

Pemanfaatan Bungkil Inti Sawit (BIS) terhadap Performa Ayam Petelur Umur 40 - 50 minggu

Agustin Herliatika¹, Tuti Haryati¹

¹Balai Penelitian Ternak, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian
Jl. Veteran III, Desa Banjarwaru, Ciawi, Bogor
email : tikaagustiherlia@gmail.com

ABSTRAK

BIS merupakan hasil ikutan pengolahan minyak sawit yang berpotensi dijadikan sebagai bahan pakan karena kandungan protein dan energi yang bersaing. Pemanfaatan BIS sebagai pakan telah dilakukan pada ayam pedaging, ayam petelur, dan babi. Pemanfaatan tunggal BIS maupun dengan dikombinasikan bersama enzim telah banyak dilakukan. Salah satu multi enzim yang dihasilkan dari aktivitas *Eupennicillium javanicum* adalah BS4. Pemanfaatan enzim pada pakan mengandung BIS diharapkan mampu meningkatkan pencernaan pakan bagi ternak. Namun, beberapa penelitian terdahulu belum memberikan pola pemberian BIS dan pengaruhnya secara pasti. Hal ini disebabkan pengaruh penambahan BIS tersebut spesifik terhadap jenis dan kondisi fisiologis ternak tertentu. Berdasarkan kondisi tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan 10%BIS ke dalam pakan ayam layer pada umur 40-50minggu. Rancangan acak lengkap (RAL) akan digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan 24 ekor layer yang dibagi ke dalam 2 perlakuan. Ternak tersebut ditempatkan dalam kandang individu dan diberi minum secara *ad libitum*. Data yang diperoleh akan diuji menggunakan *t-test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan 10% BIS yang diberi BS4 pada pakan ayam layer berumur 40-50 minggu dapat dilakukan tanpa mempengaruhi performa ternak, HU, dan skor kuning telur. Namun, penurunan ketebalan kerabang sebesar 8,33% dapat terjadi dengan penambahan 10%BIS dalam pakan. Pemanfaatan BS4 pada pakan dengan dan tanpa penambahan 10%BIS dapat membantu menjaga stabilitas *henday* dan produksi telur selama 10 minggu pengamatan. Nilai *henday* ayam layer pada umur 40-50 minggu dapat mencapai >90%.

Kata Kunci : BS4, BIS, layer, multi-enzim, *henday*

ABSTRACT

Palm kernel meal (PKM) is a potential waste from palm oil processing. This waste can be utilized as feedstuff due to its high protein and energy content. Researches have been carried out on PKM for broiler, layer, and swine feed. Observation of PKM inclusion with or without enzymes inclusion has been carried out in the previous study. BS4 is one of the multi-enzymes produced by Eupennicillium javanicum activity. Enzyme inclusion in feed contained PKM aimed to increase the digestibility of that feed. However, some previous researches have not given a clear pattern yet about the effect of PKM inclusion. This is possible due to the specific effect of PKM inclusion on every species and physiology status. According to that concern, this research aimed to observe the effect of 10%PKM added BS4 inclusion on the 40-50 weeks layer performance. A complete randomized design using 24 laying hens that divided into two treatments. Those laying hens are placed into the individual cage and given drinking water ad libitum. Data collected will be analyzed using a t-test. The result of this study showed that 10% PKM inclusion that added BS4 can be used in feed without affecting the layer performances, HU, and yolk scores. But, a decrease of eggshell by 8,33% was found on a diet that added 10% of PKM. The utilization of BS4 on feed with or without 10% of PKM inclusion can maintance the henday and egg production stability during 10 weeks of observation. The henday of layer aged 40-50 weeks is higher than 90%.

Keywords: BS4, PKM, layer, multi-enzymes, *henday*

PENDAHULUAN

Bungkil inti sawit (BIS) merupakan hasil ikutan dari pembuatan minyak sawit. Bahan ini memiliki kandungan protein sebesar 13,4-17,6% (Abdollahi et al. 2015; Navidshad et al. 2016; Jang et al. 2020; Choi et al. 2021)

dan *Gross energy* sebesar 1,74MJ/kg (Jang et al. 2020). Kandungan Protein BIS 6,5% lebih tinggi dibandingkan dengan jagung, namun 30,37% lebih rendah dibandingkan dengan bungkil kedelai (Jang et al. 2020). Sedangkan nilai energi BIS serupa dengan jagung dan bungkil kedelai, yakni 1,74 MJ/kg vs 1,66

MJ/kg vs 1,76 MJ/kg (Jang et al. 2020). Hal ini menyebabkan BIS sangat berpotensi digunakan sebagai bahan pakan.

Pemanfaatan BIS telah banyak dilakukan. Pemanfaatan BIS sebanyak 7-14% dalam pakan layer (Wicaksana et al. 2021), 16% pada ayam pedaging periode starter (3 minggu) (Abdollahi et al. 2016), dan 12% pada babi periode finishing (Jang et al. 2020) telah dilakukan. Pemanfaatan BIS dengan penambahan enzim, baik tunggal maupun multi-enzim telah dilakukan pada penelitian sebelumnya (Abdollahi et al. 2016; Jang et al. 2020; Wicaksana et al. 2021). Selain itu pemanfaatan 25-50% *palm kernel cake* terfermentasi dan ditambahkan dengan enzim BS4 juga dapat dilakukan untuk layer umur 51-56 minggu (Sinurat et al. 2014).

BS4 merupakan multi-enzim yang dihasilkan dari fermentasi bungkil kelapa menggunakan *Eupennicillium javanicum* (Haryati et al. 2019). Enzim yang terkandung dalam BS4 diharapkan mampu untuk meningkatkan pencernaan pakan, khususnya pada pakan dengan kandungan serat yang tinggi. Hasil penelitian Navidshad et al. (2016) menunjukkan bahwa Inkubasi BIS dengan 5 unit mannanase/kg BIS dan 35 unit selulase/kg BIS dapat memperbaiki kualitas pakan broiler finisher yang disubstitusi dengan 20%BIS. Namun, hasil penelitian lain di babi menunjukkan bahwa penambahan enzim dalam substitusi BIS sebanyak 6% atau 18% tidak menyebabkan perbaikan pada performa dan kualitas ternak, namun pada penambahan 12% ditemukan hasil yang serupa dengan kontrol. Kondisi ini menunjukkan bahwa efisiensi penggunaan enzim dalam substitusi BIS sangat spesifik pada jenis ternak dan kondisi fisiologi ternak tersebut.

Berdasarkan kondisi tersebut, maka observasi secara spesifik terhadap pemanfaatan BIS pada jenis ternak tertentu dan dalam kondisi fisiologi tertentu perlu untuk dikembangkan. Sehingga kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui potensial pemanfaatan BIS secara spesifik terhadap ayam layer pada umur 40-50 minggu (usia bertelur) dalam upaya pemenuhan nutrisi bagi ternak tersebut.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini menggunakan 24 ayam Layer berumur 40 minggu yang akan dipelihara selama 10 minggu. Ternak tersebut akan dibagi ke dalam 2 perlakuan, yakni T1 dan T2. Pakan T1 terdiri dari jagung, bungkil kedelai, minyak, MBM, tepung kapur, MCP,

dan premix. Sedangkan T2 terdiri dari bahan yang serupa dengan pemanfaatan 10% bungkil inti sawit (BIS) sebagai bahan pakan. Penambahan enzim BS4 pada penelitian Sinurat et al. (2016) menunjukkan peningkatan *henday* dan perbaikan *Feed Conversion Ratio* (FCR) pada layer umur 19-37 minggu. Berdasarkan alasan tersebut maka BS4 akan ditambahkan ke dalam masing-masing perlakuan sebanyak 1.26ml/kg pakan. Kandungan nutrisi pakan disusun dalam *isoprotein* dan *isoenergy*. Kandungan nutrisi tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Ternak tersebut kemudian dipelihara dalam kandang individu (34cmx30cmx34cm) dan diberi air minum setiap hari secara *ad libitum*. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 perlakuan dan 12 ulangan.

Tabel 1. Kandungan nutrisi pakan perlakuan untuk ayam layer umur 40-50 minggu

| Kandungan nutrisi (%)* | T1 | T2 |
|----------------------------|-------|-------|
| Bahan kering (BK) | 88,60 | 89,60 |
| Energi metabolis (Kkal/kg) | 2700 | 2700 |
| Serat Kasar (SK) | 2,90 | 4,80 |
| Protein kasar (PK) | 17,70 | 17,70 |
| Lemak kasar (LK) | 4,40 | 7,40 |
| Kalsium (Ca) | 4,10 | 4,10 |
| P tersedia | 0,38 | 0,38 |
| Lysin | 0,87 | 0,86 |
| Metionin | 0,46 | 0,46 |
| Metionin+sistin | 0,72 | 0,73 |
| Triptopan | 0,20 | 0,20 |
| Threonin | 0,65 | 0,62 |

*dalam % kecuali disertakan dalam table; T1=0%BIS dan BS4; T2=10%BIS dan BS4

Pengukuran terhadap parameter produksi telur dilakukan setiap hari, sedangkan konsumsi pakan dilakukan setiap satu minggu sekali. Perhitungan nilai *henday* (%) dan FCR menggunakan rumus (1) dan (2). Pengukuran parameter kualitas telur, seperti *Haugh Unit* (HU), Skor kuning telur, dan tebal kerabang (mm) dilaksanakan di akhir penelitian.

$$\text{Henday}(\%) = \left(\frac{\text{Total produksi telur (butir)}}{\text{Tot hari} \times \text{Tot ayam hidup (ekor)}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{FCR} = \left(\frac{\text{Total konsumsi (g)}}{\text{Total berat telur (g)}} \right) \times 100\% \quad (2)$$

Data yang diperoleh akan dianalisis menggunakan t-test untuk mengetahui perbedaan pengaruh kedua jenis pakan yang diberikan. Analisis ini dilakukan pada tingkat kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan terhadap ayam layer umur 40-50 minggu menunjukkan bahwa pemanfaatan 10% BIS dalam pakan tidak menunjukkan hasil yang berbeda ($P>0,05$). Data performa ayam layer tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Performa ayam layer umur 40-50 minggu yang diberi pakan 0%BIS dan 10%BIS

| Perlakuan | T1 | T2 | 2-tailed |
|------------------------------|----------------|---------------|----------|
| Konsumsi Pakan (g/ekor/hari) | 109,70 ± 12,47 | 111,02 ± 9,72 | 0,534 |
| Berat telur (g/butir) | 57,48 ± 0,34 | 57,51 ± 0,38 | 0,879 |
| Henday (%) | 95,48 ± 2,91 | 95,00 ± 1,23 | 0,622 |
| FCR | 2,00 ± 0,11 | 2,03 ± 0,06 | 0,407 |

T1=0%BIS dan BS4 BS4; T2=10%BIS dan BS4; FCR= Feed Conversion Ratio

Penambahan 10%BIS ke dalam T2 tidak menyebabkan perbedaan pada konsumsi harian ternak. Hasil tersebut selaras dengan Perez et al. (2020) yang melaporkan bahwa konsumsi pakan layer umur 18-34 minggu tidak menunjukkan perbedaan dengan pemberian suplementasi BIS hingga 40% serta nilai konsumsi pakan, konversi pakan, dan berat telur tidak menunjukkan perbedaan dengan pemberian suplementasi BIS hingga 50%. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan BIS berpotensi untuk lebih ditingkatkan dalam pakan ternak. Sedangkan pada Broiler periode starter umur 1-17 hari, pemberian pakan dengan kandungan BIS sebesar 5% vs 7,5% tidak menunjukkan nilai FCR yang berbeda, Namun, pemberian 10% vs 15% BIS pada broiler umur 17-35 hari menunjukkan adanya peningkatan nilai FCR dengan pemberian BIS yang lebih besar, yakni 1,798 vs 1,875 (Yaophakdee et al. 2018).

Nilai konsumsi pakan harian yang dihasilkan dari penelitian ini serupa dengan (Perez et al. 2000; Chong et al. 2008; Barzegar et al. 2019; Choi et al. 2021). Nilai konsumsi keempat penelitian tersebut masing-masing adalah sebesar 1103,2-111,8g/ekor/hari, 98,7-111,0g/ekor/hari, 90,7-97,0 g/ekor/hari, dan 115-117g/ekor/hari.

Keseragaman konsumsi ini dapat disebabkan karena ternak yang diamati dalam penelitian ini dan keempat penelitian tersebut berada dalam periode yang serupa, yakni periode layer (28-43 minggu).

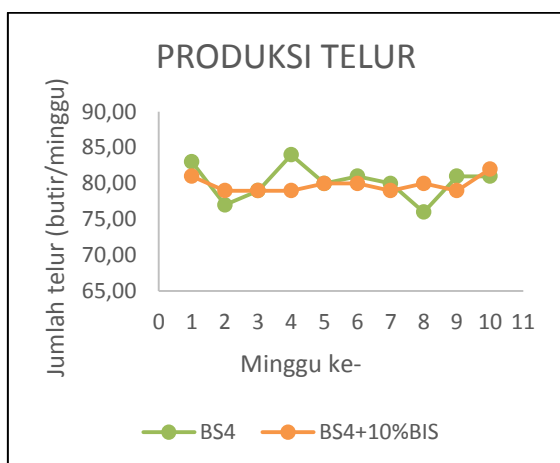
Berat telur yang dihasilkan dari keempat penelitian tersebut adalah sebesar 52.9-61,1 g/butir (Perez et al. 2000; Chong et al. 2008; Barzegar et al. 2019; Choi et al. 2021). Hasil penelitian ini menunjukkan berat telur yang normal berada pada kisaran berat tersebut, baik pada perlakuan T1 maupun T2.

Nilai *henday* pada ternak berusia 28-42 minggu yang dihasilkan dari keempat penelitian tersebut adalah sebesar 70,4%-97,3% (Perez et al. 2000; Chong et al. 2008; Barzegar et al. 2019; Choi et al. 2021). Nilai *henday* dalam penelitian ini cukup besar, yakni >90%. Penambahan BIS hingga 25%, baik dengan penambahan enzim atau tanpa enzim tidak mempengaruhi nilai *henday* pada layer umur 28-36 minggu (Chong et al. 2008), namun nilai tersebut akan menurun setelah ternak berumur >42 minggu. Hal ini dilaporkan oleh Barzegar et al. (2019) yakni *henday* untuk layer berumur 42 minggu adalah sebesar 93% dan setelah pemeliharaan selama 10 hari mengalami penurunan menjadi 55,6-83,3%. Nilai *henday* pada penelitian ini masih dapat bersaing dengan penelitian sebelumnya, bahkan pada umur 40-50 minggu, ternak dalam penelitian ini masih dapat memproduksi telur >90%.

FCR yang dilaporkan dari keempat penelitian tersebut adalah sebesar 1,03-2,22 (Perez et al. 2000; Chong et al. 2008; Barzegar et al. 2019; Choi et al. 2021). Penambahan BIS sebanyak 12,5-25%BIS pada layer umur 28-36 minggu, baik disertai dan atau tanpa penambahan multi-enzim dapat menyebabkan peningkatan FCR akibat peningkatan konsumsi pakan, kecuali pada penambahan BIS yang dikombinasikan dengan multi enzim sebesar 1kg/ton pakan (Chong et al. 2008). Hal tersebut juga didukung oleh pernyataan Navidshad et al. (2016) yang menyatakan bahwa nilai FCR untuk broiler umur 29-49 minggu adalah 2.02-2.69. Meskipun hasil yang diperoleh dari penelitian ini masih berada pada range FCR yang disampaikan oleh Navidshad et al. (2016), namun batas tertinggi FCR tersebut, yakni 2,69 sangat jauh jika dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini. Hal ini dapat disebabkan karena perbedaan umur pengamatan pada penelitian ini dan Navidshad et al. (2016).

Perez et al. (2000) melaporkan bahwa suplementasi 10%BIS pada layer umur 18-34 minggu menghasilkan *henday*, konsumsi

pakan, FCR, dan berat telur masing-masing sebesar 77.80%, 108,1g/ekor/hari, 2,01, dan 53,7. Sedangkan Choi et al. (2021) melaporkan bahwa suplementasi 10%BIS dengan dan tanpa penambahan enzim dalam pakan layer umur 33-41 minggu menghasilkan *henday*, konsumsi pakan, FCR, dan berat telur masing-masing sebesar 95,8-97,3%, 117g/ekor/hari, 1,94-1,98, dan 62g/butir. Meskipun layer pada penelitian ini berumur 40-50 minggu, namun konsumsi pakan, FCR, dan berat telur penelitian ini serupa dengan Choi et al. (2021) dan Perez et al. (2000) yang menggunakan layer berusia 33-41 minggu dan 18-34 minggu. Namun *henday* penelitian ini serupa dengan Choi et al. (2021) dan lebih tinggi dibandingkan Perez et al. (2000). Hal ini juga dapat mengidentifikasi adanya efisiensi penggunaan pakan untuk produksi dalam penelitian ini setelah enzim BS4 ditambahkan dalam pakan T1 dan T2.



Gambar 1. Jumlah produksi telur mingguan

Kestabilan produksi telur dalam penelitian ini juga dapat dilihat pada Gambar 1 yang menunjukkan stabilitas produksi kedua perlakuan pada minggu 1-10 pengamatan. Hasil penelitian ini juga melaporkan bahwa jumlah produksi telur tiap minggu kedua perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P>0,05$).

Hal ini dapat disebabkan karena BIS memiliki koefisien standar pencernaan asam amino di ileal yang cukup besar, yakni sebesar 0,428-0,750 bergantung pada metode pengukuran (Abdollahi et al. 2015). Pada metode pembeda, nilai koefisien standar pencernaan asam amino di ileal dari BIS adalah 0,750. Nilai tersebut cukup berasing jika dibandingkan dengan koefisien standar pencernaan asam amino di ileal dari bungkil kedelai, yakni sebesar 0,79-0,85 (Ravindra et al. 2014). Nilai koefisien standar pencernaan asam amino di ileal BIS ini dapat menjadi

faktor tingginya efisiensi pemanfaatan pakan untuk kegiatan produksi bagi layer.

Tabel 3. Menunjukkan bahwa kualitas telur kedua jenis pakan perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada nilai HU dan skor kuning telur ($P>0,05$), namun penurunan sebesar 8,33% terhadap ketebalan kulit kerabang terjadi pada pakan dengan pemanfaatan 10%BIS ($P<0,05$). Hal tersebut serupa dengan Choi et al. (2021) yang menyatakan bahwa substitusi 10%BIS, baik dengan maupun tanpa penambahan xylanas, tidak berpengaruh nyata terhadap nilai HU.

Besarnya nilai HU pada layer berumur 33-41 minggu adalah sebesar 91,4-91,7 (Choi et al. 2021). Nilai tersebut serupa dengan HU yang dihasilkan dalam penelitian ini.

Skor kuning telur tidak berubah pada penambahan substitusi 12,5%BIS, baik dengan maupun tanpa penambahan enzim, namun dengan penambahan 25%BIS, baik dengan penambahan enzim maupun tidak skor kuning telur mengalami penurunan (Chong et al. 2008). Penelitian ini menggunakan 10%BIS sehingga ditemukan perbedaan yang tidak nyata pada skor kuning telur pada pakan dengan dan tanpa penambahan BIS. Hal ini dapat disebabkan karena dosis penambahan BIS yang dilakukan dalam penelitian ini masih tergolong rendah.

Nilai skor kuning telur untuk layer berumur 28-36 minggu adalah sebesar 2,3-3,9 (Chong et al. 2008), sedangkan menurut Choi et al. (2021) untuk layer berumur 33-41 minggu adalah sebesar 8,4-8,7. Skor kuning telur pada penelitian ini melaporkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan Chong et al. (2008), namun lebih rendah dibandingkan dengan Choi et al. (2021). Selain itu Choi et al. (2021) juga melaporkan bahwa skor kuning telur mengalami peningkatan dengan pemberian 10%BIS, sedangkan penambahan 10%BIS dalam penelitian ini tidak memberikan perbedaan skor kuning telur dibandingkan dengan kontrol.

Perbedaan skor kuning telur ini dapat disebabkan karena perbedaan umur layer yang diamati pada penelitian Chong et al. (2008), Choi et al. (2021), dan penelitian ini. Selain itu, pakan pada penelitian Choi et al. (2021) mengandung 4,02-4,50% *Corn gluten meal* (CGM) dan 7% DDGS, sedangkan penelitian ini dan Chong et al. (2008) tidak menambahkan CGM dan DDGS dalam pakan. DDGS dan CGM memiliki total *carotenoid* yang lebih tinggi dibandingkan jagung, yakni masing-masing sebesar 75,02 μ g/g BK untuk DDGS (Winkler-Moser & Breyer 2011), 158 μ g/g BK untuk CGM (Saez et al. 2015), dan 15,30-44,45 μ g/g untuk jagung (de Almeida

Rios et al. 2014). Total *carotenoid* ini merupakan zat yang berperan penting dalam menentukan warna kuning pada telur. Hal ini yang menyebabkan skor kuning telur pada penelitian Choi et al. (2021) lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian ini dan Chong et al. (2008).

Tabel 2. Kualitas telur ayam layer umur 40-50 minggu yang diberi pakan 0%BIS dan 10%BIS

| Perlakuan | T1 | T2 | 2-tailed |
|-------------------------|--------------|--------------|----------|
| HU | 92,96 ± 2,21 | 94,43 ± 2,49 | 0,624 |
| Skor warna kuning telur | 6,90 ± 0,32 | 6,90 ± 0,88 | 0,974 |
| Tebal kerabang (mm) | 0,12 ± 0,02a | 0,11 ± 0,01b | 0,014 |

T1=0%BIS dan BS4 BS4; T2=10%BIS dan BS4

Tebal kerabang telur yang dihasilkan dalam penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan skor kerabang telur layer umur 33-41 minggu pada penelitian Choi et al. (2021), yakni sebesar 0,407-0,412mm. Komposisi Ca pada pakan Choi et al. (2021) adalah sebesar 4% dan komposisi Ca pada pakan penelitian ini adalah sebesar 4,1% (Tabel 1). Jika merujuk pada ketersediaan mineral untuk produksi kerabang telur maka kedua penelitian tersebut berada dalam kondisi yang serupa, sehingga perbedaan ketebalan kerabang ini mungkin terjadi disebabkan karena perbedaan umur ternak yang diamati pada masing-masing penelitian.

KESIMPULAN

Penambahan BIS dalam pakan yang tambahkan BS4 dapat dilakukan tanpa mempengaruhi performa ayam layer berumur 40-50 minggu. Namun, penurunan ketebalan kerabang sebesar 8,33% dapat terjadi dengan penambahan 10%BIS dalam pakan ayam layer berumur 40-50 minggu. Penambahan BS4 pada pakan dengan dan tanpa 10%BIS dapat membantu menjaga stabilitas *henday* dan produksi telur selama 10 minggu pengamatan. Nilai *henday* ayam layer pada umur 40-50 minggu dapat mencapai >90%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Arnold Parlindungan Sinurat yang telah membantu dalam diskusi pemanfaatan enzim, khususnya BS4 dalam pakan ayam petelur.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdollahi, M. R., Brenton Hosking, dan Velmurugu Ravindran. 2015. *Nutrient analysis, metabolizable energy and ileal amino acid digestibility of palm kernel meal for broilers*. *Animal Feed Sci Tech* 206:119-125. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.05.019>.
- Abdollahi, M. R., B. J. Hosking, D. Ning, dan V. Ravindran. 2016. *Influence of palm kernel meal inclusion and exogenous enzyme supplementation on growth performance, energy utilization, and nutrient digestibility in young broilers*. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 29(4): 539-548. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.15.0224>
- Barzegar, S., Shu-Biao Wu, J. Noblet, dan R. A. Swick. 2019. *Metabolizable energy of corn, soybean meal and wheat for laying hens*. *Poultry Sci.* 98:5876-5882. <https://doi.org/10.3382/ps/pez333>.
- Choi, W. J., J. H. Kim, H. W. Kim, K. E. Kim, dan D. Y. Kil. 2021. *Effects of dietary palm kernel meal and β -xylanase on productive performance, fatty liver incidence, and excreta characteristics in laying hens*. *J. Anim. Sci. Technol.* 63(6):1275-1285. <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e111>.
- Chong, C. H., I. Zulkifli, dan R. Blair. 2008. *Effects of dietary inclusion of palm kernel cake and palm oil, and enzyme supplementation on performance of laying hens*. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* 21(7):1053-1058.
- De Almeida, S., M. C. Dias Paes, W. S. Cardoso, A. Borem, dan F. F. Teixeira. 2014. *Color of corn grains and carotenoid profile of importance for human health*. *American J. of Plant Sci.* 5:857-862. <http://www.scirp.org/journal/ajps>.
- Haryati, Tuti, A P Sinurat, H Hamid, dan T Purwadaria. 2019. *Optimization of BS4 Enzyme Production with Different Substrate Thickness and Type of Trays*. *Jurnal Ilmu Ternak Dan Veteriner* 24 (4): 158. <https://doi.org/10.14334/jitv.v24i4.2055>.
- Jang, J. C., K. H. Kim, D. H. Kim, S. K. Jang, J. S. Hong, P.S. Heo, dan Y. Y. Kim. 2020. *Effects of increasing levels of palm kernel meal containing β -mannanase to growing-finishing pig diets on growth performances, nutrient digestibility, and pork quality*. *Livestock*

- Sci 238: 104042.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104041>.
- Navidshad, B., J. B. Liang, M. F. Jahromi, A. Akhlaghi, dan N. Abdullah. 2016. *Effects of enzymatic treatment and shell content of palm kernel expeller meal on performance, nutrient digestibility, and ileal bacterial population in broiler chickens*. J. Appl. Poult. Res. 25:474-482.
<http://dx.doi.org/10.3382/japr/pfw029>.
- Perez, J. F., A. G. Gernat, dan J. G. Murillo. 2000. *The effect of different levels of palm kernel meal in layer diet*. Poultry Sci. 79:77-79.
- Ravindra, V., M. R. Abdollahi, S. M. Bootwalla. 2014. *Nutrient analysis, metabolizable energy, and digestible amino acids of soybean meals of different origins for broiler*. Poultry Sci 93:2567-2577.
<http://dx.doi.org/10.3382/ps.2014-04068>.
- Saez, P. J., El-Sayed M., Abdel-Aal, dan Dominique P. B., 2015. *Reduction of carotenoids in corn gluten meal: effects on growth performance and muscle pigmentation of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss)*. Canadian Journal of Anim Sci. 95(1):79-92.
<https://doi.org/10.4141/cjas-2014-108>.
- Sinurat, A. P., T. Purwadaria, P. P. Kateren, dan T. Pasaribu. 2014. *Substitutions of soybean meal with enriched palm kernel meal in laying hens diet*. JITV 19(3):184-192.
- Sinurat, A. P., T. Purwadaria, dan T. Haryati. 2016. *Effectivity of BS4 enzyme complex on the performance of laying hens fed with different ingredients*. JITV 21(1):1-8.
- Wicaksana, D., S. Hidanah, W. P. Lokapirnasari, M. A. Al-Arif, M. Lamid, dan K. Suprianondo. 2021. *Penggunaan bungkil inti sawit dan β -mannanase pada produktivitas ayam petelur*. Jurnal Medik Veteriner 4(1):72-77. DOI: 10.20473/jmv.vol4.iss1.2021.72-77
- Winkler-Moser, J. dan L. Breyer. 2011. *Composition and oxidative stability of crude oil extracted of corn germ and distillers grains*. Industrial Crops and Prod. 33:572-578.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.12.013>.
- Yaophakdee, N., Y. Ruangpanit, dan S. Attamangkune. 2018. *Effect of palm kernel meal level on live performance and gut morphology of broilers*. Agriculture and Natural Resources