

PENGARUH PERLAKUAN SECARA KIMIAWI (AMONIASI) DAN BIOLOGI (KAPANG) PADA KULIT KOPI TERHADAP KECERNAAN BAHAN KERING DAN KECERNAAN BAHAN ORGANIK (IN VITRO)

The Effects of Chemical Treatment (Ammoniation) and Biological (Mold) on Coffee Husk to Dry Matter and Organic Matter Digestibility In Vitro

Laily Miftakhul Muna, Muhtarudin, Rudy Sutrisna, dan Farida Fathul

Departement of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, University of Lampung
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 Gedong Meneng Bandar Lampung 35145
e-mail : lailyymm28@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this research was 1) to compare the effect of chemical (ammoniation) and biological (mold) treatment on coffee husk to dry matter and organic matter digestibility in vitro; 2) knowing the best parameters of the quality on coffee husk processed biologically and chemically on the dry matter and organic matter digestibility in vitro. The research was conducted on 31th of December 2018 until 01st of March 2019 at the Laboratory of Animal Nutrition and Food Laboratory, Department of Animal Husbandry, University of Lampung; Microbiology Laboratory of FMIPA Lampung University and Dairy Animal Nutrition Science Laboratory, Faculty of Animal Husbandry, Bogor Agricultural University. This study used completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 3 replications. The treatments given in this study were coffee husk without treatment (P1), coffee husk with 4% urea (P2), coffee husk with 1.5% ammonium sulfate (P3), coffee husk with *Aspergillus niger* 5 gram (P4). The results showed that ammoniation and fermentation treatment significantly effect ($P < 0,01$) for dry matter digestibility and digestibility of organic matter. The best treatment of coffee husk on dry matter digestibility and organic matter digestibility is by adding 4% urea.

Keywords: Coffee husk, Ammoniation, Fermentation, Dry matter digestibility, Organic matter digestibility.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kopi terbesar di dunia, produksi buah kopi di Indonesia menempati urutan ke empat terbesar di dunia setelah Columbia, Brazil dan Vietnam. Kulit luar kopi yang merupakan limbah hasil pengolahan buah kopi memiliki proporsi 40 – 45%. Kulit buah kopi cukup potensial untuk digunakan sebagai bahan pakan ternak ruminansia.

Kandungan zat nutrisi yang terdapat pada kulit buah kopi seperti protein kasar sebesar 10,4% dan serat kasar sebesar 17,2% (Zainuddin dan Murtisari, 1995) relatif sebanding dengan kandungan zat nutrisi rumput. Dalam kulit kopi mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Lignin salah satu komponen penyusun tanaman yang membentuk bagian struktural dan sel tumbuhan, yang kandungannya dalam kulit kopi yaitu 52,59%. Kandungan lignin yang tinggi dalam limbah kulit kopi dapat menghambat proses pencernaan bagi hewan ternak.

Guna meningkatkan kualitas limbah kulit kopi sehingga meningkatkan nilai pencernaan maka perlu dilakukan pengolahan berupa pengolahan secara kimiawi dan biologi. Pengolahan secara kimiawi dapat dilakukan dengan metode amoniasi.

Hanafi (2008) menyatakan bahwa amoniasi yaitu suatu proses perombakan dari struktur keras menjadi struktur lunak dengan bantuan bahan kimia sumber amonia atau NH_3 agar dapat meningkatkan daya cerna dan kandungan nitrogen (protein) bahan pakan. Sumber amonia yang mudah didapatkan yaitu urea dan amonium sulfat, apabila kulit buah kopi diamoniasi maka kandungan nutrisi yang terdapat pada kulit buah kopi akan bertambah dan akan mengurangi biaya untuk pembelian pakan, karena dinilai mampu memanfaatkan limbah sehingga menghasilkan nilai ekonomis yang tinggi.

Pengolahan secara biologi dapat dilakukan dengan menggunakan kapang *Aspergillus niger*. Lebih lanjut Guntoro *et al.* (2004), melaporkan bahwa fermentasi limbah kopi dengan *Aspergillus niger* dapat meningkatkan kandungan gizi limbah kopi. Perlakuan fermentasi limbah kulit kopi dengan *Aspergillus niger* mampu meningkatkan nilai gizi ditunjukkan dengan meningkatnya protein dari 6,67% menjadi 12,43% dan menurunkan kadar serat kasar dari 21,4% menjadi 11,05%.

Selama ini peternak belum memanfaatkan secara optimal limbah kulit kopi karena minimnya informasi tentang tata cara pengolahan kulit kopi

agar menjadi pakan yang berkualitas baik. Berdasarkan hal tersebut, peneliti melakukan pengolahan kulit kopi secara kimiawi maupun biologi untuk mengetahui kualitas kulit kopi yang ditinjau dari aspek pencernaan bahan kering dan bahan organik secara *in vitro*.

MATERI DAN METODE

Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada Desember 2018--Maret 2019, bertempat di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Jurusan Peternakan, Universitas Lampung. Pembuatan inokulum kapang *Aspergillus niger* dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Lampung. Analisis pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik secara *in vitro* dilakukan di Laboratorium Ilmu Nutrisi Ternak Perah, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor .

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit kopi, urea, ammonium sulfat, dan kultur/biakan murni *Aspergillus niger*, bahan-bahan uji pencernaan *in vitro* seperti : aquadest, larutan Mc Daughall suhu 39°C dengan pH 6,5--6,9, larutan pepsin HCl, gas CO₂, HgCl₂ jenuh, dan cairan rumen sapi segar dengan suhu 39°C berasal dari RPH, bahan pembuatan inokulum kapang seperti: spora *Aspergillus niger*, beras, dan air. Bahan analisis proksimat seperti : H₂SO₄ pekat, H₂SO₄ standar, NaOH, indikator PP (Phenol Phtalein 0.1%), chloroform dan aseton.

Alat yang digunakan pada penelitian yaitu timbangan digital, timbangan analitik, karung plastik, alat pemotong, tali, terpal, serta alat analisis uji pencernaan *in vitro* seperti : tabung kaca pyrex volume 100 ml dan tutup karet berventilasi, *shaker waterbath* suhu air 39--40°C , tabung gas CO₂, sentrifuge, kertas saring Whatman no. 41, dan pompa vakum, alat pembuatan inokulum kapang dan fermentasi biologi seperti: baskom plastik, nampan, jarum ose, botol, laminar, dan bunsen, alat analisis proksimat seperti : oven 105°C, tanur listrik 600°C, kertas saring Whatman no. 41, cawan porselen, labu Erlenmeyer, alat destilasi, kertas lakmus, tang penjepit, botol semprot, cawan porselen, labu kjeldahl, alat kjeldahl apparatus, gelas ukur, alat titrasi, pipet tetes dan desikator.

Metode

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *in vitro* (Tilley dan Terry, 1963). Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) 4 macam perlakuan dengan 3 ulangan, sehingga ada 12 unit percobaan. Perlakuan yang diberikan, yaitu kulit kopi tanpa perlakuan (P1), kulit kopi + 4% urea (P2), kulit kopi + 1,5% ammonium sulfat (P3) dan kulit kopi + 5 gram *Aspergillus niger* (P4).

Perlakuan kulit kopi secara amoniasi dilakukan dengan cara menimbang terlebih dahulu masing-masing kulit kopi untuk perlakuan (P2) dan (P3), kemudian mencampur kulit kopi dengan urea sebanyak 4% (P2) dan untuk ammonium sulfat 1,5% (P3) dari berat kulit kopi, memasukkan dalam plastik dan memadatkannya, lalu menutup rapat kemudian menyimpan dalam kondisi anaerob selama 21 hari.

Perlakuan kulit kopi secara biologi dilakukan dengan menggunakan metode Palinggi (2009), mula-mula dilakukan perbanyakan *Aspergillus niger* yaitu beras dicuci, lalu ditambahkan air sebanyak 400 cc per 1 kg beras, kemudian dimasak setengah matang, lalu dikukus selama 30 menit dan setelah itu didinginkan. Mencampur biakan mikroba (kapang) sebanyak 3 petri per 1 kg beras, setelah tercampur rata diinkubasi selama 5 hari, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 40 °C (selama 5 hari) lalu ditepungkan dan siap digunakan dalam fermentasi bahan pakan.

Proses fermentasi kulit kopi dilakukan dengan cara menimbang berat kulit kopi, mensterilkan dalam autoclave pada suhu 121 °C tekanan 1 ATM selama 15 menit, kemudian didinginkan. Setelah dingin kulit kopi dimasukkan ke dalam baskom plastik. Lalu ditambahkan air steril dengan perbandingan 1 kg kulit kopi : 1 L air. Selanjutnya, diaduk rata kemudian ditambahkan 10 g mikroba, lalu dihomogenkan. Sesudah itu dimasukkan ke dalam nampan plastik dengan ketebalan ± 3 cm lalu ditutup dengan plastik yang sudah dilubang-lubangi kemudian didiamkan pada suhu ruang selama 4-5 hari. Setelah selesai fermentasi, produk yang dihasilkan dikeringkan dan ditepungkan untuk mengukur pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik secara *in vitro*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut hasil rata-rata pencernaan perlakuan kulit kopi secara kimiawi (amoniasi) dan biologi (kapang) tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata pencernaan perlakuan kulit kopi secara kimiawi (amoniasi) dan biologi (kapang)

Peubah	Perlakuan			
	PI	P2	P3	P4
Kecernaan bahan kering	39,19 ^a ± 0,41	44,51 ^b ± 0,42	42,31 ^c ± 0,42	40,81 ^d ± 0,46
Kecernaan bahan organik	36,16 ^a ± 0,63	42,16 ^b ± 0,58	39,78 ^c ± 0,50	37,89 ^d ± 0,76

Keterangan : Huruf *superscript* yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan bahwa berbeda sangat nyata (P<0,01)

P1 : kulit kopi tanpa perlakuan

P2 : kulit kopi + 4% urea

P3 : kulit kopi + 1,5% ammonium sulfat

P4 : kulit kopi + 5 gram *Aspergillus niger*

Pengaruh Perlakuan Secara Kimiawi (Amoniasi) dan Biologi (Kapang) pada Kulit Kopi terhadap Kecernaan Bahan Kering

Hasil analisis ragam menunjukkan adanya peningkatan nilai pencernaan bahan kering pada kulit kopi yang diberi perlakuan secara kimiawi (P2 dan P3) maupun secara biologi dengan penggunaan kapang *A. niger* (P4) jika dibandingkan dengan kulit kopi tanpa diberi perlakuan (P1). Hal ini berhubungan erat dengan kandungan yang terdapat pada kulit kopi berupa kandungan serat kasar yang tinggi, komponen serat kasar terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Mayasari (2009) menyatakan bahwa kulit kopi mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Kandungan lignin yang tinggi dalam limbah kulit kopi dapat menghambat proses pencernaan bagi hewan ternak.

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT, perlakuan secara kimia (amoniasi) dengan penambahan urea sebanyak 4% memiliki nilai pencernaan terbaik jika dibandingkan dengan penggunaan ammonium sulfat 1,5% dan perlakuan biologi (kapang). Penggunaan urea 4% lebih efektif, karena mampu meningkatkan kualitas nutrisi kulit kopi berupa peningkatan kandungan protein kasar dan penurunan kadar serat kasar. Lehninger (1991) menyakan bahwa pada amoniasi mengandung urea yang ditambahkan dalam pakan sehingga mengalami proses ureolitik menjadi NH₃ dan CO₂ oleh urease bakteri yang ada pada pakan. Bersama air pakan, NH₃ membentuk basa NH₄OH sehingga mampu memasok N bagi bakteri rumen dan mampu melemahkan ikatan lignoselulosa.

Perlakuan amoniasi dengan urea telah terbukti mempunyai pengaruh yang baik terhadap pakan yaitu mampu meningkatkan pencernaan pakan. Harahap *et al.* (2017) menyatakan bahwa urea setelah terurai menjadi NH₃ dan CO₂, dengan adanya molekul air NH₃ akan mengalami hidrolisis menjadi NH₄⁺ dan OH⁻. Senyawa NH₃ mempunyai pKa = 9,26, berarti bahwa dalam suasana netral

(pH = 7) akan lebih banyak terdapat sebagai NH₄⁺, dengan demikian amoniasi akan serupa dengan perlakuan alkali. Gugus OH dapat merenggut putus ikatan hidrogen yang terdapat pada ikatan selulosa, lignoselulosa dan lignohemiselulosa. Dua ikatan terakhir ini bersifat labil alkali, yaitu dapat diputus dengan perlakuan alkali, sehingga pakan akan mengembang dan melepaskan ikatan lignin yang membungkus selulosa serta hemiselulosa. Hal tersebut menyebabkan selulosa mudah dicerna oleh mikroba rumen, yang berakibat akan meningkatkan pencernaan bahan pakan.

Perlakuan secara kimiawi dengan penggunaan ammonium sulfat 1,5% mampu meningkatkan nilai pencernaan. Hal ini berkaitan erat dengan peningkatan kandungan nutrisi yang terdapat pada kulit kopi khususnya peningkatan kandungan protein. Ammonium sulfat akan terurai menjadi NH₄⁺ dan SO₄²⁻ oleh senyawa H₂O atau air (Holt dan Arnold, 1983). Adanya perbedaan pH antara senyawa NH₄⁺ dengan air maka akan dihasilkan ion NH₄⁺ lebih banyak yang dapat menjadi sumber N bagi bakteri rumen. Kandungan unsur S yang dihasilkan akan membantu unsur N dalam meningkatkan pencernaan selulosa oleh mikroba rumen. Silva *et al.* (2014) menyatakan bahwa sulfur mampu meningkatkan pencernaan selulosa oleh mikroba rumen, berkontribusi pada sintesis asam amino, terutama metionin dan sistein.

Perlakuan secara biologi dengan menggunakan kapang *A. niger* berpengaruh sangat nyata (P<0,01) terhadap pencernaan bahan kering tetapi nilai pencernaan bahan kering lebih rendah jika dibandingkan dengan perlakuan amoniasi. Hal ini terlihat dari kandungan serat kasar setelah fermentasi (29,61%) yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan secara kimiawi (24,22%) dan (28,41%). Iqbal *et al.* (2016) menyatakan bahwa kualitas pakan dapat meningkat dengan adanya perlakuan biologis seperti fermentasi, karena keterlibatan mikroorganisme dalam mendegradasi serat kasar,

mengurangi kadar lignin dan senyawa anti nutrisi, sehingga nilai pencernaan pakan asal limbah dapat meningkat.

Perlakuan biologi dengan penambahan *A. niger* mampu mendegradasi ikatan lignin, sehingga mudah untuk dicerna. Indrayanti dan Rakhmawati (2013) menyatakan bahwa pada proses fermentasi *A. niger* akan menghasilkan enzim *xylanase* dan *sellulase* yang bisa menurunkan kandungan serat kasar. Enzim-enzim tersebut yang mendegradasi komponen serat kasar pada substrat menjadi senyawa yang lebih sederhana dan dapat digunakan oleh kapang itu sendiri untuk proses metabolisme tubuhnya. Penurunan lignoselulosa dapat terjadi karena dengan peningkatan jumlah inokulum *A. niger* maka kemampuan mendegradasi serat kasar menjadi lebih tinggi. Kusumaningrum *et al.* (2017) menambahkan *Aspergillus niger* menghasilkan enzim selulolitik yang mampu mengkatalisis reaksi hidrolisis kristal selulosa. Enzim selulase yang dihasilkan oleh bakteri dan fungi di dalam fermentasi mampu memecah ikatan β -1,4 glukosida, sehingga selulosa terurai menjadi monomer glukosa.

Daya cerna erat hubungannya dengan komposisi kimiawinya, terutama kandungan serat kasar dari bahan pakan tersebut. Semakin tinggi kandungan serat kasar yang dimiliki suatu bahan pakan maka akan semakin rendah daya cerna bahan pakan tersebut. Sebaliknya bahan pakan dengan serat kasar yang rendah pada umumnya akan lebih mudah dicerna, karena ikatan polisakarida yang lebih mudah ditembus oleh mikroba rumen. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan kimiawi lebih reaktif terhadap penguraian ikatan polisakarida pada kulit kopi daripada mekanisme enzimatik melalui perlakuan biologi.

Pengaruh Perlakuan Secara Kimiawi (Amoniasi) dan Biologi (Kapang) pada Kulit Kopi terhadap Pencernaan Bahan Organik

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan adanya perbedaan nilai pencernaan bahan organik pada kulit kopi yang diberi perlakuan secara kimiawi (P2 dan P3) maupun secara biologi dengan penggunaan kapang *A. niger* (P4) apabila dibandingkan kulit kopi tanpa diberi perlakuan (P1). Hal ini diduga karena pada perlakuan (P1) memiliki kadar serat kasar tertinggi 31,45%, adanya kandungan serat kasar pada kulit buah kopi akan memengaruhi nilai pencernaan bahan kering dan bahan organik, tingginya serat kasar dalam pakan menjadi faktor pembatas lamanya degradasi mikroba rumen (Suprpto *et al.*, 2013). Kulit kopi yang telah diberi perlakuan

secara kimiawi (P2 dan P3) serta perlakuan biologi (P4) mengalami penurunan kadar serat kasar secara berturut-turut yaitu 24,22%, 28,41%, dan 29,61%, sehingga kulit kopi akan lebih mudah untuk dicerna dan berdampak pada nilai pencernaan bahan organik yang lebih tinggi.

Hasil uji lanjut BNT menunjukkan pencernaan bahan organik kulit kopi berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) pada P1 terhadap P2, P3, dan P4. Nilai pencernaan bahan organik berbanding lurus dengan pencernaan bahan kering. Bahan organik merupakan bagian dari bahan kering, sehingga apabila pencernaan bahan kering meningkat akan diikuti dengan peningkatan pencernaan bahan organik. Riswandi *et al.* (2015) menyatakan bahwa pencernaan bahan organik erat kaitannya dengan pencernaan bahan kering, karena sebagian bahan kering adalah bahan organik yang terdiri atas protein kasar, lemak kasar, serat kasar dan BETN, sehingga apabila protein kasar, lemak kasar, serat kasar dan BETN mampu meningkatkan pencernaan bahan kering maka akan meningkatkan pencernaan bahan organik.

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT, perlakuan dengan penambahan urea sebanyak 4% (P2) memiliki nilai pencernaan bahan organik terbaik dibandingkan dengan penggunaan ammonium sulfat 1,5% (P3) dan penggunaan *A. niger* (P4). Perbedaan ini diduga karena dipengaruhi kandungan protein kasar dan serat kasar perlakuan amoniasi dengan urea 4% memiliki kandungan lebih baik. Adanya peningkatan kandungan protein kasar menyebabkan meningkatnya aktivitas mikroba rumen yang berpengaruh terhadap digesti bahan organik secara *in vitro*. Peningkatan aktivitas tersebut akan meningkatkan degradasi fermentatif bahan organik pakan menjadi senyawa sederhana yang mudah larut, akibatnya dapat meningkatkan penguraian zat-zat organik (Riswandi *et al.*, 2015). Perlakuan (P2) memiliki kandungan bahan organik 94,15% yang menghasilkan pencernaan bahan organik tertinggi mencapai 42,16%, dengan demikian kandungan bahan organik dan pencernaan bahan kering yang tinggi akan menyebabkan tingginya pencernaan bahan organik pada (P2).

Berdasarkan hasil penelitian pencernaan bahan organik menunjukkan hasil yang lebih rendah dibandingkan dengan rata-rata pencernaan bahan kering. Kandungan serat kasar yang terdapat pada kulit kopi dapat mempengaruhi rendahnya pencernaan bahan organik. Komponen serat kasar terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Lignin merupakan komponen dinding sel yang sulit dicerna oleh bakteri selain itu lignin sangat tahan terhadap degradasi kimia, termasuk degradasi enzimatik (Tillman *et al.*, 1991). Kandungan lignin yang tinggi pada kulit kopi,

diduga mengakibatkan pencernaan bahan organik lebih rendah dibandingkan dengan pencernaan bahan kering karena komponen lignin yang sulit untuk dicerna. Parrakasi (1999) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi pencernaan bahan organik adalah kandungan serat kasar dan mineral dari bahan pakan. Pencernaan bahan organik terdiri atas pencernaan karbohidrat, protein, lemak dan vitamin serta erat kaitannya dengan kandungan bahan anorganik (abu).

Kecernaan bahan kering lebih tinggi daripada pencernaan bahan organik selain karena pengaruh kandungan serat kasar diduga karena kandungan fraksi abu dalam BK perlakuan mengalami perombakan saat proses fermentasi didalam tabung fermentor. Mineral umumnya berbentuk unsur bebas, terkadang berbentuk garam-garam mineral yang tidak terombak oleh bakteri fermentatif. Simanhuruk *et al.* (2010) menambahkan pencernaan bahan organik lebih rendah dibandingkan pencernaan bahan kering karena kandungan bahan anorganik atau mineral pakan lebih tinggi. Penyerapan mineral yang tinggi akan menyebabkan nilai pencernaan bahan organik lebih rendah dibandingkan pencernaan bahan kering.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa terdapat pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) perlakuan secara kimiawi (urea dan ammonium sulfat) serta biologi (kapang) terhadap nilai pencernaan bahan kering dan bahan organik secara *in vitro*. Perlakuan secara kimiawi dengan penambahan urea 4% memiliki nilai pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik terbaik yaitu diperoleh nilai pencernaan bahan kering sebesar 44,51% dan pencernaan bahan organik sebesar 42,16%.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, perlakuan amoniasi dengan sumber amonium sulfat hanya diberikan sebanyak 1,5% dari berat kulit kopi. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang jumlah pemberian amonium sulfat lebih dari 1,5% pada amoniasi kulit kopi agar dihasilkan nilai pencernaan yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

Guntoro, S., M. Raiyasa, Rubiyo dan I. N. Suyasa. 2004. Optimalisasi integrasi usaha tani kambing dengan tanaman kopi. Seminar Nasional Sistem Integrasi Tanaman-Ternak.

Puslitbang Perternakan, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bali : 389--395

Hanafi. 2008. Teknologi Pengawetan Pakan Ternak. USU Repository. Medan

Harahap, N., E. Mirwandhono dan N. D. Hanafi. 2017. Uji pencernaan bahan kering, bahan organik, kadar NH_3 dan VFA pada pelepah daun sawit terolah pada sapi secara *in vitro*. Jurnal Peternakan. 1: 13--21

Holt, G. J. and Arnold, C. R. 1983. Effects of ammonia and nitrite on growth and survival of red drum eggs and larvae. Transaction of the America Fisheries Society. 112 : 314—318

Indrayanti, N. dan Rakhmawati. 2013. Peningkatan kualitas nutrisi limbah kulit buah kakao dan daun lamtoro melalui fermentasi sebagai basis protein pakan ikan nila. Jurnal Penelitian Pertanian Terapan. 13: 108--115

Iqbal, Z., Y. Usman dan S. Wajizah. 2016. Evaluasi kualitas jerami padi dengan tingkat penggunaan EM-4 yang berbeda. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah – Peternakan. 1: 655--664

Kusumaningrum, C. E., A. P. Yunisa, N. Mulyana dan S. Suharyono. 2017. Pengaruh penambahan *Aspergillus niger* iradiasi sinar gamma dosis rendah pada jerami padi fermentasi dan evaluasi kualitasnya sebagai pakan ternak ruminansia secara *in vitro*. Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi. 13: 23--30

Lehninger, W. W. 1991. Dasar – Dasar Biokimia I. Erlangga. Jakarta

Mayasari, N. 2009. Pengaruh Penambahan Kulit Buah Kopi Robusta (*Coffeacanephora*) Produk Fermentasi Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) Dalam Ransum Terhadap Konsentrasi VFA Dan NH_3 (*In Vitro*). KPP Ilmu Hayati LPPM ITB. Bandung

Palinggi, N. N. 2009. Penambahan *Aspergillus niger* dalam dedak halus sebagai bahan pakan pada pembesaran ikan kerapu bebek. Prosiding Seminar Nasional Perikanan. Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. Sekolah Tinggi Perikanan. Jakarta

- Parrakasi, A. 1999. Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminansia. UI Press. Jakarta
- Riswandi, Muhakka dan M. Lehan. 2015. Evaluasi nilai pencernaan secara in vitro ransum ternak sapi bali yang disuplementasi dengan probiotik bioplus. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*. 4: 35--46
- Silva, C. J., F. D. P. Leonel, J. C. Pereira, M. G. Costa, L. M. Moreira, T. S. D. Oliveira and C. L. D. Abreu. 2014. Sulfur sources in protein supplements for ruminants. *J. R. Bras. Zootec*. 43: 537--543
- Simanhuruk, K. dan J. Sirait. 2010. Silase kulit buah kopi sebagai pakan dasar pada kambing boerka sedang tumbuh. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner* : 557--566
- Suprpto, H., F.M. Suhartini dan T. Widiyastuti. 2013. Kecernaan serat kasar dan lemak kasar complete feed limbah jerami dengan sumber protein berbeda pada kambing peternakan etawa lepas sapih. *Jurnal Ilmiah Peternakan*. 1: 938--946
- Tilley, J. M. A and R. A. Terry. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *British Grassland J*. 18 : 104--111
- Tillman, D. A., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo dan S. Lebdosoekojo. 1991. Ilmu Makanan Ternak dasar. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Zainuddin, D. dan T. Murtisari. 1995. Penggunaan limbah agro-industri buah kopi (kulit buah kopi) dalam ransum ayam pedaging (broiler). *Pros. Pertemuan Ilmiah Komunikasi dan Penyaluran Hasil Penelitian. Sub Balai Penelitian Ternak Klepu. Puslitbang Peternakan. Badan Litbang Pertanian. Semarang*