

Efek Penurunan Kadar Lignin Dalam Jerami Jagung Amoniasi Terhadap Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik Secara *In-Vitro*

(Effect of Lignin Reduction in Ammoniated Corn Stover on In-Vitro Digestibility of Dry Matter and Organic Matter)

Azhary Noersidiq*, Fahrullah, Vebera Maslami, Ryan Aryadin Putra, Oscar Yanuarianto dan Arjuna Anggara Putra Susanto

Program Studi Peternakan, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62 Mataram, NTB, Indonesia

*Email: az.noersidiq@unram.ac.id

Diterima : 15 Nopember 2024/Disetujui : 30 Nopember 2024

ABSTRAK

Jerami jagung merupakan limbah pertanian yang memiliki potensi sebagai pakan ternak ruminansia, namun pemanfaatannya sering terbatas oleh kandungan serat kasar, terutama lignin, yang menghambat pencernaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efek dari penurunan kandungan lignin jerami jagung dari pengaruh proses amoniasi dengan penambahan urea terhadap pencernaan bahan kering (KcBK) dan bahan organik (KcBO). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat dosis urea (0%, 2%, 4%, 6%) dan empat ulangan, serta dilakukan analisis in-vitro untuk mengukur nilai pencernaan bahan kering dan bahan organik. Analisis data menggunakan aplikasi SAS (Statistical Analysis System). Hasil penelitian menunjukkan bahwa amoniasi efektif dalam menurunkan kadar lignin dari 8,61% pada kontrol (T1) menjadi 3,31% pada perlakuan dengan dosis urea tertinggi (T4). Kecernaan bahan kering dan bahan organik juga meningkat, dengan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan 4% urea (T3), yaitu KcBK sebesar 60,26% dan KcBO sebesar 65,47%. Penurunan lignin yang signifikan memfasilitasi peningkatan pencernaan karena ikatan lignoselulosa yang lebih longgar, memungkinkan mikroba rumen mencerna serat lebih efisien. Penelitian ini menyimpulkan bahwa Efek kandungan lignin yang semakin menurun akibat dari penambahan urea dengan level berbeda (0-6%) dalam proses amoniasi jerami jagung dari kadar lignin 8,61% menjadi 3,31%, hal tersebut berpengaruh terhadap peningkatan pencernaan bahan kering dan bahan organik masing-masing (KcBK: 45,87% - 60,26% dan KcBO: 52,53% - 65,47%). Kandungan lignin 3,58% akibat perlakuan amoniasi 4% memberikan hasil pencernaan terbaik dan tertinggi yaitu KcBK: 60,26% dan KcBO: 65,47%). Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi dampaknya terhadap karakteristik fermentasi dalam rumen akibat perlakuan ini.

Kata Kunci: Jerami Jagung, Lignin, Urea, Kecernaan Bahan Kering, Kecernaan Bahan Organik

ABSTRACT

Corn stover is an agricultural by-product with the potential to be ruminant feed; however, its utilization is often limited by its high lignin content, which impairs digestibility. This study aims to evaluate the effect of lignin content in corn stover following ammonia treatment with urea addition on dry matter digestibility (DMD) and organic matter digestibility (OMD). The research employed a Completely Randomized Design (CRD) with four urea doses (0%, 2%, 4%, 6%) and four replicates, using in-vitro analysis to assess DMD and OMD values. Data analysis was conducted using the SAS (Statistical Analysis System) application. The results showed that ammonia treatment effectively reduced lignin content from 8.61% in the control (T1) to 3.31% in the highest urea dose treatment (T4). Both DMD and OMD increased, with the highest values obtained in the 4% urea treatment (T3), where DMD was 60.26% and OMD was 65.47%. The significant reduction in lignin facilitated improved digestibility by loosening lignocellulose bonds, allowing rumen microbes to degrade fiber more efficiently. This study concludes that the decrease in lignin content due to the addition of urea at varying levels (0-6%) during the ammonia treatment of corn stover, from 8.61% to 3.31%, positively impacts the increase in DMD (from 45.87% to 60.26%) and OMD (from 52.53% to 65.47%). The 4% urea treatment produced the best digestibility results, with lignin content reduced to 3.58%, yielding the highest DMD and OMD values. Further research is needed to evaluate the impact of this treatment on rumen fermentation characteristics.

Keywords: Corn Stover, Lignin, Urea, Dry Matter Digestibility, Organic Matter Digestibility

PENDAHULUAN

Jerami jagung merupakan salah satu limbah pertanian yang memiliki potensi besar sebagai sumber pakan ternak ruminansia, terutama di wilayah dengan keterbatasan hijauan pakan. Namun, pemanfaatan jerami jagung sebagai pakan utama seringkali terhambat oleh rendahnya kualitas nutrisi, khususnya akibat kandungan serat kasar yang tinggi, termasuk lignin. Jerami jagung memiliki kandungan protein kasar 6,38%, serat kasar 30,19%, lemak kasar 2,81%, BETN 51,69%, abu 8,94% dan TDN 53,12% (Yanuartono dkk, 2020). Selain itu, jerami jagung mengandung 22,5% hemiselulosa, 10,6% lignin dan 32,9% selulosa (Pasue dkk, 2019).

Lignin merupakan salah satu komponen utama dinding sel tanaman yang memiliki dampak signifikan terhadap proses pencernaan pakan berserat pada ternak ruminansia. Sebagai senyawa polimer yang kompleks, lignin membentuk struktur yang tidak dapat didegradasi oleh enzim atau mikroba dalam sistem pencernaan ruminansia, sehingga membatasi akses mikroorganisme rumen terhadap serat yang dapat difermentasi. Van Soest (1994) menyatakan bahwa peningkatan kandungan lignin dalam pakan berserat tinggi, seperti jerami, berkorelasi langsung dengan penurunan tingkat pencernaan bahan kering (BK) dan bahan organik (BO). Hal ini dikarenakan lignin berikatan erat dengan selulosa dan hemiselulosa, membentuk struktur yang sulit dipecah. Akin dan Robinson (1982) juga menunjukkan bahwa struktur lignin yang kompleks dapat menurunkan pencernaan karena lignin menghambat degradasi serat di dalam rumen.

Untuk mengatasi keterbatasan ini, amoniasi digunakan sebagai salah satu metode pengolahan pakan berserat. Proses amoniasi dilakukan dengan menambahkan sumber nitrogen, seperti amonia atau urea, ke dalam bahan pakan berserat tinggi dengan tujuan untuk meningkatkan nilai gizi dan pencernaan pakan. Sundstøl dan Owen (1984) mengungkapkan bahwa amoniasi dapat memperbaiki struktur dinding sel tanaman dengan melonggarkan ikatan serat dan menurunkan kadar hemiselulosa, sehingga meningkatkan pencernaan pakan. Meskipun begitu, lignin tetap menjadi komponen yang sulit didegradasi secara efektif oleh amoniasi, sehingga pencernaan pakan yang mengandung lignin tinggi masih terbatas. Amoniasi adalah teknologi perbaikan mutu pakan dan menurunkan kadar lignin menggunakan urea (Noersidiq *et al.*, 2018). Amonia yang dihasilkan dari proses amoniasi dapat merenggangkan ikatan lignin dengan selulosa dan hemiselulosa sehingga mikroba rumen dapat mudah penetrasi dan pencernaan dapat meningkat (Noersidiq *et al.*, 2020).

Pengujian in-vitro menjadi metode penting untuk menilai pengaruh amoniasi terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik. Suparjo dan Santoso (2000) melaporkan bahwa proses amoniasi dapat meningkatkan pencernaan jerami padi, baik dalam hal bahan kering maupun bahan organik, meskipun kadar lignin masih relatif tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa amoniasi efektif dalam meningkatkan pemanfaatan pakan berserat tinggi, namun peran lignin sebagai

penghambat pencernaan masih tetap perlu diperhitungkan dalam pengembangan metode pengolahan pakan yang lebih efisien. Berdasarkan kajian ini, pengolahan jerami jagung amoniasi diharapkan mampu memberikan hasil serupa dalam meningkatkan pencernaan bahan kering dan bahan organik dengan pendekatan kandungan lignin secara lebih efektif.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi plastik hitam untuk proses inkubasi amoniasi jerami jagung, tali pengikat, parang untuk memotong dan mencacah jerami jagung, serta peralatan laboratorium untuk analisis kandungan lignin dan untuk uji pencernaan secara in-vitro. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan mencakup jerami jagung, urea, cairan rumen, larutan saliva buatan (McDougall's) dan bahan kimia yang diperlukan untuk analisis tersebut.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak/Herbivora (INMT/H) fakultas Peternakan Universitas Mataram. Adapun desain rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan (dosis urea) dan 4 ulangan yaitu T1=0%(kontrol), T2=2%, T3=4% dan T4=6%.

Metode yang digunakan antara lain Van Soest *et al.*, (1991) untuk analisis kandungan lignin serta Tilley and Terry (1963) untuk uji pencernaan in-vitro. Prosedur pengerjaan penelitian antara lain (1) pembuatan amoniasi jerami jagung dengan cara hasil cacahan jerami jagung ditimbang sebanyak 500 gram dan

kemudian ditambahkan urea sesuai dosis perlakuan, kemudian dicampurkan merata ke dalam plastik dan selanjutnya diinkubasi selama 21 hari (Noersidiq *et al.*, 2023), (2) analisis kandungan lignin jerami jagung amoniasi (3) uji pencernaan bahan kering dan bahan organik jerami jagung secara in-vitro.

Analisis Data

Analisis data menggunakan software SAS Institute Inc (2008) dan untuk menentukan ada atau tidaknya pengaruh menggunakan analisis sidik ragam dan perbedaan yang nyata diuji lanjut Duncan's (Steel dan Torrie ,1993).

Variabel yang diukur

Variabel yang diamati yaitu kandungan lignin, pencernaan bahan kering (BK) dan bahan organik (BO) Perhitungan menggunakan formula sebagai berikut:

$$\text{lignin (\%)} = \frac{C - B}{A} \times 100\%$$

$$\text{KcBK (\%)} = \frac{(Ax D) - (Ex F - G)}{Ax D} \times 100\%$$

$$\text{KcBO (\%)} = \frac{(Ax Dx H) - (Ex Fx I - G)}{Ax Dx H} \times 100\%$$

Keterangan:

A : berat sampel

B : berat setelah dioven ke-2

C : berat setelah di tanur

D : BK sampel

E : berat residu

F : BK residu

G : berat blanko

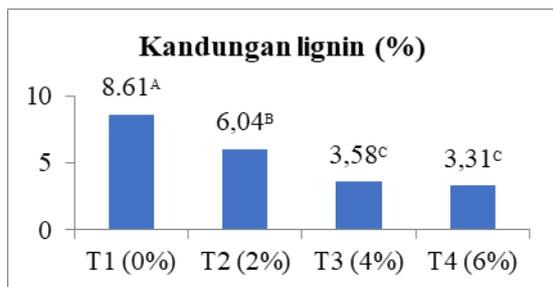
H : BO sampel

I: BO residu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan lignin jerami jagung amoniasi

Lignin adalah bagian dari dinding sel tanaman yang sukar untuk dicerna ternak ruminansia dengan selulosa dan hemiselulosa, akan menghambat pencernaan (Sudirman dkk, 2015). Adapun penurunan kandungan lignin dari jerami jagung setelah diamoniasi tersaji pada Grafik dibawah ini.



Gambar 1. Kandungan lignin jerami jagung amoniasi

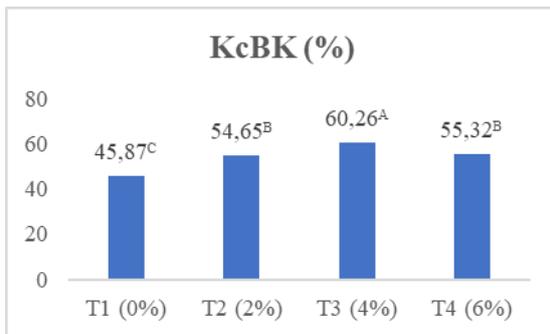
Hasil analisis ragam memperlihatkan bahwa pemberian urea pada amoniasi jerami jagung memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap penurunan kandungan lignin. Hal ini disebabkan oleh urea yang diberikan pada perlakuan amoniasi mampu merenggangkan ikatan lignin dengan selulosa dan hemiselulosa yang disebut dengan ikatan lignoselulosa atau lignohemiselulosa. Hal ini sesuai pendapat Noersidiq *et al.*, (2020) yang menyatakan bahwa Penambahan urea pada proses amoniasi membantu ikatan lignoselulosa dan lignohemiselulosa merenggang sehingga dengan semakin tinggi level urea yang diberikan maka semakin rendah kadar lignin. Ditambahkan oleh beberapa pendapat yang menjelaskan bagaimana mekanisme urea dapat merenggangkan ikatan tersebut yaitu melalui reaksi hidrolisis urea dimana setelah terurai menjadi NH_3 dan CO_2 , dengan adanya molekul air,

NH_3 akan mengalami hidrolisis menjadi NH_4^+ dan OH^- (Bödeker *et al.*, 1992). Senyawa NH_3 mempunyai $\text{pK}_a = 9,26$, berarti bahwa dalam suasana netral ($\text{pH} = 7$) akan lebih banyak terdapat sebagai OH^- (Moraes *et al.*, 2017), sehingga dengan demikian amoniasi akan serupa dengan perlakuan alkali (Chenost dan Kayouli, 1997; Lam *et al.*, 2001; Trach *et al.*, 1998). Gugus OH^- dapat memutuskan ikatan hidrogen antara oksigen pada karbon nomor 2 molekul glukosa satu dengan oksigen karbon nomor 6 molekul glukosa lain yang terdapat pada ikatan selulosa, lignoselulosa dan lignohemiselulosa (Caneque *et al.*, 1998).

Hasil uji Duncan's memperlihatkan bahwa kandungan lignin tertinggi diperoleh pada perlakuan T1 (8,61%), sedangkan kandungan lignin terendah diperoleh pada T4 (3,31%). Perlakuan T2 juga menunjukkan hal serupa, yaitu beda nyata dengan perlakuan T3 dan T4. Sedangkan untuk kedua perlakuan (T3 dan T4) menunjukkan tidak terdapat perbedaan dengan kandungan lignin berturut-turut sebesar 3,58% dan 3,31%. Rendahnya kandungan lignin yang dimiliki oleh perlakuan T4 disebabkan oleh tingginya level urea yang digunakan dimana semakin tinggi level urea yang diberikan maka semakin tinggi reaksi hidrolisis urea yang akan terjadi dalam merenggangkan ikatan lignoselulosa atau lignohemiselulosa tersebut.

Kecernaan bahan kering (KcBK)

Adapun nilai KcBK dari jerami jagung setelah diamoniasi tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai KcBK jerami jagung amoniasi

Hasil analisis ragam memperlihatkan bahwa pemberian urea pada amoniasi jerami jagung memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0.05$) terhadap pencernaan bahan kering secara *in vitro*. Hal ini disebabkan pengaruh dari amonia yang dihasilkan dari proses hidrolisis urea yang merenggangkan ikatan antara lignin dan fraksi serat sehingga zat makanan yang lain mudah dicerna oleh mikroba rumen. Seiring dengan menurunnya kandungan lignin tersebut maka akan meningkatkan pencernaan secara *in-vitro*. Hal ini sesuai dengan pendapat dari Isroi (2008) yang menyatakan bahwa perlakuan amoniasi menggunakan bahan sumber amonia berupa urea telah terbukti dapat meningkatkan pencernaan.

Hasil KcBK yang diperoleh dalam penelitian ini adalah T1 (45,87%), T2 (54,65%), T3 (60,26%), T4 (55,32%) dari hasil rataan tersebut perlakuan T3 nilai kecernaannya paling tinggi dari perlakuan lainnya yaitu 60,26% dan terendah pada perlakuan T1 (kontrol) yaitu 45,87%. Nilai KcBK terjadi peningkatan seiring dengan peningkatan level urea yang diberikan namun terjadi penurunan pada perlakuan T4. Hal ini disebabkan oleh kandungan lignin yang menurun akibat dari pengaruh urea yang diberikan dimana semakin rendah lignin maka semakin tinggi pencernaan. Hal ini sesuai

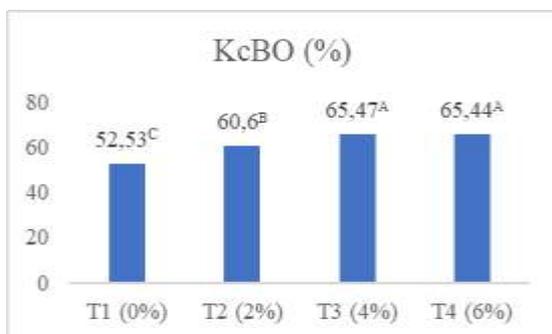
pendapat dari Noersidiq *et al.*, (2020) yang menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi lignin dalam dinding sel maka kecernaannya semakin rendah. Lignin yang terdapat dalam dinding sel tanaman merupakan faktor pembatas kecernaan di dalam rumen. Lignin yang tinggi dalam pakan menyebabkan nilai kecernaan rendah di dalam rumen. Lignin tidak dapat dicerna oleh mikroba di dalam rumen, bahkan dapat mengganggu kecernaan, sedangkan serat kasar memiliki fraksi selain lignin juga mengandung selulosa dan hemiselulosa yang dapat dicerna oleh mikroba rumen (Hernaman dkk, 2017).

Hasil uji jarak Duncan's menunjukkan bahwa KcBK pada perlakuan T3 (60,26%) nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan pengaruh faktor kondisi di dalam rumen salah satunya pH yang terpengaruh dengan adanya penambahan urea yang bersifat basa sehingga pH dalam rumen menjadi meningkat seiring meningkatnya level urea dan pada perlakuan T3 dengan level 4% urea memberikan nilai KcBK tertinggi dengan asumsi pH rumen pada perlakuan ini merupakan pH optimal untuk mikroba dalam mencerna zat makanan, namun pada perlakuan T4 atau level 6% urea nilai KcBK mengalami penurunan. Hal ini disebabkan pH lingkungan rumen sudah terlalu tinggi dan mengganggu proses kecernaan di dalam rumen. Hal ini sesuai dengan pendapat dari Crampton and Harris (1969) yang menyatakan bahwa kecernaan zat makanan tergantung pada aktivitas mikroba rumen karena mikroba rumen

berperan dalam proses fermentasi, sedangkan aktivitas mikroba itu sendiri dipengaruhi oleh zat-zat makanan yang terdapat dalam bahan pakan. Nilai pH merupakan salah satu faktor lingkungan yang berperan penting dalam aktivitas mikroorganisme dalam proses anaerob dimana kisaran pH yang ideal untuk aktivitas mikroba rumen yaitu antara 6 - 7 (Church, 1988). Ditambahkan lagi oleh Pathak (1977) yang menyatakan bahwa penambahan urea dalam pakan maksimal adalah 6%. Pemberian diatas 6% dapat mengakibatkan gangguan pada ternak.

Kecernaan bahan organik (KcBO)

Adapun nilai KcBO dari jerami jagung setelah diamoniasi tersaji pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Nilai KcBO jerami jagung amoniasi

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kecernaan bahan organik. Hal ini disebabkan karena hasil KcBO yang diperoleh dalam penelitian ini seiring dengan hasil KcBK nya karena bahan organik merupakan bagian dari bahan kering. Hal ini sesuai dengan pendapat Fathul dan Wajizah (2010) Andayani (2010) menyatakan bahwa bahan organik merupakan bagian dari bahan kering, sehingga apabila bahan kering meningkat akan meningkatkan bahan organik begitu

juga sebaliknya. Berdasarkan hasil penelitian KcBO didapatkan hasil T1 (52,53%), T2 (60,60%), T3 (65,47%), T4 (65,44%) dari hasil rata-rata tersebut perlakuan T3 nilai kecernaannya paling tinggi yaitu 65,47%.

Hasil uji jarak Duncan's menunjukkan bahwa perlakuan T3 lebih tinggi KcBO yang dihasilkan dibandingkan dengan perlakuan lain. Tingginya kecernaan bahan organik dipengaruhi oleh seiring menurunnya kandungan lignin maka kecernaan akan meningkat baik bahan kering maupun bahan organik. Hal ini sesuai dengan pendapat Reksohadiprodjo (1985) yang menyatakan bahwa meningkatnya kecernaan bahan kering sebab secara proporsional laju keluarnya bahan kering selalu diikuti keluarnya bahan organik, sehingga dengan meningkatnya kecernaan bahan kering akan meningkatkan kecernaan bahan organik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Efek kandungan lignin yang semakin menurun akibat dari penambahan urea dengan level berbeda (0-6%) dalam proses amoniasi jerami jagung dari kadar lignin 8,61% menjadi 3,31%, hal tersebut berpengaruh terhadap peningkatan kecernaan bahan kering dan bahan organik masing-masing (KcBK: 45,87% - 60,26% dan KcBO: 52,53% - 65,47%). Kandungan lignin 3,58% akibat perlakuan amoniasi 4% memberikan hasil kecernaan terbaik dan tertinggi yaitu KcBK: 60,26% dan KcBO: 65,47%).

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu melihat responnya terhadap karakteristik fermentasi di dalam rumen akibat dari perlakuan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Akin, D. E., & Robinson, E. L. (1982). Structure of Leaves of Several Forage Species: Relationship to Digestibility. *Crop Science*, 22(1), 267-271.
- Bödeker, D., Opelland, G & Holler, H. (1992). Involvement of carbonic anhydrase in ammonia flux across rumen mucosa in vitro. *Exp. Physiol.* 77: 517-519. DOI: 10.1113/expphysiol.1992.sp003614
- Caneque, S., Velasco, S., & Sancha, J. L. (1998). Nutritional value and use of lignocellulosic feed treated with urea in the ruminant diet. In: Exploitation of Mediterranean roughage and byproducts. Antongiovanni M. (Ed). Options Mediterraneenes 32-17: (CIHEAM).
- Chenost, M., & Kayouli, C. (1997). Roughage utilization in warm climates. ISBN 92-5-103981-X. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available from URL: <http://www/Fao.org/docrep/003/w4988e/W4988E01.html>.
- Church, D. C. (1988). The ruminant animal digestive physiology and nutrition. Prentice Hall, Englewood Cliffs. New Jersey. USA.
- Crampton, E. W., & Harris, L. E. (1969). Applied animal nutrition. 2nd Ed. W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Hernaman, I., Ayuningsih, B., & Ramdani, D. (2018). Perbandingan Model Pendugaan Total Digestible Nutrient (TDN) dan Protein Tercerna pada Domba Garut Betina. *Majalah Ilmiah Peternakan*, 21(3), 110–113.
- Isroi. (2008). Compost. Indonesian Plantation Biotechnology Research Institute. Bogor. Indonesia (In Indonesian)
- Lam, T. B., Kadoya, K., & Iiyama. K. (2001). Bonding of hydroxycinnamic acids to lignin: ferulic and p-coumaric acids are predominantly linked at the benzyl position of lignin, not the b-position, in grass cell walls. *Phytochem.* 57 (6): 987-992.
- Moraes, LE., Burgos, S. A., DePeters, E. J., Zhang, R., & Fadel, J. G. 2017. Short communication: Urea hydrolysis in dairy cattle manure under different temperature, urea, and pH conditions. *J. Dairy Sci.*, 100 (3): 2388-2394. doi.org/10.3168/jds.2016-11927
- Noersidiq, A., Marlida, Y., Zain, M., Agustin, F., Fahrullah, F., & Maslami, V. (2023). Effect of Saccharomyces cerevisiae and Cobalt in Ammoniated Oil Palm Trunk to In-Vitro Digestibility of Dry Matter, Organic Matter and Crude Protein. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(2), 121–125. DOI: <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i2.473>
- Noersidiq, A., Marlida, Y., Zain, M., Kasim, A., Agustin, F., & Huda, N. (2020). The effect of urea levels on in-vitro digestibility and rumen fermentation characteristic of ammoniated oil palm trunk. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, 10(3): 1258-1262. DOI: <http://dx.doi.org/10.18517/ijaseit.10.3.11574>
- Noersidiq, A., Marlida, Y., Zain, M., Kasim, A., Agustin, F., Frederick, A & Huda, N. (2018). The Roles of Ammoniation, Direct Fed Microbials (DFM) and Cobalt (Co) in the Creation of Complete Cattle Feed Based from Oil Palm. *Journal of Agrobiotechnology*. Vol. 9 (2): 92–107.

- Pasue, I., Saleh, E.J., & Bahri, S. (2019). Analisis Lignin, Selulosa dan Hemiselulosa Jerami Jagung Hasil di Fermentasi *Trichoderma viride* dengan Masa Inkubasi yang Berbeda. *Jambura Journal of Animal Science*. 1(2): 62-67.
- Pathak, N. (1977). Textbook of feed processing technology. Vikas Publishing House. New Delhi
- Reksohadiprodo, S. (1995). Serat dan sifat fisiko kimia hijauan pakan. dalam: kursus singkat teknik evaluasi pakan ruminansia. Fakultas Peternakan, UGM, Yogyakarta.
- SAS institute Inc. (2008). SAS user's guide, Version 9.1, second ed. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Sudirman, Suhubdy, Hasan, S. D., Dilaga, S. H., & Karda, I. W. (2015). Kandungan (NDF) dan (ADF) bahan pakan local ternak sapi yang dipelihara pada kandang kelompok. *Ilmu dan teknologi peternakan Indonesia*. 1, 66-70.
- Sundstøl, F., & Owen, E. (1984). Straw and Other Fibrous By-products as Feed. Amsterdam: Elsevier.
- Suparjo, & Santoso, U. (2000). Pengaruh Amoniasi Jerami Padi terhadap Nilai Gizi dan Kecernaan pada Kambing. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 5(3), 187-192.
- Tilley, J. M. A., & Terry, R. A. (1963). A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal Of British Grassland Society*, 18 : 104 – 111.
- Trach, N. X., Dan, C. X., Ly, L. V., & Sundstol, F. (1998). Effect of urea concentration, moisture content and duration of treatment on chemical composition of alkali treated rice straw. *Livest. Res. Ru-ral Devel*. 10 (1): 1-2.
- Van Soest, P. J. (1994). Nutritional Ecology of the Ruminant. Ithaca: Cornell University Press.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597.
- Yanuartono, Y., Indarjulianto, S., Nururrozi, A., Raharjo, S., Purnamaningsih, H., dan Haribowo, N. (2020). Metode Peningkatan Nilai Nutrisi Jerami Jagung Sebagai Pakan Ternak Ruminansia. *Journal of Tropical Animal Production*, 21(1), 23–38. <https://doi.org/10.21776/ub.jtapro.2020.021.01.3>