Fermentabilitas dan Kecernaan Pakan yang Mengandung Bungkil Kacang Tanah (In Vitro)

Dyllameita Anaztha Amatullah¹, Ginanjar Ilyas¹, Elsa Nelasari Awaliya¹, Nur Atila Aldila¹, Iman Hernaman^{1,a}, Budi Ayuningsih¹, U. Hidayat Tanuwiria¹, Rahmat Hidayat¹

¹Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, Jalan Raya Bandung – Sumedang KM 21 Sumedang 45363

^aemail: iman.hernaman@unpad.ac.id

Abstrak

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh pakan yang mengandung bungkil kacang tanah terhadap fermentabilitas dan kecernaan *in vitro*. Pakan perlakuan disusun dengan menggunakan rancangan acak lengkap yang terdiri atas 4 jenis yang mengandung 0, 6, 12, dan 18% bungkil kacang tanah. Setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali dan dilakukan analisis dengan menggunakan uji jarak berdanda Duncan. Pakan perlakuan dievaluasi secara *in vitro* dan diukur konsentrasi VFA, N-NH₃, persentase kecernaan bahan kering, kecernaan bahan organik dan populasi bakteri rumen. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan bungkil kacang tanah sampai taraf 18% dapat meningkatkan VFA, N-NH₃, kecernaan bahan kering, kecernaan bahan organik dan bakteri rumen ($P < 0,05$) daripada pakan yang tidak mengandung bungkil kacang tanah. Peningkatan terjadi sampai pada taraf 12%, kemudian menurun pada taraf 18%. Kesimpulan menunjukkan bahwa penggunaan bungkil kacang tanah dalam pakan dapat digunakan sebanyak 18%, namun penggunaan 12% memberikan fermentabilitas dan kecernaan yang terbaik.

Kata kunci: bungkil kacang tanah, fermentabilitas, *in vitro*, kecernaan, rumen

Fermentability and Digestibility of Ration Containing Peanut Meal Cake (In Vitro)

Abstract

The aim of the study was to determine the effect of rations containing peanut meal on *in vitro* fermentability and digestibility. The treatment rations were arranged using a completely randomized design consisting of 4 types containing 0, 6, 12, and 18% peanut meal cake. Each treatment was replicated 5 times and analyzed using Duncan's test. The treatment rations were evaluated *in vitro* and the concentrations of VFA, N-NH₃, percentage dry matter digestibility, organic matter digestibility and rumen bacterial population were measured. The results showed that the use of peanut meal cake up to the level of 18% could increase VFA, N-NH₃, dry matter digestibility, organic matter digestibility and rumen bacteria ($P < 0,05$) than rations did not contain peanut meal cake. The increase occurred up to the level of 12%, then decreased at the level of 18%. The conclusion showed that the use of peanut meal cake in the ration could be used as much as 18%, but the use of 12% gave the best fermentability and digestibility.

Keywords: peanut meal, fermentability, *in vitro*, digestibility, rumen

Pendahuluan

Pakan memberikan kontribusi terbesar dalam usaha budidaya ternak, sehingga menjadi faktor yang dapat menentukan produktivitas domba. Rendahnya mutu pakan, kontinuitas yang kurang terjamin, kecernaan rendah, serta tidak seimbang nutrisinya asal pakan menyebabkan penurunan produktivitas ternak itu sendiri. Untuk mendapatkan pakan domba yang berkualitas, sebaiknya tersusun dari bahan pakan yang menghasilkan keseimbangan

nutrisi dan energi sesuai dengan kebutuhan ternak.

Bungkil kacang tanah (*peanut press cake*) adalah suatu bahan pakan hasil dari proses ekstraksi minyak kacang tanah. Menurut BSN (1996), bungkil merupakan hasil ikutan atau ampas hasil ekstraksi minyak dengan cara mekanis (*expeller*) atau secara kimia melalui pelarutan dengan pelarut lemak (*solvent*). Di pasaran dikenal ada dua macam bungkil kacang, yaitu bungkil kacang biasa dan bahan

baku pakan. Di masyarakat, ekstraksi minyak kacang tanah dilakukan dengan cara tekanan mekanis yang menyebabkan masih tingginya kandungan lemaknya. Hal ini dibuktikan dengan analisis di Balai Pengujian Mutu dan Sertifikasi Pakan (2021), yang menunjukkan bahwa bungkil kacang tanah masih mengandung lemak kasar yang tinggi, yaitu 32,13%. Namun demikian bungkil kacang tanah juga tinggi kandungan protein kasar dan TDN-nya, yaitu sebesar 40,48% dan 81,08%, serta memiliki serat kasar dengan kategori sedang berkisar 14%. Dengan kandungan protein kasar lebih besar dari 18% dan serat kasar kurang dari 20%, maka bungkil kacang tanah termasuk golongan bahan pakan sumber protein (Hartadi *et al.*, 2005).

Kehadiran lemak yang tinggi dalam bungkil kacang tanah hasil ekstraksi secara mekanis dikhawatirkan dapat mengganggu fermentasi pakan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengujian fermentabilitas dan kecernaan pakan yang mengandung bungkil kacang tanah tersebut.

Materi dan Metode

Bahan Pakan dan Pakan Percobaan

Pakan penelitian adalah campuran dari rumput dan pakan penguat (konsentrat) yang terdiri atas berbagai jenis bahan pakan dengan komposisi 45% dan 55%. Rumput yang digunakan berupa rumput lapangan yang diambil dari perkebunan di sekitar kampus Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran. Bungkil kacang yang digunakan diperoleh dari industri pengolahan oncom di Desa Pasireungit, Kabupaten Sumedang. Penggunaan bungkil dalam penelitian ini sebanyak 0, 6, 12, dan 18%. Bahan pakan lainnya diperoleh dari toko pakan di daerah Bandung dan sekitarnya.

Rumput dan bahan pakan konsentrat dikeringkan terlebih dahulu (kering udara) lalu dilakukan pengeringan kembali menggunakan oven untuk selanjutnya dilakukan penggilingan. Setelah itu, ditimbang sesuai dengan jumlah yang diperlukan dalam campuran formulasi pakan. Pakan yang sudah siap kemudian digunakan untuk dilakukan pengujian secara *in vitro*. Komposisi bahan pakan dan kandungan nutrisi penyusun pakan penelitian dicantumkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi bahan pakan dan kandungan nutrisinya pada pakan penelitian

Bahan Pakan	Pakan			
	BKC 0%	BKC 6%	BKC 12%	BKC 8%
	-----%-----			
Rumput Lapangan	45,00	45,00	45,00	45,00
Bungkil Kacang Tanah	0,00	6,00	12,00	18,00
Bungkil Kedelai	9,67	5,06	0,41	0,10
Onggok	13,63	13,93	14,14	27,06
Dedak Padi Kasar	8,12	8,21	8,53	8,19
Jagung	12,69	12,03	11,30	1,04
Pollard	10,48	9,28	8,12	0,10
Mineral Mix	0,41	0,50	0,50	0,50
Jumlah	100	100	100	100
Bahan Kering	39,09	39,18	39,27	39,12
Abu	7,59	7,42	7,19	7,03
Protein Kasar	12,07	12,07	12,07	12,07
Serat Kasar	18,97	19,42	19,93	19,62
Lemak Kasar	3,97	5,57	7,17	9,24
Calcium	0,36	0,35	0,33	0,32
Phospor	0,40	0,40	0,41	0,38
Total Digestible Nutrient (TDN)	69,00	69,00	69,00	69,00

Keterangan: dalam kondisi 100% bahan kering, BKC = bungkil kacang tanah

Prosedur *In Vitro* dan Pengukuran Peubah

Penelitian secara *in vitro* dilaksanakan memakai prosedur yang dijelaskan oleh Hernaman *et al.*, (2015). Sampel pakan sebanyak 0,5gram ditimbang dan ditempatkan di tabung fermentor, lalu dicampur dengan cairan rumen domba sebesar 10 mL dan larutan McDougall yang bersuhu 39°C sebanyak 40 mL dimasukan ke dalam tabung tersebut yang telah berisi sampel tersebut. Ke dalam tabung dialirkan gas CO₂, lalu ditutup rapat menggunakan penutup dari karet berventil. Tabung tersebut disimpan pada rak yang berada di dalam *waterbath* dengan temperatur 39-40°C.

Tabung fermentor dibagi ke dalam 2 kelompok. Kelompok pertama diinkubasi selama 3-4 jam lalu disiapkan untuk pengukuran VFA, dengan metode destilasi uap Markam (Zahera *et al.*, 2020), sedangkan N-NH₃ melibatkan teknik microdifusi cawan Conway yang dijelaskan oleh Hernaman *et al.*, (2015), dan bakteri rumen diukur dengan metode yang dijelaskan oleh Wandra *et al.*, (2020).

Kelompok yang kedua, yaitu dengan cara tabung diinkubasi dan dibiarkan selama 3 jam pertama, lalu dikocok. Kemudian kurun waktu 3 jam sekali selama 48 jam dilakukan pengocokan, setelah selesai ditambahkan larutan HgCl₂ jenuh sebanyak 5 tetes ke setiap tabung. Setelah itu tabung fermentor ditempakna pada alat sentrifugasi dan dilakukan sentrifugasi selama 10 menit agar residu dan supernatant menjadi terpisah. Residu yang terpisah dimasukkan kembali ke dalam tabung fermentor dan supernatannya dibuang. Berikutnya ditambahkan 50 mL larutan pepsin HCl ke dalam tabung, lalu diinkubasi kembali selama 48 jam dengan suasana aerob. Selanjutnya pada tahap 2 dilakukan pengocokan setiap 6 jam sekali. Berikutnya setelah 48 jam, isi tiap tabung disaring menggunakan kertas saring Whatman 41 dengan bobot yang telah diketahui, kemudian residunya disaring dan ditempatkan ke dalam cawan alumunium. Proses dilanjutkan dengan pengeringan residu dengan menggunakan cawan alumunium yang telah diketahui berat keringnya pada suhu 105°C durasi 6 jam. Cawan alumunium yang mengandung residu yang sudah dikeringkan, kemudian disimpan di dalam eksikator serta bobotnya diukur (untuk mengetahui berat akhir bahan kering). Kertas saring beserta sampelnya dimasukan ke dalam

cawan porselen dengan bobot yang telah diketahui. Perlakuan selanjutnya adalah proses pengabuan dengan alat tanur listrik dengan suhu 600°C kurun waktu ±6 jam. Cawan yang mengandung residu (telah menjadi abu) didinginkan dan ditempatkan ke dalam eksikator selama 15 menit, kemudian ditimbang. Setelah data diperoleh diukur kecernaan bahan kering (KcBK) dan kecernaan bahan organiknya (KcBO) menurut prosedur yang dijelaskan oleh Hernaman *et al.*, (2015).

Metode Statistik

Percobaan eksperimental dilaksanakan di laboratorium dengan desain statistik berupa rancangan acak lengkap (RAL). Perlakuan yang digunakan berupa tingkat penggunaan bungkil kacang tanah (Tabel 1) dan perlakuan masing-masing diulang sebanyak 5 kali. Data dikumpulkan dan diolah dengan Excell dan untuk pengujian perbedaan diantara perlakuan dilakukan uji jarak berganda Duncan (Steel & Torrie 2003) dan diolah dengan memanfaatkan perangkat lunak SPSS 21.

Hasil dan Pembahasan

Pengujian *in vitro* dilakukan untuk mengevaluasi pakan percobaan yang mengandung berbagai level penggunaan bungkil kacang tanah terhadap fermentabilitas dan kecernaan pakan percobaan. Setelah dilakukan proses inkubasi diperoleh data fermentabilitas, kecernaan dan populasi bakteri rumen yang disajikan pada Tabel 2.

Secara umum bahwa konsentrasi N-NH₃ pada semua perlakuan berada di bawah kondisi normal 4,86 mM (McMurphy *et al.*, 2011), sebaliknya konsentrasi VFA, persentase KcBK dan KcBO serta jumlah bakteri rumen berada pada rentang kisaran normal. Menurut McDonald *et al.*, (2010) bahwa untuk mendukung perkembangan mikroba rumen dibutuhkan VFA adalah pada kisaran 70-150 mM. Sementara itu, kecernaan bahan kering dan kecernaan bahan organik yang baik adalah 50-60% dan 53,12 – 78,41% (Yuhana *et al.*, 2013; Elihasridas & Herawati 2014), sedangkan jumlah bakteri yang baik dalam mendukung fermentasi di rumen sebesar 10⁹-10¹² sel/mL dari isi rumen seperti yang dinyatakan oleh Wandra *et al.*, (2020).

Tabel 2. Rataan data fermentabilitas dan pencernaan pakan yang mengandung berbagai tingkat bungkil kacang tanah

Peubah	BKC 0%	BKC 6%	BKC 12%	BKC 18%
Ammonia/N-NH ₃ (mM)	1,34 ^a ±0,05	1,7 ^c ±0,11	2,16 ^d ±0,07	1,57 ^b ±0,03
Voaltile Fatty Acid/VFA (mM)	107 ^a ±3,39	123,8 ^b ±2,39	161,8 ^c ±6,22	129,2 ^b ±18,19
Kecernaan Bahan Kering (%)	51,54 ^a ±2,29	56,87 ^b ±1,23	65,56 ^d ±2,27	61,66 ^c ±0,81
Kecernaan Bahan Organik (%)	67,52 ^a ±1,18	78,40 ^b ±0,60	82,75 ^d ±0,69	79,86 ^c ±0,66
Bakteri Rumen (x10 ⁹ sel/mL)	5,44 ^a ±0,91	8,68 ^b ±1,51	9,6 ^b ±2,62	11,38 ^b ±5,38

Keterangan: Huruf yang tidak sama di dalam baris yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf $\alpha = 0,05$;
BKC = bungkil kacang tanah

Data diantara produk fermentasi dengan pencernaan menunjukkan pola yang sama dan tampaknya memiliki keamatan hubungan satu dengan yang lainnya. Sementara itu, prosentase KcBK lebih rendah dibandingkan dengan KcBO.

Kisaran produksi N-NH₃ total (1,34-2,16 mM) yang rendah diduga karena produk fermentasi tersebut digunakan oleh bakteri rumen untuk sintesis protein mikroba dengan cepat. Candra (2013) menuturkan bahwa konsentrasi N-NH₃ cairan rumen yang rendah dapat mengindikasikan proses fermentasi berjalan normal, sehingga N-NH₃ dapat dimanfaatkan dengan cepat oleh mikroba rumen. Hal ini didukung dengan jumlah bakteri pada penelitian ini masih dalam kisaran jumlah yang normal, bahkan pada perlakuan pakan yang mengandung bungkil kacang tanah jumlahnya lebih tinggi dibandingkan dengan pakan yang tidak mengandung bungkil kacang tanah.

Hasil analisis dengan uji Duncan, menunjukkan bahwa pakan yang mengandung bungkil kacang tanah dapat meningkatkan fermentabilitas dan pencernaan pakan ($P < 0,05$) dibandingkan dengan pakan yang tidak menggunakan bungkil kacang tanah. Peningkatan tersebut memberikan pola yang sama (Tabel 2) dimana terjadi peningkatan sampai pada tingkat penggunaan 12%, setelah itu menurun pada taraf penggunaan 18%, meskipun tingkat penggunaan tersebut (18%) masih lebih tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan dengan pakan yang tidak menggunakan bungkil kacang tanah. Hal ini berarti bahwa penggunaan bungkil kacang tanah dalam pakan sebanyak 12% menghasilkan fermentabilitas (N-NH₃ dan

VFA) dan pencernaan (KcBK dan KcBO) dengan nilai yang tertinggi ($P < 0,05$) dan penggunaan 18% bungkil kacang tanah masih dapat digunakan dalam pakan. Bakteri rumen tercatat juga mengalami peningkatan jumlah populasi yang nyata ($P < 0,05$) pada pakan yang mengandung bungkil kacang tanah dibandingkan dengan pakan tidak menggunakan bungkil kacang tanah.

Peningkatan fermentabilitas dan pencernaan pakan yang mengandung bungkil kacang tanah sampai level 18% dibandingkan dengan pakan tanpa bungkil kacang tanah (0%) diduga protein yang tinggi pada bungkil kacang tanah mampu meningkatkan pertumbuhan mikroba rumen. Hal ini didukung dengan data pada Tabel 2 bahwa populasi bakteri rumen untuk semua perlakuan yang mengandung bungkil kacang tanah lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa penggunaan bungkil kacang tanah. Menurut Purbowati *et al.*, (2014) bahwa mikroba rumen memiliki peran utama dalam proses fermentasi dan pencernaan. Pada hakekatnya bungkil kacang tanah berasal dari biji kacang tanah, setelah mengalami pengeluaran lemaknya. Kacang tanah kaya dengan kandungan proteinnya. Sekitar 30% protein kacang tanah terdiri atas asam amino esensial seperti lisin, isoleusin, leusin, metionin, triptofan, fenilalanin, arginin, histidin, dan valin (Yulifianti *et al.*, 2015). Asam amino esensial ini dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan mikroba rumen (Uhi *et al.*, 2006), sehingga berpengaruh positif terhadap fermentabilitas dan pencernaan pakan. Mutia *et al.*, (2013) memperjelas bahwa kacang tanah memiliki asam amino esensial bercabang berupa isoleusin (1,92%), lisin (1,29%) dan valin (1,33%), dimana asam

amino tersebut diduga mampu meningkatkan jumlah dan kemampuan mikroba rumen dalam melakukan fermentasi pakan serat (Zain *et al.*, 2000). Mir *et al.*, (1991) membuktikan bahwa pemanfaatan asam amino bercabang dalam pakan dapat meningkatkan populasi bakteri selulolitik yang ditunjukkan dengan peningkatan KcBK dan selulosa pakan.

Meskipun terjadi peningkatan dalam proses fermentasi dan pencernaan, namun penggunaan bungkil kacang tanah yang terbaik diperoleh pada taraf 12%, setelah itu terjadi penurunan. Penurunan ini terjadi karena tingginya kadar lemak kasar pada perlakuan penggunaan 18% dibandingkan dengan taraf 12% bungkil kacang tanah. Kadar lemak yang terdapat pada perlakuan pakan yang mengandung bungkil kacang tanah 18% adalah 9,24% dan melebihi dari standar yang dianjurkan. Berdasarkan SNI No. 8819, bahwa batas maksimal kadar lemak dalam pakan, yaitu 7% (BSN, 2019). Berdasarkan hal tersebut, maka kadar lemak di dalam pakan ruminansia sebaiknya tidak terlalu tinggi. Semakin tinggi kadar lemak di dalam pakan belum tentu memberikan nilai fermentabilitas dan pencernaan pakan yang tinggi. Hal ini didukung oleh Ainunisa *et al.*, (2011) yang menunjukkan bahwa minyak yang tinggi dalam pakan dapat menghambat fermentasi mikroba rumen yang berakibat pencernaan serat kasar menurun. Sebagai senyawa yang bersifat non polar, lemak sulit larut dalam cairan rumen, karena menempel pada mikroba rumen dan menyelimuti partikel pakan secara fisik oleh lemak (Pantoja *et al.*, 1994). Lemak yang tinggi terutama pada perlakuan BKC 18% sebagai akibat dari kandungan lemak yang tinggi dari bungkil kacang tanah hanya menyelimuti sebagian pakan, sehingga sulit dicerna, namun secara umum pakan perlakuan yang mengandung bungkil kacang tanah tersebut masih memberikan nutrisi yang cukup terutama asam amino bercabang bagi perkembangan populasi bakteri rumen.

Berdasarkan hasil penelitian juga terlihat bahwa prosentase KcBK memiliki pola hubungan yang sama dengan KcBO-nya. Menurut Chairunisa *et al.*, (2020) pencernaan bahan kering memiliki hubungan yang linear dan positif dengan pencernaan bahan organik. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian Nurhayati *et al.*, (2020) yang menunjukkan

bahwa nilai KcBO lebih tinggi dibandingkan dengan nilai KcBK-nya, serta adanya hubungan yang sangat kuat antara pencernaan bahan kering dan bahan organik yang ditunjukkan dengan angka korelasi $r = 0,8814$. Sementara itu, KcBO lebih tinggi daripada KcBK disebabkan masih terdapatnya kandungan abu di dalam bahan kering (Dewi *et al.*, 2012), sedangkan pada bahan organik tidak ada. Menurut Fathul *et al.*, (2010) kandungan abu dapat memperlambat tercernanya bahan kering pakan.

Begitupula dengan pola antara fermentabilitas dengan pencernaan bahan pakan. Pola yang sama terjadi antara konsentrasi VFA dan N-NH₃ dengan KcBK dan KcBO. Perubahan tersebut mengalami peningkatan sejalan dengan meningkatnya penggunaan bungkil kacang tanah sampai tingkat 12%, kemudian terjadi penurunan setelahnya. Pada ruminansia pencernaan sebagian besar merupakan manifestasi dari degradasi/pencernaan bahan pakan melalui proses fermentasi di dalam rumen, meskipun proses pencernaan terjadi juga pada saat di pasca rumen. Intensifnya proses fermentasi yang dilakukan oleh mikroba rumen berpengaruh besar terhadap pencernaan. Disamping itu, pakan ruminansia sebagian besar terdiri atas serat kasar, BETN, dan protein dengan komposisi >80%, karbohidrat dan protein tersebut akan difermentasi menjadi VFA dan N-NH₃. Saripudin *et al.*, (2019) menunjukkan adanya hubungan kuat antara VFA dengan KcBK dan KcBO dengan nilai hubungan tersebut berturut-turut mencapai $r = 0,67$ dan $r = 0,65$.

Kesimpulan

Penggunaan bungkil kacang tanah dalam pakan dapat digunakan sebanyak 18%, namun penggunaan 12% memberikan fermentabilitas dan pencernaan yang terbaik.

Daftar Pustaka

- Ainunisa, N., Rapsanjani, M.B., Tarmidi, A.R. & Hernaman, I. 2020. Proteksi protein ampas tahu dengan crude palm oil (CPO) terhadap degradasi mikroba rumen. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan* 7 (2):147-151
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2019. SNI 8819:2019. Pakan Konsentrat Domba Penggemukan. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

- Candra. 2013. Nilai pH, *N*-amoniak dan VFA sistem rumen in vitro campuran jerami padi dan daun murbei (*Morus alba*) yang ditambahkan urea mineral-molases liquid (UMML). Karya Ilmiah, Fakultas Peternakan. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Chairunisa, Fadhillah, L.A., Hernaman, I., Dhalika, T., Ramdani, D. & Nurmeidiansyah, A. 2020. Fermentabilitas dan pencernaan in vitro pakan domba yang mengandung kulit buah pisang muli (*Musa acuminata*). Jurnal Ilmu Ternak 20 (2): 152-157.
- Dewi, N.K., Mukodiningsih, S. & Sutrisno, C.I. 2012. Pengaruh fermentasi kombinasi jerami padi dan jerami jagung dengan aras isi rumen kerbau terhadap pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik secara invitro. Jurnal Ilmu Ternak, 1 (2):134-140.
- Elihasridas & Herawati, R. 2014. Kecernaan in vitro pakan berbasis limbah jagung amoniasi dengan berbagai rasio konsentrat untuk ruminansia. J. Peternakan Indonesia. 16:145-151.
- Fathul, F. & Wajizah, S., 2010. Penambahan mikromineral Mn dan Cu dalam pakan terhadap aktivitas biofermentasi rumen domba secara invitro. JITV 15 (1): 9–15.
- Hartadi, H., Reksodiprodjo S. & Tillman, A.D. 2005. Tabel Komposisi Bahan Makanan Ternak Untuk Indonesia. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hernaman, I., Budiman, A., Nurachma, S. & Hidajat, K. 2015. Kajian in vitro substitusi konsentrat dengan penggunaan limbah perkebunan singkong yang disuplementasi kobalt (Co) dan seng (Zn) dalam ransum domba. Buletin Peternakan, 39: 71-77
- McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J., Morgan, C., Sinclair, L. & Wilkinson, R. 2010. Animal Nutrition. 7th Ed. London (UK): Pearson Education
- McMurphy, C., Duff, G., Sanders, S., Cuneo, S. & Chirase, N. 2011. Effects of supplementing humates on rumen fermentation in Holstein steers. South Asian-Australasian Journal of Animal Science. 41 (2):134–140.
- Mir, P.S., Mir, Z. & Pink, B.M. 1991. In vitro digestibility of forage supplemented with cellulase (filter paper) and branched chain fatty acids or amino acids. Can. J. Anim. Sci: 72: 1149.
- Mutia, U., Shaleh, & Daniel, C. 2013. Uji kadar asam laktat pada keju kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) berdasarkan variasi waktu dan konsentrasi bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus lactis*. Jurnal Kimia Mulawarman. 10 (2): 58 – 59.
- Nurhayati, A.N., Tarmidi, A.R., Tanuwiria, U.H. & Hernaman. I. 2020. Pengaruh penggunaan limbah wortel (*Daucus carota* L.) dalam pakan sapi perah berbasis rumput lapangan terhadap fermentabilitas dan pencernaan (in vitro). Ziraah, 45 (2): 205-212
- Pantoja, J., Firkins, J.L., Estridge, M.L. & Hull, B. L. 1994. Effect of fat saturation and source of fiber on site of nutrient digestion and milk production by lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 77:2342-2356.
- Purbowati, E., Rianto, E., Dilaga, W.S., Lestari, C.M.S. & Adiwiranti, R. 2014. Karakteristik cairan rumen, jenis, dan jumlah mikrobia dalam rumen Sapi Jawa dan Peranakan Ongole. Buletin Peternakan 38 (1): 21-26
- Saripudin, A., Nurpauza, S., Ayuningsih, B., Hernaman, I. & Tarmidi, A.R. 2019. Fermentabilitas dan pencernaan pakan domba yang mengandung limbah roti secara in vitro. Jurnal Agripet 19 (2): 85-90
- Steel, R.G.D. & Torrie, J.H. 2003. Principles and Procedures of Statistics. 2^{ed}. Mc. Graw-Hill Book Co. Inc., New York.
- Uhi, H.T., Parakkasi, A. & Haryanto, B. 2006. Pengaruh suplemen katalitik terhadap karakteristik dan populasi mikroba rumen domba. Media Peternakan 29 (1): 20-26.
- Wandra, F.A., Pranowo, A.K., Hernaman, I., Tanuwiria, U.H. & Ayuningsih, B. 2020. Fermentabilitas pakan yang mengandung ampas bir dalam cairan rumen (in vitro). Jurnal Sain Peternakan Indonesia 15 (2): 227-236
- Yuhana, R., Prayitno, C.H. & Rustomo, B. 2013. Suplementasi ekstrak herbal dalam pakan kambing perah pengaruhnya terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik serta konsentrasi VFA secara in vitro. Jurnal Ilmiah Peternakan 1 (1):54-61.
- Yulifianti, R., Santosa, B.A.S. & Widowati, S. 2015. Teknologi Pengolahan dan

- Produk Olahan Kacang Tanah. Monograf Balitkabi No.13
- Zain, M., Sutardi, T., Sastradipradja, D., Nur, M.A., Suryahadi & Ramli, N. 2000. Efek suplementasi asam amino bercabang terhadap fermentabilitas dan pencernaan in vitro pakan berpakan serat sabut sawit. *Med. Pet.* 23 (2): 32-35.
- Zahera, R., Anggraeni, D., Rahman, Z.A. & Evvyernie, D. 2020. Pengaruh kandungan protein pakan yang berbeda terhadap pencernaan dan fermentabilitas rumen sapi perah secara in vitro. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan* 18 (1): 1-6