yang dapat menghambat proses pencernaan dan penyerapan beberapa nutrisi baik asam amino, pati, dan berbagai mineral. Sebagian besar kandungan Posfor yang terdapat dalam dedak padi ada dalam bentuk phytate. Lebih dari 80% kandungan Posfor dalam dedak padi tidak tersedia untuk ternak unggas. Karena itu, menghitung kandungan posfor ransum yang mengandung dedak padi tanpa memperhatikan ketersediaan Posfor untuk ternak akan berdampak pada penurunan produksi akibat dari sebagian besar Posfor pada dedak padi tidak termanfaatkan..
2. Kandungan arabinoksilan yang relatif tinggi sekitar 60% dari total kandungan polisakarida bukan pati. Arabinoksilan adalah polisakarida bukan pati yang disusun dari xylosa sebagai rantai utama dan arabinosa ada pada rantai cabang. Arabinoksilan menjadi komponen dinding sel terbesar pada dedak padi. Karbohidrat ini pada wheat diyakini sebagai anti nutrisi yang dapat menghambat bekerjanya enzim – enzim pencernaan melalui proses penghambatan kontak enzim pencernaan dengan substrate. Ini dapat terjadi karena, arabinoksilan didalam saluran pencernaan akan menyebabkan pakan disalurkan pencernaan berbentuk seperti lem. Dampaknya adalah pencernaan mengalami hambatan dan penyerapan juga ikut terhambat akibat dari fili – fili usus halus yang menjadi tertutup. Arabinoksilan pada dedak padi diduga juga berfungsi sebagai antinutrisi.
3. Mudah mengalami ketengikan. Penyimpanan dedak padi dengan tidak benar akan mudah mengalami ketengikan akibat adanya proses perombakan lemak menjadi asam lemak bebas oleh enzim lipase.
4. Kandungan serat kasar yang tinggi. Serat kasar yang tinggi akan menyebabkan bahan pakan ini secara fisik menjadi sangat bulky. Kondisi ini akan menyebabkan konsumsi pakan ternak menjadi berkurang.

5. Variasi kualitas dedak padi yang relatif tinggi. Perbedaan kualitas ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain: cultivar padi, kontaminasi sekam padi, proses penyimpanan dan kontaminasi aflatoksin.

Penggunaan dedak padi pada ayam broiler sebesar 10% menunjukkan penurunan produksi yang signifikan, terutama pada fase starter. Pada fase grower, penambahan 10% dedak padi masih dapat ditolerir. Pada ayam petelur terutama pada fase bertelur, penggunaan dedak padi yang lebih tinggi dari 10% hingga 15% masih dapat diaplikasikan. Penambahan hingga 20% telah menunjukkan gejala penurunan produksi dalam skala yang masih kecil. Sehingga penggunaan dedak padi hingga 20% tampaknya masih dapat dilakukan jika dedak padi yang digunakan adalah dedak padi dari kualitas yang baik. Kemampuan ayam petelur untuk menggunakan 20% dedak padi dapat dijelaskan dengan rasionalisasi bahwa ayam pada fase bertelur sudah cukup dewasa baik dari aspek pembentukan saluran pencernaan maupun dari aspek produksi enzim – enzim pencernaan sehingga ayam pada fase bertelur mampu mencerna beberapa fraksi serat yang terdapat dalam dedak padi akibat dari adanya enzim atau semakin kokohnya peran gizzard dalam menghancurkan serat.

Pada ternak bebek, penggunaan dedak padi sampai pada level 40% tidak memberikan dampak negatif terhadap produksi dan efisiensi penggunaan pakan. Ini menunjukkan bahwa ternak bebek lebih toleran dalam pemanfaatan bahan pakan berserat seperti dedak padi. Penggunaan sampai pada level 60% dedak padi menunjukkan hasil yang baik walaupun trend penurunan produksi sudah mulai terlihat tetapi secara statistik belum terdeteksi. Karena dedak padi mengandung phytate yang cukup tinggi, penggunaan dedak padi dalam konsentrasi yang cukup tinggi dapat menekan kandungan mineral pada tulang akibat dari terjadinya penurunan pencernaan mineral Posfor dan calcium.

## **Intisari**

Bahan pakan limbah adalah bahan pakan yang diperoleh dari sisa atau ampas suatu pengolahan industri. Bahan pakan ini masih mengandung nutrisi yang bermanfaat bagi ternak. Persoalan yang sering muncul karena ini adalah sisa atau ampas, maka kualitas dari bahan pakan limbah relatif rendah.

## **Evaluasi**

1. Apa yang dimaksud dengan bahan pakan limbah ?
2. Apa masalahnya menggunakan bahan pakan limbah ?
3. Sebutkan salah satu jenis bahan pakan limbah yang kamu ketahui dan jelaskan ?

### **Referensi**

Anggorodi. R. 1979. Ilmu Makanan Ternak Dasar Umum. Gramedia. Jakarta.

Bongdan. A.V. 1977. Tropical Agriculture Series. Longman. London.

Cockerell, I.D. Haliday and D.J. Morgan. 1997. Quality Control in the Animal Feedstuff Manufacturing Industry. Tropical Product Institute, London.

Cullison, A.E. 1982. Feeds and Feeding. Reston Pub. Inc., Virginia.

Ensminger, M.E., J.E. Oldfield, W.W. Henemann. 1990. Feeds & Nutrition. The Esminger Pub. Com., California.

Hacc, D.W. 1980. Handling and Storage of Food Grains in Tropical and Subtropical Area. FAO, Rome.

Hartadi, S., S. Reksodihadiprodjo, A.D. Tillman. 1997. Tabel Komposisi Pakan untuk Indonesia, UGM Press, Yogyakarta.

Lloyd, L.E., B.E. McDonald, E.W. Crampton. 1978. Pundamentals of Nutrition. W.H. Freeman and Com., San Francisco.

McDonald, P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalg, C.A. Morgan. 1995. Animal Nutrition, 5th Ed. John Wiley & Sons Inc., New York.

Patthack, N. 1997. Textbook of Feed Processing Technology. Vikas Pub. House PVT. Ltd., New Delhi.

Prosea. 1992. Plant Resources of South-East Asia 4, Forages. Prosea Foundation, Bogor.