

**ANALISIS KANDUNGAN GIZI LIMBAH PADAT (*sludge*) PADA
PEMBUATAN BIOGAS KOTORAN TERNAK SAPI BALI
(*Bos sondaicus*)**

Patricia R.Ch. Seran¹, Vinsensius M. Ati¹, Luther Kadang²

¹ *Program Studi Biologi FST Undana*

² *Program Studi Kimia FST Undana*

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kandungan gizi limbah padat *sludge* pada pembuatan biogas kotoran ternak sapi bali (*Bos sondaicus*). Pengambilan sampel di dalam bak penampung limbah padat diambil pada tiga titik pengambilan yaitu sampel A pada bak penampung limbah padat yang paling dekat dengan reaktor, sampel B pada bak yang berada di bagian tengah, dan sampel C yaitu bak yang paling jauh dari reaktor. Penelitian secara deskriptif kuantitatif dengan menggunakan analisis proksimat yang terdiri dari uji kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, kadar karbohidrat, kadar kalsium dan fosfor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar air limbah *sludge* adalah 12,643 %, pada uji kadar abu 43,216%, rata-rata uji kadar protein 5,296%, rata-rata uji kadar lemak 1,9003%, kadar karbohidrat 21.06% selanjutnya rata-rata kadar kalsium 2,417% dan kadar fosfor 3,0194%.

Kata kunci : *sludge* biogas, analisis proksimat, reaktor.

Limbah ternak yang dihasilkan merupakan sisa buangan yang meliputi feses, urin, dan sisa pakan. Semakin besar skala usaha peternakan maka limbah yang dihasilkan semakin banyak. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tercatat bahwa satu ekor sapi rata-rata menghasilkan kotoran 10-25 kg/hari. Apabila dalam satu kandang kolektif dipelihara sebanyak 100 ekor sapi maka kotoran yang dapat dikumpulkan adalah 2.500 kg (Astuti, 2013).

Sisa kotoran ternak sapi yang telah dihasilkan saat ini sudah dimanfaatkan sebagai biogas yaitu hasil konversi dari kotoran ternak menjadi energi alternatif yang melibatkan proses fermentasi dan menghasilkan gas metana (CH₄). Selain itu protein pada kotoran sapi merupakan sumber nitrogen dan bentuk nitrogen anorganik seperti ammonia (NH₃), ammonium (NH₄), nitrit (NO₂), nitrat (NO₃) dan molekul nitrogen (N₂) dalam bentuk gas (Effendi, 2003).

Kotoran ternak sapi yang sudah diproses pada pembuatan biogas setelah diambil gas metana (CH₄) akan dikembalikan ke bentuk semula. Kotoran ternak sapi bali (*Bos sondaicus*) di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Provinsi NTT yang sudah diproses pada pembuatan biogas biasanya dijemur dan dimasukan ke dalam karung untuk mengurangi kadar air dari limbah tersebut sehingga limbah biogas menjadi lebih padat (*sludge*) sedangkan limbah cair (*slurry*) langsung dialirkan ke lahan pertanian untuk dijadikan sebagai pupuk alami.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Romadhon, dkk (2013) diketahui limbah padat (*sludge*) pada pembuatan biogas sapi lembu (*Bos taurus L.*) memiliki kandungan gizi berupa karbohidrat, protein, lemak, kadar air, dan kadar abu (Romadhon, 2013). Selain itu di perkiraan kalsium (Ca) dan fosfor (P) juga terkandung didalam limbah padat (*sludge*) dari pembuatan biogas kotoran ternak sapi.

Pemanfaatan limbah padat (*sludge*) sebagai bahan racikan pakan ternak ataupun budidaya ikan dapat menekan biaya pakan yang semakin melonjak di pasaran. Oleh karena itu peternak atau perusahaan pakan harus mencari alternatif bahan baku yang dapat dijadikan pakan berkualitas terjangkau dan berkualitas tinggi. Limbah padat (*sludge*) biogas dari kotoran ternak sapi bali (*Bos sondaicus*) dapat dijadikan sebagai bahan baku alternatif untuk pakan ternak ayam dan ikan sehingga, telah dilakukan penelitian dengan judul Analisis Kandungan Gizi Limbah Padat (*Sludge*) Pada Pembuatan Biogas Kotoran Ternak Sapi Bali (*Bos sondaicus L.*).

MATERI DAN METODE

Pengambilan Sampel

Sampel diambil di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Provinsi NTT di dalam bak penampung limbah biogas kotoran ternak sapi bali (*Bos sondaicus*) . Sampel diambil dari tiga titik pada masing-masing bak penampung limbah biogas

yang berukuran 1 × 1 meter. Pengambilan *sludge* pada bagian terdekat dari reaktor (sampel A), bagian tengah (sampel B), dan bagian terjauh (sampel C) dari reaktor, kemudian sampel dikeringkan dan diuji dengan menggunakan analisis proksimat untuk mengetahui kandungan gizi dan konsentrasi dari limbah padat *sludge* pada pembuatan biogas kotoran ternak sapi bali (*Bos sondaicus*).

Persiapan Sampel

1. Penjemuran Sampel

Limbah padat dari pembuatan biogas yang berbentuk endapan diambil dari bak penampung limbah biogas dari kotoran ternak sapi bali (*Bos sondaicus*) kemudian dimasukkan di dalam wadah kemudian sampel dijemur hingga kering dan berbentuk padatan yang disebut *sludge*.

2. Pembersihan

Limbah padat *sludge* dari kotoran ternak sapi bali yang telah kering dibersihkan untuk menghilangkan kotoran-kotoran atau sisa tanah yang melekat pada limbah padat *sludge* tersebut.

3. Penghalusan

Penghalusan *sludge* dilakukan dengan cara diblender hingga *sludge* menjadi halus kemudian diayak untuk menghasilkan *sludge* yang bertekstur halus dan sehingga siap digunakan untuk menguji kandungan gizi *sludge*.

Uji Kandungan Gizi Limbah *sludge*

1. Kadar air (AOAC, 1990)
2. Kadar Abu (AOAC, 1990)
3. Kadar Lemak
4. Kadar Protein
5. Kadar karbohidrat (AOAC, 1990)

6. Kadar Kalsium (Apriyantono, 1989)

7. Penetapan Kadar Fosfor (P)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kadar Air

Tabel 4.1. Hasil Analisis Kadar Air

Kode Sampel	Kadar Air (%)	SNI Kadar Air	
		Pakan ayam	Pakan Ikan
Sampel A	11,58 %	Maks. 14,00%	Maks 14,00%
Sampel B	15,75 %		
Sampel C	10,60%		

Sumber : data pribadi dari hasil analisis proksimat.

Hasil pengukuran kadar air pada limbah padat (*sludge*) kotoran ternak sapi bali (*Bos sondaicus*) menunjukkan bahwa kadar air tertinggi pada sampel B sebesar 15,75% dan terendah pada sampel C sebanyak 10,60 % dan sampel A 11,58%. Sampel A dan C memenuhi SNI nomor 31485.2009 yang menyatakan bahwa kadar air suatu pakan ternak ayam maksimal 14,00%, sama halnya dengan presentase kandungan air dalam pakan ikan menurut SNI nomor 7548.2009.

Sampel B tidak memenuhi SNI disebabkan karena saat proses pengambilan sampel *sludge* di dalam bak penampung limbah biogas memiliki tekstur yang berbeda-beda. Sampel yang diambil pada titik II (B) lebih kental dan berair dibandingkan dengan sampel pada titik I (A) dan titik III (C). Selain itu di duga yang menyebabkan perbedaan presentase kandungan air ukuran sampel yang berbeda-beda, serta pengambilan sampel yang tidak homogen. Faktor –faktor yang mempengaruhi kadar air adalah luas permukaan sampel, suhu, kecepatan pergerakan udara, tekanan atmosfer,

pengeringan dan penguapan air (Sutardi, 2006).

Kadar Abu

Tabel 4.2. Hasil Analisis Kadar Abu

Kode Sampel	Kadar Abu (%)	SNI Kadar Abu	
		Pakan ayam	Pakan ikan
Sampel A	45,65%		
Sampel B	41,23%	8,00%	12,00 %
Sampel C	42,77%		

Sumber : data pribadi hasil analisis proksimat

Hasil pengukuran kadar abu pada limbah padat (*sludge*) kotoran ternak sapi bali (*Bos sondaicus*) menunjukkan bahwa kadar abu tertinggi terdapat pada sampel A sebesar 45,65% dan yang terendah pada sampel B 41,23%, rendahnya kadar abu pada sampel B diduga disebabkan oleh tingginya kadar air pada sampel B sehingga, mempengaruhi kandungan bahan organik yang ada pada sampel B. Hasil ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Ramodhon, dkk (2013) menyatakan bahwa kandungan dalam limbah biogas dari sapi perah adalah 16,44%.

Hasil pengujian kadar abu pada limbah padat (*sludge*) dari pembuatan biogas ternak sapi bali (*Bos sondaicus*) dan hasil pengujian Ramodhon, dkk (2013) sama-sama tidak memenuhi syarat untuk kebutuhan pakan ternak karena menurut SNI nomor 31485.2009 yang menyatakan kadar abu dalam pakan ternak ayam dibutuhkan maksimal 8,0% sedangkan SNI nomor 754 8.2009 untuk pakan ikan dibutuhkan maksimal 12% kadar abu.

Kadar Lemak

Tabel 4.4. Hasil Uji Kadar Lemak

Kode Sampel	Lemak (%)	SNI Kadar Lemak	
		Pakan Ayam	Pakan Ikan
Sampel A	1,193%		
Sampel B	2,609%	Maks. 7,4%	Maks. 7,00 %
Sampel C	1,896%		

Sumber : data pribadi hasil analisis proksimat

Hasil pengukuran kadar lemak limbah padat (*sludge*) kotoran ternak sapi bali (*Bos sondaicus*) menunjukkan bahwa kadar lemak tertinggi terdapat pada sampel B sebesar 2,609% dan yang terendah pada sampel C sebanyak 1,193%. Hasil ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Ramodhon (2013), menyatakan bahwa kadar lemak dalam limbah padat sapi lembu (*Bos Taurus L*) adalah 0,91%.

Perbedaan komposisi lemak antar sampel dapat terjadi karena setelah proses pengolahan bahan diduga terjadi kerusakan lemak yang terkandung di dalamnya akibat suhu dan lama pemanggangan. Jenis bahan pakan yang dikonsumsi ternak sangat berperan terhadap kandungan lemak dalam limbah. Pada analisis lemak kasar sampel diekstraksi menggunakan soklet kemudian sampel diangkat dan dikeringkan di dalam oven dengan suhu 105° C, hal ini sejalan dengan pendapat Palupi (2007) yaitu tingkat kerusakan lemak sangat bervariasi tergantung suhu yang digunakan serta lamanya proses pengolahan. Makin tinggi suhu yang digunakan, maka kerusakan lemak akan semakin meningkat. Proses oksidasi lemak dapat menyebabkan inaktivasi fungsi biologisnya dan bahkan dapat bersifat toksik.

Data hasil pengukuran didapatkan limbah padat (*sludge*) kotoran ternak sapi bali (*Bos sondaicus*) tidak memenuhi SNI nomor 31485:2009 yang menyebutkan bahwa kadar lemak untuk kebutuhan pakan ternak maksimal 7,4% sedangkan SNI nomor 7548:2009 untuk kebutuhan pakan ikan maksimal 7,00%.

Kadar Protein

Kode Sampel	Protein (%)	SNI Kadar Protein	
		Pakan Ayam	Pakan Ikan
Sampel A	5,056%	Min. 19,0%	Maks. 35,0%
Sampel B	3,966%		
Sampel C	6,867%		

Sumber : data pribadi hasil analisis proksimat.

Hasil pengukuran kadar protein limbah padat (*sludge*) kotoran ternak sapi bali (*Bos sondaicus*) menunjukkan bahwa kadar protein tertinggi pada sampel C sebesar 6,867% dan yang terendah pada sampel B sebanyak 3,966%. Tinggi atau rendahnya nilai protein yang terukur dapat dipengaruhi oleh besarnya kandungan air yang hilang (dehidrasi) dari bahan. Nilai kadar protein yang terukur semakin besar jika jumlah air yang hilang semakin besar (Sebraneq, 2009), selain itu sampel yang memiliki kandungan lemak rendah rata-rata memiliki kandungan protein yang tinggi.

Hasil ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Romadhon, dkk (2013) pada limbah *sludge* sapi lembu (*Bos taurus L*) yang menyatakan bahwa kandungan protein yang terdapat dalam limbah tersebut adalah 6,77% . Dari hasil pengukuran didapatkan kandungan

protein pada limbah *sludge* terlalu kecil sehingga tidak memenuhi SNI. Standar kebutuhan pakan ayam menurut SNI nomor 31485.2009 minimal 19,0% sedangkan SNI nomor 7548.2009 standar kebutuhan pakan ternak ikan maksimal 35,0%, hal ini berkaitan dengan pendapat Zuheid (1990) yang menyatakan bahwa, pemenuhan kebutuhan protein berasal dari protein hewani memiliki kualitas lebih unggul dibanding dengan pemberian protein berasal dari protein nabati.

Kadar Karbohidrat

Tabel 4.5. Hasil Analisis Kadar Karbohidrat

Kode Sampel	Karbohidrat (%)	SNI Kadar Karbohidrat	
		Pakan Ayam	Pakan Ikan
Sampel A	22,17	Maks. 8%	Maks. 8%
Sampel B	24,36		
Sampel C	16,65		

Hasil pengukuran kadar karbohidrat limbah padat (*sludge*) kotoran ternak sapi bali (*Bos sondaicus*) menunjukkan bahwa kadar karbohidrat tertinggi terdapat pada sampel B sebesar 24,36% dan terendah pada sampel C sebanyak 16,65%. Hasil ini berbeda dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Romadhon dkk, (2013) yaitu kadar protein dari limbah (*sludge*) sapi lembu (*Bos Taurus L*) 6,77 %.

Menurut SNI nomor 31485.2009 kadar serat kasar yang dibutuhkan dalam pakan ternak ayam maksimal 8% sama halnya dengan kebutuhan pakan untuk ikan dibutuhkan kadar serat kasar maksimal 8%. Secara keseluruhan kadar serat kasar pada limbah *sludge* sangat

Hasil Penelitian

tinggi dan melebihi standar yang sudah ditetapkan.

Kandungan serat kasar dalam limbah *sludge* tinggi disebabkan karena tingginya tingkat konsumsi ternak sapi bali (*Bos sondaicus*) terhadap jenis pakan hijauan yang merupakan bahan makanan utama untuk ternak sapi bali (*Bos sondaicus*) yang terdiri dari rumput-rumputan, daun dari tumbuhan lamtoro dan pete yang mengandung serat (selulosa dan hemiselulosa), hal ini dibuktikan dengan pernyataan hunter (2002) yang menjelaskan bahwa komponen serat kasar yang terbesar adalah polisakarida yang disebut sebagai selulosa. Pakan berserat yang telah melalui serangkaian proses pencernaan di dalam tubuh akan masuk ke dalam abomasum (lambung sejati), dengan bantuan enzim pencernaan yaitu sel parietal menghasilkan HCl dan sel mukosa menghasilkan pepsinogen, keduanya akan bereaksi membentuk pepsin. Setelah melewati proses pencernaan makanan di dalam abomasum, selanjutnya makanan bergerak menuju usus halus. Usus halus pada sapi berukuran 40 meter, di dalam usus halus terjadi proses absorpsi dan fermentasi. Sisa yang tidak dapat dicerna akan dikeluarkan melalui anus.

Kadar Kalsium

Tabel 4.6. Hasil Kadar Kalsium

Kode Sampel	Kalsium (%)	SNI Kadar Kalsium	
		Pakan Ayam	Pakan Ikan
Sampel A	1,166 %	0,90-1,20 %	1,00%
Sampel B	4,856 %		
Sampel C	1,231 %		

Sumber : data pribadi hasil analisis proksimat.

Hasil pengukuran limbah padat (*sludge*) kotoran ternak sapi bali (*Bos sondaicus*) menunjukkan kadar kalsium tertinggi terdapat pada sampel B sebesar 4,856% dan terendah pada sampel A sebesar 1,166, kemudian sampel C sebesar 1,231%. Sampel A dan C sudah memenuhi SNI yaitu kandungan kalsium yang dibutuhkan dalam pakan ternak ayam adalah 0,90-1,25% dan pakan ikan adalah 1,00 %, sedangkan sampel B tidak memenuhi standar.

Secara umum kalsium adalah gizi yang dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit akan tetapi peranya sangat penting untuk pertumbuhan tulang, pembentukan kerabang telur, keseimbangan dalam sel tubuh, membantu pencernaan dan sistem transportasi gizi di dalam tubuh ternak, membantu proses fertilisasi dan daya tetas telur. Pada dasarnya limbah padat *sludge* dari kotoran ternak sapi bali (*Bos sondaicus*) mengandung kalsium yang cukup dan sudah memenuhi standar kebutuhan pakan ternak hal ini sejalan dengan pendapat Almatsier (2003) yang menyatakan bahwa sumber kalsium utama pada ternak sapi adalah serelia, kacang-kacangan dan juga hijauan (rumput-rumputan) yang merupakan kalsium yang baik yang dapat meningkatkan penyerapan.

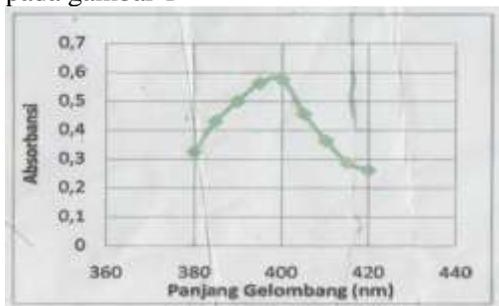
Kadar Fosfor

1. Penentuan Panjang Gelombang

Sebelum dilakukan analisis kadar dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis terlebih dahulu dilakukan penentuan panjang gelombang

Hasil Penelitian

optimum, meskipun panjang gelombang tersebut sudah diketahui dalam literatur. Hal ini dikarenakan panjang gelombang suatu senyawa dapat berbeda bila ditentukan pada kondisi alat yang berbeda. Penentuan panjang gelombang pada penelitian ini dilakukan dari 380-420 nm dengan kenaikan 5 nm. Hasil penentuan panjang gelombang tertinggi yaitu 400 nm, digunakan untuk mengukur kadar fosfor dan menentukan kurva standar dan pengukuran sampel limbah padat (*sludge*). Kurva panjang gelombang optimum kadar fosfor disajikan pada gambar 1

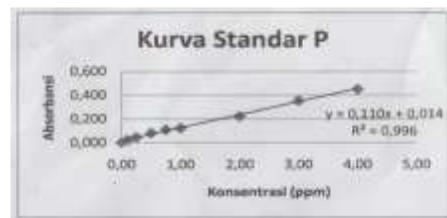


Gambar 1. Panjang Gelombang Optimum Fosfor

2. Kurva Kalibrasi Standar

Pengukuran absorbansi larutan standar seri dengan diukur menggunakan panjang gelombang 400 nm

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0,00	0,000
0,10	0,023
0,25	0,045
0,50	0,081
0,75	0,108
1,00	0,121
2,00	0,223
3,00	0,353
4,00	0,452



Gambar 2. Kurva Standar Fosfor

Uji lineritas penentuan regresi dari standar kurva kalibrasi, diperoleh koefisien korelasi dan diketahui kondisi alat spektrofotometer yang digunakan sudah mewakili jumlah sampel. Hasil kurva kalibrasi standar diperoleh nilai korelasi R2 sebesar 0,996 yang menunjukkan ada hubungan linear yang erat antara konsentrasi yang diukur dengan absorbansi yang dihasilkan

Setelah melalui perhitungan regresi linear kurva standar $Y = a + bX$, maka diperoleh persamaan $y = 0,110x + 0,014$. Persamaan tersebut digunakan untuk menghitung konsentrasi fosfor yang terdapat di dalam limbah padat.

Hasil Analisis Kadar Fosfor

Tabel 4.8. Hasil Kadar Fosfor

Kode Sampel	Absorbansi	Ppm	mg/kg	Rata-rata kadar fosfor (mg/kg)
A1	0,018	0,036	2,858	2,8861
A2	0,019	0,045	3,620	
A3	0,017	0,027	2,181	
B1	0,019	0,045	3,623	3,3066
B2	0,018	0,036	2,906	
B3	0,017	0,027	2,863	
C1	0,018	0,036	2,905	2,8863
C2	0,018	0,036	2,887	
C3	0,016	0,018	2,869	

Sumber : data pribadi hasil analisis proksimat.

Hasil pengukuran kadar fosfor limbah padat kotoran ternak sapi bali (*Bos sondaicus*) menunjukkan bahwa kadar fosfor tertinggi yaitu sampel B sebesar 3,3066 mg/kg dan terendah pada sampel A sebanyak 2,8861 mg/kg dan sampel C sebesar 2,8863 mg/kg. syarat standar mutu pakan ternak menurut SNI nomor 31485.2009 yang menyebutkan kebutuhann mineral fosfor untuk ternak ayam maksimal 1,000 mg/kg. Tingginya kandungan fosfor dalam *sludge* diduga adanya kotoran-kotoran (debu, pasir, tanah) yang merupakan bahan anorganik berasal dari kandang ternak sapi bali (*Bos sondaicus*) yang ikut terbawah masuk ke dalam saluran pada saat proses pencampuran bahan baku biogas, yang menyebabkan kandungan fosfor dalam *sludge* biogas menjadi tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier. 2001. *Pengaruh penambahan Kalsium dan Fosfor Dalam Pakan Terhadap Pertumbuhan dan Sintasan Juvenil Ikan Bandeng (Chanos chanos)*. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Unhas. Makassar
- Angorodi. R. 1979. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Gramedia. Jakarta
- Anonim. 2001. *Kajian Proses Standarisasi Produk Pangan Fungsional di Badan Pengawasan Obat dan Makanan*. Badan pengawasan Obat dan Makanan. Lokakarya Kajian Penyusunan. Jakarta
- Anonim. 2013. *Teknologi Tepat Guna Pemanfaatan Kotoran Ternak Untuk Biogas*. Dirjen Pemberdayaan Masyarakat dan Desa. Jakarta
- Anonim . 2006. *Cara Uji Makanan dan Minuman SNI 023542006*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Apriyanto, 1989. *Ilmu Gizi dan Makanan Ternak*. Angkasa. Bandung
- Arif, L. 2006. *Petunjuk Laboratorium Analisis dan Evaluasi Pakan*. Fakultas Peternakan UGM. Yogyakarta
- Astuti F.K. 2013. *Pengaruh Waktu Fermentasi Dan Proporsi Air Patusan Terhadap Serat Kasar Dari Lumpur Organik Gas Bio*. Fakultas Peternakan. Unbra. Malang
- Buck ,K.A., Edwards R. A. *Ilmu Pangan Terjemahan*. Hari Purnomo. UI. Jakarta
- Efendi, M. 2013. *Penerapan Pertanian Organik Pemasarakatan dan Pengembangannya*. Kanisius. Yogyakarta
- Darmaja, S .G .N .D., 2010. *Setengah Abad Peternakan Sapi Tradisional Dalam Ekosistim Pertanian di Bali*. Thesis UNPAD

- Eviati dan Sulaeman. 2009. *Uji Kandungan pada Bahan Makanan*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Emma, Z. 2006. *Studi Pembuatan Pakan Ikan dari Campuran Ampas Tahu, Ampas Ikan, Darah Sapi Potong, dan Daun Keladi yang Disesuaikan dengan Standar Mutu Pakan Ikan*. *Jurnal Sains Kimia* 10: 40-45
- Fardiaz, D., N. Andarwulan, A. Apriantono, dan N. L. Puspitasari. 1996. *Teknik Analisis Sifat Kimia dan Fungsional Komponen Pangan*. Pangan dan Gizi IPB. Bogor
- Hartadi, H. 2014. *Tabel Komposisi Pakan Untuk Indonesia*. Fakultas Peternakan. UGM. Yogyakarta
- Hunter, B.N. 2002. *Analisis Kandungan Protein dan Serat Kasar Susu Hasil Pemerahan Pagi dan Sore Pada Peternakan Sapi Perah di Wonocolo Surabaya*. Fakultas Kedokteran Hewan Unair. Surabaya.
- Jasmal A, 2003. *Daya Dukung Limbah Pertanian Sebagai Sumber Pakan Ternak Ruminansia Di Indonesia*. *Bulletin Peternakan Indonesia*. Wartazoa Vol.13 No.1 (2003). Puslitbang Peternakan, Departemen Pertanian. Jakarta.
- Kerjasama Direktorat Jenderal Peternakan dengan Fakultas Peternakan IPB. 1985. *Laporan Inventarisasi Potensi dan Pemanfaatan Limbah*. Fakultas IPB. Bogor
- Komar N, Yulianingsih,R. 2012. *Desain Optimal Pengolahan Sludge Biogas Sebagai Bahan Baku Pakan Ikan Lele*. Jurusan Keteknikan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Unbra. Malang
- Muhtarudin dan Liman. 2006. *Penentuan Tingkat Penggunaan Mineral Organik Untuk Memperbaiki Bioproses Dalam Rumen Secara In Vitro*. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia*. 8 (2):132-140.
- Murtidjo. 1987. *Pedoman Beternak Ayam Broiler..* Kanisius. Yogyakarta
- Nasih, K. 2008. *Peranan Kandungan Mineral di Dalam Pakan Ternak*. Penerbar Swadaya. Jakarta
- Nurhidijah, dan Yusuf. 2004. *Analisis Protein dan Kalsium Serta Daya Terima Tepung Limbah Rajugan*. Program Studi Teknologi Biologi Pangan Universitas Muhammadiyah. Semarang
- Parakkasi, A. 1999. *Ilmu Makanan dan Ternak Ruminansia*. UI. Jakarta.
- Piliang, W. G. 2000. *Mutasi Mineral* . Edisi IV. PAU. Ilmu Hayati IPB. Bogor
- Putro, S. 2007. *Penerapan Instalasi Sederhana Pengolahan Kotoran Sapi Menjadi Energi Biogas di Desa Sugihan Kecamatan Bendosari Kabupaten Sukoharjo*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah. Surakarta
- Ridwan, S. B. *Kadar Protein Kasar dan Serat Kasar Eceng Gondok sebagai Sumber Daya Pakan di Perairan yang Mendapat Limbah Kototran Itik*. *Animal Agriculture Journal* Vol. 1 No. 1

- Romadhon, I.K., Nur Komar., R. Yulianingsih. 2013. *Desain Optimal Pengolahan Sludge Padat Biogas Sebagai Bahan Baku Pelet Pakan Ikan Lele (Optimal Design of Solid Sludge from Biogas Processing as Raw Catfish Feed Pellets)*. Jurusan Keteknikan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Unbra Malang
- Schimid, 2007. *Pakan Alternatif Untuk Budidaya Ikan*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Scott, M.I., M.C. Neshan dan R. J. Young.1982. *Nutrien Of The Chicken*. Scott and Associates. Publisher Ithaca. New York. USA
- Soejono. 1990. *Analisis Proksimat Bahan Pakan*. Aneka Ilmu. Semarang
- Sufyandi, A. 2001. *Informasi Teknologi Tepat Guna untuk Pedesaan Biogas*. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Sufkrindo. 2010. *Analisis Kadar Fosfor Dalam Kacang Hijau Dengan Metode Spektrofotometer Uv-vis Di Pasar Pekanbaru*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru
- Sutardi,T., M.A. Sigit T. Toharmat. 1983. *Standarisasi Mutu Protein Bahan Makanan Ruminansia Berdasarkan Parameter Metabolismenyaoleh Mikroba Rumen*. Fapet IPB bekerjasama dengan Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi Depdikbud, Jakarta.
- Vogel, A. 1985. *Analisis Anorganik Kuantitatif Mineral Makro dan Semimikro*. Kalman Media Pustaka. Jakarta
- Wahyuni, S. 2012. *Analisis Kelayakan Pengembangan Biogas Sebagai Energi Alternatif Berbasis Individu dan Kelompok Peternak*. Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan. Fakultas Peternakan IPB. Bogor
- Widodo, W.T., N, Ana., Asari, A. dan R, Elita. 2000. *Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian untuk Energi Biogas*. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian Serpong. Badan Litbang Pertanian Departemen Pertanian Tromol Pos 2 Serpong Tangerang 15310. Banten.
- Winarno, F . G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia. Jakarta
- Williamson, Payne. 2012. *Taksonomi Hewan Ruminansia*. Kanisius. Yogyakarta