



Pengaruh Fermentasi Menggunakan Berbagai Jenis *Aspergillus* terhadap Kandungan Nutrien dan Antinutrien Bungkil Inti Sawit

Andang Andiani Listyowati¹, Yenny Niken Larasati^{2*}

^{1,2}Program Studi Teknologi Pakan Ternak, Jurusan Peternakan, Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta Magelang, Magelang, Indonesia

ARTIKEL INFO

Sejarah artikel
Diterima 31/10/2024
Diterima dalam bentuk revisi 02/02/2025
Diterima dan disetujui 25/02/2025
Tersedia online 12/03/2025
Terbit 20/06/2025

Kata kunci
Antinutrien
Aspergillus
Bungkil inti sawit
Fermentasi
Kadar nutrien

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh fermentasi menggunakan spesies *Aspergillus* yang berbeda (*Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, dan *Aspergillus sojae*) terhadap kandungan nutrien (serat kasar dan protein kasar) dan antinutrien (fitat dan Cu) pada bungkil inti sawit. Percobaan berupa Rancangan Acak Lengkap dengan empat perlakuan masing-masing lima ulangan. Perlakuan meliputi T0 (bungkil inti sawit tanpa fermentasi), T1 (bungkil inti sawit + *Aspergillus niger* 8 g/kg), T2 (bungkil inti sawit + *Aspergillus oryzae* 8 g/kg), dan T3 (bungkil inti sawit + *Aspergillus sojae* 8 g/kg). Fermentasi dilakukan secara aerobik pada suhu 30°C selama 3 hari. Variabel penelitian terdiri dari kandungan nutrien (serat kasar dan protein kasar) dan antinutrien (fitat dan Cu). Hasil menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan ($p \leq 0,05$) pada bungkil inti sawit fermentasi dibandingkan dengan kontrol terhadap penurunan kandungan nutrien serat kasar (dari 38,971% menjadi paling rendah 15,662%) dan antinutrien asam fitat (dari 20,982% menjadi paling rendah 5,356%) serta peningkatan kandungan nutrien protein kasar (dari 17,111% menjadi paling tinggi 19,918%), namun nilai antinutrien Cu tidak berbeda nyata antar perlakuan. Fermentasi menggunakan berbagai spesies *Aspergillus* (*Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, dan *Aspergillus sojae*) dapat memperbaiki kandungan nutrien serat kasar dan protein kasar serta menurunkan antinutrien fitat, tanpa adanya pengaruh negatif pada antinutrien Cu bungkil inti sawit.



ABSTRACT

This study purposed to evaluate the effect of fermentation using various species of *Aspergillus* (*Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, dan *Aspergillus sojae*) on nutrient content (crude fiber and crude protein) and antinutrient (phytate and Cu) of palm kernel meal. The experiment consisted of 4 treatments with 5 replications using a Completely Randomized Design. The treatments included T0 (palm kernel meal without fermentation), T1 (palm kernel meal + *Aspergillus niger* 8 g/kg), T2 (palm kernel meal + *Aspergillus oryzae* 8 g/kg), and T3 (palm kernel meal + *Aspergillus sojae* 8 g/kg). Fermentation was carried out at a temperature of 30°C for 3 days aerobically. The variables were comprised of nutrient content (crude fiber and crude

protein) and antinutrients (phytate and Cu). The results proved that there was significant difference ($p \leq 0.05$) among the control treatment compared to the fermented palm kernel meal treatments in decreasing crude fiber (from 38,971% to the lowest 15,662%) and phytate (from 20,982% to the lowest 5,356%), enhancing crude protein (from 17,111% to the highest 19,918%), while antinutrient Cu was not significant in all treatments. Fermentation using various species of *Aspergillus* (*Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, dan *Aspergillus sojae*) could improve the nutrient content of crude fiber and crude protein and also diminish antinutrient phytate, without any negative impact on Cu of palm kernel meal.

PENDAHULUAN

Penggunaan bahan pakan komersial mengakibatkan ketergantungan pada industri pakan sehingga menimbulkan kendala bagi peternak dalam mengendalikan biaya dan kualitas pakan. Usaha mengurangi penggunaan bahan pakan komersial dilakukan dengan mengganti bahan pakan alternatif lokal yang potensial. Bahan pakan alternatif untuk ternak yang dapat menurunkan harga pakan adalah limbah pertanian. Produk limbah yang berpotensi untuk didaur ulang adalah bungkil inti sawit (BIS) sebagai limbah dari pengolahan kelapa sawit. Indonesia menjadi penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia, limbah kelapa sawit banyak tersedia dalam bentuk BIS. Data Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian tahun 2020 melaporkan bahwa terjadi kenaikan produksi sawit dari 31 juta ton pada tahun 2015 menjadi 48,2 juta ton pada tahun 2020. Puastuti *et al.* (2014) mengungkapkan bahwa diperoleh produk samping berupa bungkil inti sawit (BIS) sebesar 3,5% per tandan buah kelapa sawit segar yang

diolah, sehingga jumlah BIS mencapai 1,7 juta ton pada tahun 2020.

Selain ketersediaan BIS yang melimpah, protein kasar (PK) BIS cukup tinggi dan berkisar antara 14 - 18% (Azizi *et al.*, 2021). Kadar PK yang berbeda disebabkan oleh metode pengolahan. Cara pengolahan *expeller* menghasilkan BIS dengan PK antara 13,3 - 15,9%, sedangkan metode pemanasan uap diperoleh BIS dengan PK antara 19,4 - 19,8% (Boateng *et al.*, 2013). BIS adalah salah satu produk samping pengolahan kelapa sawit terbaik dilihat dari kandungan nutriennya. Potensi BIS tersebut belum dimanfaatkan secara optimal sebagai bahan pakan, walaupun penelitian tentang pemanfaatan BIS sudah banyak dilakukan. Bungkil inti sawit bahkan juga dapat secara langsung digunakan tanpa pengolahan (Sundu *et al.*, 2021).

Kandungan PK BIS cukup tinggi, tetapi pemanfaatannya masih rendah sebagai bahan pakan ternak. Penggunaan BIS berkisar 10% dalam ransum itik (Fadil, 2014). Hal tersebut dikarenakan oleh rendahnya kualitas BIS.

Kualitas BIS rendah karena tingginya kandungan serat kasar, defisiensi asam amino tertentu, dan adanya zat antinutrien. Serat kasar yang tinggi menurunkan penggunaan energi dan melindungi molekul protein sehingga sulit dipecah oleh enzim protease ternak. Kekurangan asam amino lisin dan metionin juga menjadi pembatas penggunaan BIS dalam pakan unggas (Manaf *et al.*, 2022). Bungkil inti sawit memiliki antinutrien seperti asam tannin 0,4%, asam fitat 23,49mg/g, dan oksalat 5,13 mg/g (Akinyeye *et al.*, 2011). Antinutrien berupa asam fitat dapat mengikat mineral sehingga menurunkan absorpsi mineral dan menghambat pertumbuhan tulang pada ternak (Nte *et al.*, 2023). Kelemahan lain dari Bungkil Inti Sawit adalah kandungan mineral Cu yang tinggi sekitar 21 – 48 mg/kg (Mirnawati & Ciptaan, 2022). Lebih lanjut dijelaskan bahwa Cu yang tinggi pada BIS berefek sebagai antinutrien dengan mengikat senyawa protein (asam amino yang mengandung belerang) yang menyebabkan kualitas protein pada BIS menjadi rendah.

Penelitian BIS sebagai bahan pakan telah banyak dilakukan. Salah satunya adalah penelitian BIS sebagai bahan pakan pada ayam (Sundu *et al.*, 2015; Sundu *et al.*, 2021). Pemanfaatan BIS dalam ransum hingga 20% tidak mengganggu produktivitas ayam broiler. Kadar serat kasar yang tinggi menjadi salah satu pembatas dalam penggunaan BIS sebagai bahan pakan untuk ternak unggas. Serat kasar BIS biasanya berupa ikatan β -mannan (Tafsin *et al.*, 2018). Hidrolisis mannan dalam bungkil inti sawit menjadi molekul sederhana berupa manooligosakarida, manosa, glukosa dan

galaktosa memerlukan teknologi tertentu. Contoh teknologi yang dapat dilakukan dapat secara kimia maupun biologis (Sharmila *et al.*, 2014). Salah satu cara biologis untuk mendegradasi serat kasar dalam BIS adalah melalui fermentasi. Penggunaan mikroba yang sesuai diharapkan dapat memecah serat kasar dalam BIS (Hartoyo *et al.*, 2015). Komponen sederhana lebih memungkinkan untuk diserap oleh sistem pencernaan ternak. Bungkil inti sawit fermentasi dapat mensubstitusi bungkil kedelai hingga 18%, sebagai bahan pakan dalam ransum ayam pedaging hingga 21% dan ransum ayam petelur hingga 25% (Pasaribu, 2018). Penelitian lain menyebutkan bahwa BIS yang difermentasi dapat digunakan bahkan sampai 40% pada ayam kampung persilangan (Hanafi *et al.*, 2022). Ayam buras yang diberi BIS fermentasi mengalami kenaikan bobot badan (Winardi & Prasetyo, 2024). Ampas kedelai dan BIS fermentasi dapat meningkatkan jumlah bakteri asam laktat dan menurunkan *Salmonella* dalam saluran pencernaan, meningkatkan morfometri usus serta menurunkan kandungan lemak dan kolesterol pada daging dada ayam broiler (Nurliana *et al.*, 2017; Adam *et al.*, 2018; Syafrizal *et al.*, 2018).

Fermentasi mampu memperbaiki kandungan nutrisi dan menurunkan antinutrien bahan pakan/ pakan. Yulinarsari *et al.* (2023) menyatakan bahwa biji karet fermentasi menggunakan *Rhizopus oligosporus* dan *Neurospora sitophila* memiliki kandungan antinutrien HCN yang lebih rendah. Pengolahan metode fermentasi untuk meningkatkan kadar PK dari BIS sudah diteliti. Beberapa mikroba khususnya kapang yang digunakan untuk

memfermentasi BIS antara lain *Aspergillus niger*, *Trichoderma harzianum*, dan *Rhizopus oryzae* (Puastuti *et al.*, 2014; Pasaribu *et al.*, 2019; Rohaya *et al.*, 2021; Sitindaon *et al.*, 2021). Fermentasi *Aspergillus niger* dan *Aspergillus oryzae* pada BIS dapat menaikkan PK dan menurunkan serat deterjen netral (NDF) dan serat deterjen asam (ADF) daripada menggunakan *Trichoderma viride* dan tanpa perlakuan fermentasi (Puastuti *et al.*, 2014). Fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* juga menaikkan kualitas nutrien dan menurunkan antinutrien pada BIS. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan protein (23,20%), penurunan serat kasar (10,59%), dan rendahnya Cu BIS (Mirnawati *et al.*, 2010).

Penelitian tentang pengaruh fermentasi menggunakan berbagai spesies *Aspergillus* terhadap kandungan nutrien (serat kasar dan protein kasar) serta antinutrien (fitat dan Cu) bungkil inti sawit perlu dilakukan berdasarkan latar belakang di atas.

METODE

Bahan yang digunakan berupa bungkil inti sawit dan inokulum fermentasi berbentuk tepung *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, dan *Aspergillus sojae* dari Nanobio Laboratory Bogor, Jawa Barat. Penelitian terdiri dari 4 perlakuan dengan 5 ulangan dengan Rancangan Acak Lengkap. Analisis ragam menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan uji lanjut Tukey. Perlakuan meliputi T0 (BIS tanpa perlakuan), T1 (BIS + *Aspergillus niger* 8 g/kg), T2 (BIS + *Aspergillus oryzae* 8 g/kg), dan T3 (BIS + *Aspergillus sojae* 8 g/kg). Fermentasi BIS didasarkan pada metode Puastuti *et al.*

(2014) dengan modifikasi. Sejumlah 1 kg BIS halus ditambahkan akuades 600 ml kemudian dikukus selama 30 menit. BIS yang telah dikukus tersebut dibiarkan pada suhu ruang supaya menjadi dingin. Selanjutnya ditambahkan kapang sesuai perlakuan (masing-masing *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, dan *Aspergillus sojae*) 8 g/kg BIS kering (sebelum ditambah akuades). Campuran tersebut diletakkan pada nampan plastik yang telah ditutup kertas bersih dan disimpan pada suhu 30°C selama 3 hari secara aerob. Proses setelahnya adalah pengeringan BIS fermentasi dalam oven pada suhu 60°C selama 2 hari. BIS fermentasi dianalisis kandungan nutrien (serat kasar dan protein kasar) serta antinutrien (fitat dan Cu) untuk dibandingkan dengan BIS tanpa fermentasi. Analisis protein kasar mengacu pada metode Kjeldahl, AOAC 2005 Bab 4 Butir 4.2.11 Metode 2001.11. Pengujian serat kasar menggunakan metode Ekstraksi Weende, SNI 01-2891-1992 Butir 11. Kadar Cu diuji berdasarkan metode destruksi basah secara Spektrofotometri Serapan Atom, AOAC 2005, Bab 4 Butir 4.8.02 Metode 968.08. Analisis asam fitat mengacu pada metode Wheeler & Feller (1971).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Nutrien

Pengaruh fermentasi menggunakan berbagai jenis *Aspergillus* terhadap kandungan nutrien bungkil inti sawit ditampilkan pada Tabel 1. Hasil dari analisis ragam membuktikan bahwa terdapat pengaruh perlakuan terhadap serat kasar dan protein kasar. Uji lanjut menyatakan bahwa T0 mempunyai kandungan

serat kasar lebih tinggi dan protein kasar lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Kandungan serat kasar T1 berbeda nyata ($P \leq 0,05$) terhadap T2, tetapi T3 tidak terdapat perbedaan yang signifikan dengan T1 dan T2. Kadar protein kasar T2 signifikan terhadap T3, namun T1 tidak berbeda nyata dengan T2 dan T3 ($P > 0,05$). Perlakuan fermentasi menggunakan berbagai jenis *Aspergillus* dapat menurunkan serat kasar dan menaikkan protein kasar dibandingkan dengan kontrol. Tidak hanya *Aspergillus niger*, *Aspergillus sojae* dan *Aspergillus oryzae* juga memiliki kemampuan dalam mendegradasi serat kasar dan meningkatkan persentase protein kasar.

Perlakuan fermentasi mampu mendegradasi serat kasar. Salah satu faktor pembatas menggunakan BIS sebagai bahan pakan ternak unggas adalah tingginya kadar serat kasar dalam BIS. Serat kasar BIS berupa ikatan β -mannan (Tafsin *et al.*, 2018). Hidrolisis mannan BIS menjadi molekul

sederhana berupa manooligosakarida, manosa, glukosa dan galaktosa diperlukan teknologi fermentasi. Dalam bentuk yang sederhana lebih mudah dicerna dan diserap oleh ternak. Bungkil inti sawit mempunyai serat kasar tinggi terutama lignin (Pasaribu, 2018). Serat kasar yang tinggi menurunkan penggunaan energi dan menyebabkan persentase protein pada BIS turun. Alshelmani *et al.* (2014) menyatakan bahwa kapang memiliki aktivitas enzim selulose dan hemiselulose yang lebih tinggi dari bakteri sehingga dapat memecah selulosa dan hemiselulosa dalam dinding sel. Serat kasar menurun hingga 28% (dari 17% menjadi 12,21%) dan protein BIS naik hingga 88% (dari 13-15% menjadi 16-28%) dengan perlakuan fermentasi (Pasaribu, 2018). Sejalan dengan hasil penelitian ini, fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* oleh Mirnawati *et al.* (2010) dapat menurunkan serat kasar.

Tabel 1. Pengaruh Fermentasi Menggunakan Berbagai Jenis *Aspergillus* terhadap Kandungan Nutrien (Serat Kasar dan Protein Kasar) dan Antinutrien (Fitat dan Cu) Bungkil Inti Sawit

Perlakuan	Serat Kasar (%)	Protein Kasar (%)	Fitat (mg/g)	Cu (mg/kg)
T0	38,971 ^a	17,111 ^c	20,982 ^a	18,675
T1	25,702 ^b	19,171 ^{ab}	8,288 ^b	18,885
T2	15,662 ^c	18,530 ^b	10,898 ^b	18,905
T3	17,643 ^{bc}	19,918 ^a	5,356 ^b	19,303

Keterangan: ^{abc} Superskrip huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata. T0 = BIS tanpa fermentasi; T1 = BIS fermentasi *Aspergillus niger*; T2 = BIS fermentasi *Aspergillus oryzae*; T3 = BIS fermentasi *Aspergillus sojae*.

Fermentasi yang dilakukan oleh kapang menghasilkan protein lebih tinggi dibandingkan fermentasi oleh bakteri. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Mirnawati *et al.* (2010) bahwa terjadi peningkatan protein kasar pada BIS terfermentasi *Aspergillus niger*. Kenaikan

protein pada BIS dipengaruhi oleh adanya pertumbuhan dari sel mikroba selama proses fermentasi. Semakin banyak jumlah sel mikroba yang tumbuh berakibat pada kadar protein pada produk fermentasi dalam medium padat menjadi bertambah (Pasaribu, 2018).

Alshelmani *et al.* (2014) juga mengungkapkan bahwa kapang mampu menurunkan serta kasar sehingga protein hasil fermentasi menjadi lebih tinggi. Nitrogen dalam asam nukleat yang menjadi penyusun dinding sel yang tumbuh pada saat proses fermentasi akan dihitung sebagai protein kasar sehingga kandungan protein kasar naik.

Antinutrien

Hasil dari analisis ragam menunjukkan bahwa ada pengaruh perlakuan terhadap antinutrien asam fitat, tetapi tidak pada kadar Cu (Tabel 1). Berdasarkan uji lanjut, BIS fermentasi T1, T2, dan T3 diperoleh beda nyata ($P \leq 0,05$) dengan kontrol T0 pada antinutrien asam fitat. Fermentasi menggunakan berbagai jenis *Aspergillus* dapat menurunkan antinutrien asam fitat dibandingkan dengan kontrol.

Rendahnya kualitas BIS salah satunya disebabkan oleh adanya antinutrien. Bungkil inti sawit memiliki antinutrien seperti asam tannin 0,4%, asam fitat 23,49 mg/g, dan oksalat 5,13 mg/g (Akinyeye *et al.*, 2011). Antinutrien berupa asam fitat dapat mengikat mineral seperti fosfor sehingga menurunkan penyerapan mineral dalam tubuh dan menghambat pertumbuhan tulang pada ternak (Nte *et al.*, 2023). Asam fitat mengalami penurunan setelah difermentasi menggunakan berbagai spesies *Aspergillus*. Kapang *Aspergillus* memiliki kemampuan untuk menghasil enzim fitase yang dapat memecah fitat (Maulana *et al.*, 2023). Bungkil Inti Sawit juga mempunyai kadar Cu yang tinggi sekitar 21 – 48 mg/kg. Cu yang tinggi pada BIS berdampak sebagai antinutrien dengan mengikat senyawa protein (asam amino mengandung belerang) yang menyebabkan

kualitas protein pada BIS masih rendah (Mirnawati & Ciptaan, 2022). *Aspergillus sp.* dapat mengadsorpsi Cu dengan efisiensi 40-90% pada pH optimum 5-7 (Ghaed *et al.*, 2013). Berbanding terbalik dengan penelitian ini, fermentasi menggunakan berbagai jenis *Aspergillus* dalam penelitian ini belum mampu mengadsorpsi Cu sehingga tidak terdapat perbedaan jumlah Cu yang signifikan pada semua perlakuan. Walaupun demikian *Aspergillus* mampu memecah ikatan Cu-protein sehingga kandungan protein kasar pada BIS fermentasi mengalami kenaikan secara signifikan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Fermentasi menggunakan berbagai jenis *Aspergillus* (*Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, dan *Aspergillus sojae*) dapat memperbaiki kandungan nutrisi. Serat kasar menurun dari 38,971% menjadi paling rendah 15,662% dan persentase protein kasar meningkat dari 17,111% menjadi paling tinggi 19,918% serta antinutrien fitat menurun dari 20,982% menjadi paling rendah 5,356%, tanpa adanya dampak negatif pada Cu pada bungkil inti sawit dengan hasil perlakuan terbaik *Aspergillus sojae* sebagai starter fermentasi. Penelitian lebih lanjut memungkinkan dilaksanakan tentang pencernaan *in vitro* dan aplikasi *in vivo* pada ternak menggunakan berbagai jenis *Aspergillus* yang diteliti.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan oleh penulis kepada Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta Magelang Jurusan Peternakan atas bantuan dana penelitian yang diberikan.

PERNYATAAN KONTRIBUSI

Dalam penelitian ini, Andang Andiani Listyowati sebagai Kontributor Utama, sementara Yenny Niken Larasati sebagai Kontributor anggota peneliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, V. A. N., Nurliana, N., & Samadi, S. (2018). Pengaruh pemberian ampas kedelai dan bungkil inti sawit (AKBIS) yang difermentasi dengan *Aspergillus niger* terhadap Bakteri Usus Broiler. *Jurnal Agripet*, 18(1), 48-56.
- Akinyeye, R.O., Adeyeye, E.I., Fasakin, O. & Agboola, A. (2011). Physico-Chemical Properties and Anti-Nutritional Factors of Palm Fruit Product (*Elaeis guineensis* Jacq.) from Ekiti State Nigeria Electron. *Journal of Environmental Agricultural and Food Chemistry*, 10, 2190-2198.
- Alshelmani, M. I., Loh, T. C., Foo, H. L., Lau, W. H., & Sazili, A. Q. (2014). Biodegradation of palm kernel cake by cellulolytic and hemicellulolytic bacterial cultures through solid state fermentation. *The Scientific World Journal*, 2014(1), 729852.
- Azizi, M. N., Loh, T. C., Foo, H. L., & Teik Chung, E. L. (2021). Is palm kernel cake a suitable alternative feed ingredient for poultry?. *Animals*, 11(2), 338.
- Boateng, M., Okai, D. B., Donkoh, A., & Baah, J. (2013). Effect of processing method on the quality of palm kernel cake: Chemical composition and nutrient utilization in enzyme supplemented diets. *African Journal of Agricultural*, 8(42), 5226-5231.
- Fadil, M., Alimon, A. R., Meng, G. Y., Ebrahimi, M., & Farjam, A. S. (2014). Palm kernel cake as a potential ingredient in Muscovy ducks diet. *Italian Journal of Animal Science*, 13(1), 3035.
- Ghaed, S., Shirazi, E. K., & Marandi, R. (2013). Biosorption of copper ions by *Bacillus* and *Aspergillus* species. *Adsorption Science & Technology*, 31(10), 869-890.
- Hanafy, N. D., Tafsin, M. R., Sitindaon, S. H., Sadeli, A., & Simanungkalit, K. (2022). Pengaruh penggunaan bungkil inti sawit taraf 40% dalam ransum terhadap bobot potong, karkas, potongan komersil karkas dan kualitas daging Ayam SenSi-1 Agrinak. *Jurnal Agripet*, 22(1), 62-71.
- Hartoyo, B., Supadmo, S., Wihandoyo, W., & Wibowo, A. (2015). Pengaruh Bungkil Inti dan Lumpur Sawit yang Difermentasi dengan *Aspergillus* sp asal Akar Bambu terhadap Kandungan Lemak Ayam Broiler. *Jurnal Agripet*, 15(2), 112-116.
- Manaf, F.Y.A, Chung, A.Y.K. & Othman, M.F. (2022). Palm Kernel Cake Amino Acid Composition Determination by High Performance Liquid Chromatography. *Palm Oil Engineering Bulletin*, 140, 9-13.
- Maulana, H., Widyastuti, Y., Herlina, N., Hasbuna, A., Al-Islahi, A. S. H., Triratna, L., & Mayasari, N. (2023). Bioinformatics study of phytase from *Aspergillus niger* for use as feed additive in livestock feed. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 21(1), 142.
- Mirawati & Ciptaan, G. (2022). *Bungkil Inti Sawit Fermentasi sebagai Pakan Alternatif Unggas*. Andalas University Press, Padang.
- Mirawati, Y. R., Marlida, Y., & Kompiang, I. P. (2010). The role of humic acid in palm kernel cake fermented by *Aspergillus niger* for poultry ration. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9(2), 182-185.
- Nte, I. J., Owen, O. J., & Owuno, F. (2023). Anti-nutritional factors in animal feedstuffs: A review. *International Journal of Research and Review*, 10(2), 226-244.
- Nurliana, N., Sugito, S., & Masyitha, D. (2017). Histomorfometri of Broiler Small Intestine after Administrated of Soybean Waste and Palm Kernel Meal Fermented by *Aspergillus niger* (AKBISprob). In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner* (pp. 482-490).
- Pasaribu, T. (2018). Upaya meningkatkan kualitas bungkil inti sawit melalui teknologi fermentasi dan penambahan

- enzim untuk unggas. *Wartazoa*, 28(3), 119-128.
- Pasaribu, T., Laconi, E. B., & Kompiang, I. P. Evaluation of the nutrient contents of palm kernel cake fermented by microbial cocktails as a potential feedstuff for poultry. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 44(3), 295-302.
- Puastuti, W., Yulistiani, D., & Susana, I. W. R. (2014). Evaluasi nilai nutrisi bungkil inti sawit yang difermentasi dengan kapang sebagai sumber protein ruminansia. *JITV*, 19(2), 143-151.
- Rohaya, M. H., Miskandar, M. S., & Astimar, A. A. (2022). Nutrient enhancement of palm kernel cake via solid state fermentation by locally isolated *Rhizopus oryzae* ME01. *Journal of Oil Palm Research (Malaysia)*.
- Sharmila, A., Alimon, A.R., Azhar, K., Noor, H., & Samsudin, A.A. (2014). Improving Nutritional Values of Palm Kernel Cake (PKC) as Poultry Feeds: A Review. *Malaysian Journal of Animal Science*, 17, 1-18.
- Sitindaon, S. H., Hanafi, N. D., Tafsir, M., & Ginting, S. P. (2021, June). The effect of palm kernel meal (PKM) fermentation by different level and time using *Aspergillus Niger* to nutrition composition and digestibility on the sensi Agrinak-1 Chicken. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 782, No. 2, p. 022097). IOP Publishing.
- Sundu, B., Adjis, A., Sarjuni, S., Mozin, S., & Hatta, U. (2021, June). Fermented palm kernel meal by different fungi in broiler diets. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 788, No. 1, p. 012041). IOP Publishing.
- Sundu, B., Bahry, S., & Dien, R. (2015). Palm kernel polysaccharides as a feed additive for broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, 14(7), 394-397.
- Syafrizal, S., Nurliana, N., & Sugito, S. (2018). Pengaruh pemberian ampas kedelai dan bungkil inti sawit (akbis) yang difermentasi dengan *aspergillus niger* terhadap kadar lemak dan kolesterol daging dada broiler. *Jurnal Agripet*, 18(2), 74-82.
- Tafsir, M., Hanafi, N. D., Kejora, E., & Yusraini, E. (2018, February). Nutrition quality of extraction mannan residue from palm kernel cake on broiler chicken. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 122, No. 1, p. 012114). IOP Publishing.
- Wheeler, E.L. & Ferrel, R.E. (1971). Method for Phytic Acid Determination in Wheat and Wheat Fractions. *Cereal Chemistry*, 48, 312-320.
- Winardi, R.R. & Prasetyo, H.A. (2024). Fermentasi Pakan Berbasis Bungkil Inti Sawit (BIS) terhadap Mutu dan Kenaikan Bobot Ayam Buras. *Journal of Biological Education Science Technology*, 7(1), 702-708.
- Yulinarsari, A. P., Wulandari, S., Pantaya, D., Wahyuda, R. T., & Waskito, P. D. (2023). Pengaruh Penambahan Fermentasi Biji Karet dengan Ragi yang Berbeda pada Pakan terhadap Performa Ayam Kampung. *Jurnal Triton*, 14(2), 393-402.