

Evaluasi Kualitas Nutrien Pada Fermentasi Bungkil Inti Sawit Menggunakan *Trichoderma Sp*

Nutrient Quality Evaluation Of Palm Cernel Meal Using Trichoderma Sp.

¹Yenny Niken Larasati, ²Acep Perdinan, ³Agist Tenciana

¹²³Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta Magelang, Jl. Magelang-Kopeng
Km.7, Tegalrejo, Magelang, Jawa Tengah, 0293364188, Indonesia

¹E-mail korespondensi: yennynikenlarasati@gmail.com

Diterima : 15 Oktober 2025

Disetujui : 16 Desember 2025

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efek fermentasi menggunakan *Trichoderma sp.* terhadap kualitas nutrien berupa kandungan nutrien, nilai cerna protein, dan antinutrien bungkil inti sawit (BIS). Percobaan dengan Rancangan Acak Lengkap melibatkan 3 perlakuan dengan 6 ulangan. Perlakuan terdiri dari P0 (BIS tanpa fermentasi), P1 (BIS + *Trichoderma sp.* 5 g/kg), dan P2 (BIS + *Trichoderma sp.* 10 g/kg). Fermentasi berada kondisi pada suhu ruang secara aerobik selama 5 hari. Variabel yang diteliti meliputi dari kandungan nutrien (serat kasar dan protein kasar), nilai cerna protein *in vitro*, serta antinutrien (asam fitat dan tanin). Hasil menunjukkan bahwa persentase serat kasar P0 berbeda secara signifikan ($p < 0,05$) dibandingkan P1 dan P2. Kadar protein kasar tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$) pada seluruh perlakuan. Nilai cerna protein pada P2 menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) dibandingkan dengan P0 dan P1, sedangkan P0 dan P1 tidak beda nyata ($p > 0,05$). P2 menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) dengan perlakuan lainnya, akan tetapi P0 dan P1 tidak ada perbedaan secara signifikan ($p > 0,05$) pada antinutrien asam fitat. Fermentasi BIS memakai *Trichoderma sp.* 10 g/kg mampu mengoptimalkan kandungan nutrien dengan menurunkan serat kasar, meningkatkan nilai cerna protein, dan menurunkan kadar antinutrien tanin bungkil inti sawit, tanpa berdampak negatif terhadap protein kasar dan asam fitat.

Kata kunci: Antinutrien, BIS, Kandungan Nutrien, Nilai Cerna Protein, *Trichoderma*

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effect of fermentation using Trichoderma sp. on the nutritional quality in the form of nutrient content, protein digestibility, and antinutrients of palm kernel meal (PKM). The experiment used a Completely Randomized Design consisting of 3 treatments with 6 replications. Treatments included P0 (PKM without fermentation), P1 (PKM + Trichoderma sp. 5 g/kg), and P2 (PKM + Trichoderma sp. 10 g/kg). Fermentation was carried out at room temperature aerobically for 5 days. The research variables consisted of nutrient content (crude fiber and crude protein), in vitro protein digestibility, and antinutrients (phytic acid and tannin). The results showed that the crude fiber content of P0 was significantly different

($p < 0.05$) from P1 and P2. There was no significant difference in crude protein content ($p > 0.05$) in all treatments. The digestibility value of P2 treatment had a significant difference ($p < 0.05$) to P0 and P1, while P0 and P1 were not significantly different ($p > 0.05$). P2 treatment was significantly different ($p < 0.05$) to other treatments, but P0 and P1 were not significantly different ($p > 0.05$) in phytic acid antinutrients. Fermentation using *Trichoderma* sp. 10 g/kg could optimize nutrient content by reducing crude fiber, increasing protein digestibility, and reducing tannin antinutrients, without negatively affecting crude protein and phytic acid of PKM.

Keywords: antinutrient, nutrient content, PKM, protein digestibility, *Trichoderma*

PENDAHULUAN

Penggunaan bahan lokal yang berpotensi sebagai pakan alternatif dapat dilakukan untuk mengurangi ketergantungan pada pakan komersil. Sumber pakan lain yang dapat digunakan untuk menurunkan biaya pakan adalah dengan memanfaatkan sisa hasil pertanian. Salah satu yang dapat dimanfaatkan adalah bungkil inti sawit (BIS) yang berasal dari pengolahan kelapa sawit. Indonesia adalah salah satu negara utama penghasil sawit di dunia, sehingga ada banyak limbah sawit berupa BIS. Data dari Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian (2024) melaporkan total produksi kelapa sawit mengalami peningkatan dari 45,12 juta ton pada tahun 2021 menjadi 47,47 juta ton pada tahun 2024 (Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian, 2024). Puastuti *et al.* (2014) menyatakan bahwa kelapa sawit menghasilkan produk sampingan berupa BIS yang berjumlah 3,5% dari setiap tandan segar yang diolah, sehingga jumlah BIS diperkirakan terus meningkat.

Bungkil inti sawit (BIS) merupakan limbah sampingan dari industri pengolahan kelapa sawit dan keberadaannya di Indonesia sangat melimpah. Kandungan nutrisi BIS terdiri dari bahan kering 87,30%, protein kasar/PK 16,07%, serat kasar/SK 21,30%, lemak kasar/LK 8,23%, Ca 0,27%, P 0,94% serta Cu 48,04 ppm (Mirnawati *et al.*, 2008). Persentase PK dari BIS cukup tinggi dan beragam

antara 14-18% (Azizi *et al.*, 2021) serta energi metabolik berkisar antara 1817-2654 kkal/kg (Ezieshi dan Olomu 2008). Variasi PK ini diakibatkan oleh cara pengolahan. BIS dari pengolahan expeller menghasilkan PK berkisar 13,3-15,9%, sedangkan dari pemanasan uap diperoleh PK antara 19,4-19,8% (Boateng *et al.*, 2013). BIS merupakan salah satu produk sampingan dari pengolahan kelapa sawit yang paling baik dilihat dari potensi nutrisi yang terkandung. Meskipun potensi ini belum dioptimalkan sebagai bahan pakan, berbagai hasil penelitian mengenai BIS telah banyak dilaporkan. Pemanfaatan BIS dapat dipakai secara langsung tanpa diolah (Iluyemi *et al.*, 2006).

Persentase protein kasar yang terdapat pada BIS cukup tinggi, tetapi penggunaannya masih terbatas sebagai pakan ternak. Penggunaan BIS mencapai sekitar 10% dalam pakan itik (Supriadi, 1997; Rizal, 2000). Hal ini disebabkan oleh mutu BIS yang rendah (Garcia *et al.*, 1999; Perez *et al.* 2000; Odunsei *et al.*, 2002; Ezieshi dan Olomu, 2004). Mutu BIS yang rendah disebabkan oleh serat kasar yang tinggi, kekurangan beberapa asam amino, serta keberadaan antinutrien. Serat kasar yang tinggi mengurangi konsumsi energi dan terjadi proteksi molekul protein sehingga sulit didegradasi oleh protease pada saluran pencernaan, sedangkan tingginya kandungan Cu pada BIS sebagai antinutrien mengikat protein berupa asam amino yang mengandung sulfur yang berakibat pada rendahnya

nilai pencernaan protein pada BIS (Babjee, 1989). Kandungan asam amino lisin dan metionin yang rendah dalam BIS juga membatasi penerapannya dalam pakan unggas (Onwudike, 1986). BIS mengandung antinutrien seperti tanin 0,4%, asam fitat 23,49mg/g, dan oksalat 5,13 mg/g (Akinyeye *et al.*, 2011). Antinutrien asam fitat mampu mengikat mineral sehingga mineral dalam tubuh berkurang dan menghalangi pertumbuhan (Suprayudi *et al.*, 2012).

Studi mengenai BIS sebagai pakan ternak telah dilakukan secara luas. Salah satu contohnya adalah penelitian BIS yang dijadikan sebagai bahan pakan ayam (Sundu dan Dingle, 2005). Penggunaan BIS dalam pakan mencapai 20% pada ayam broiler tidak mempengaruhi performa (Noferdian, 2011). Kandungan serat yang tinggi pada BIS (mannosa 56,4% dari total dinding sel BIS) menjadi faktor pembatas penggunaannya terutama sebagai bahan pakan unggas. Serat kasar BIS umumnya berbentuk ikatan β -mannan (Daud *et al.*, 1993). Untuk melakukan pemecahan substrat mannan pada bungkil inti sawit menjadi bahan yang lebih sederhana (manooligosakarida, sedikit manosa, glukosa, dan galaktosa), diperlukan teknologi fermentasi. Bahan yang tidak kompleks lebih mudah diserap oleh saluran pencernaan hewan (Esposito *et al.*, 2001). Bungkil Inti Sawit yang difermentasi dengan *Aspergillus niger* dapat ditambahkan hingga 40% pada ayam SenSi-1 Agrinak dalam pakan tanpa ada dampak negatif (Hanafi *et al.*, 2022).

Fermentasi bahan pakan untuk meningkatkan kandungan PK dari BIS telah dilakukan penelitian. Beberapa mikroba, terutama kapang yang dimanfaatkan untuk fermentasi BIS, meliputi *Aspergillus niger*, *Aspergillus sojae*, *Aspergillus oryzae*, *Trichoderma harzianum*, dan *Rhizopus oryzae* (Listyowati dan Larasati, 2024; Orthman *et al.*, 2013; Abdeslahian *et al.*, 2010;

Ramin *et al.*, 2010; Swe *et al.*, 2009). Fermentasi BIS menggunakan *Aspergillus niger* dan *Rhizopus oryzae* lebih efektif dalam menaikkan PK dan mengurangi serat deterjen netral (NDF) dan serat deterjen asam (ADF) dibandingkan tanpa fermentasi (Ramin *et al.*, 2010). Fermentasi BIS dengan *Aspergillus niger* dan *Trichoderma viride* menurunkan serat kasar dan meningkatkan protein kasar (Sinurat *et al.*, 1998; Supriyati *et al.*, 1998; Puastuti *et al.*, 2014).

Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu dilakukan suatu penelitian tentang evaluasi kualitas nutrien berupa kandungan nutrien (PK, SK, dan kadar air) dan antinutrien (asam fitat dan tanin) pada fermentasi BIS menggunakan *Trichoderma sp.* dengan level yang berbeda.

MATERI DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bungkil inti sawit, *Trichoderma sp.* merk Trichor-TM dengan jumlah koloni 10^8 cfu/g, dan akuades. Percobaan dengan Rancangan Acak Lengkap terdiri dari 3 perlakuan dengan 6 ulangan. Perlakuan meliputi P0 (BIS tanpa fermentasi), P1 (BIS + *Trichoderma sp.* 5 g/kg), dan P2 (BIS + *Trichoderma sp.* 10 g/kg). Desain penelitian tentang pengaruh pengaruh fermentasi menggunakan berbagai jenis P0 (BIS tanpa fermentasi), P1 (BIS + *Trichoderma sp.* 5 g/kg), dan P2 (BIS + *Trichoderma sp.* 10 g/kg) terhadap kandungan nutrien, nilai cerna protein, dan antinutrien bungkil inti sawit.

Penelitian fermentasi BIS ini berdasarkan metode Puastuti *et al.* (2014) dan Pasaribu *et al.* (2019) dengan modifikasi. BIS 1 kg ditambahkan akuades panas 600 ml. Selanjutnya BIS didinginkan pada suhu ruang. Pencampuran starter kapang *Trichoderma sp.* sesuai perlakuan dengan BIS dilakukan setelah BIS dingin.

Campuran BIS tersebut ditempatkan pada plastik yang dilubangi dan diinkubasi secara aerob selama 5 hari pada suhu ruang. Tahap selanjutnya berupa pengeringan BIS fermentasi selama 3 hari dengan penjemuran matahari. Produk BIS fermentasi dan tanpa fermentasi tersebut dianalisis kandungan nutriennya (protein kasar dan serat kasar), nilai cerna protein, dan antinutrien (asam fitat, dan tanin) serta dilakukan pengujian kadar air untuk menghitung semua variabel dalam bahan kering/*dry basis*.

Pengujian protein kasar merujuk pada metode Kjeldahl, AOAC 2005 Bab

4 Butir 4.2.11 Metode 2001.11.

Analisis serat kasar dilakukan dengan

Tabel 1. Kandungan nutrisi bungkil inti sawit yang difermentasi menggunakan *Trichoderma sp.*

Perlakuan	Serat Kasar (%)	Protein Kasar (%)
P0	30,675 ^a	13,483
P1	26,912 ^b	13,765
P2	25,273 ^b	13,870

Keterangan: ^{ab} Superskrip huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata. P0 = BIS tanpa fermentasi; P1 = BIS fermentasi *Trichoderma sp.* 5 g/kg; P2 = BIS fermentasi *Trichoderma sp.* 10 g/kg.

Data analisis ragam diperoleh adanya pengaruh perlakuan terhadap PK dan SK. Hasil uji lanjut menyatakan bahwa P0 memiliki kandungan serat kasar lebih tinggi. Kandungan serat kasar P0 berbeda secara signifikan ($p < 0,05$) terhadap P1 dan P2. Kadar protein kasar tidak diperoleh perbedaan yang nyata ($p > 0,05$) pada semua perlakuan. Perlakuan fermentasi menggunakan *Trichoderma sp.* dapat menurunkan serat kasar tetapi tidak mengubah kandungan protein kasar dibandingkan dengan kontrol.

Fermentasi dapat memecah serat kasar. Salah satu faktor yang membatasi penggunaan BIS sebagai bahan pakan unggas adalah kandungan SK yang tinggi dalam BIS. Serat kasar dalam BIS terbentuk dari ikatan β -mannan (Tafsin *et al.*, 2018). Pemecahan

metode Weende, SNI 01-2891-1992 Butir 11. Pengukuran nilai cerna protein dilakukan melalui metode *in vitro*. Analisis tanin dengan teknik spektrofotometri dan asam fitat merujuk pada metode Wheeler dan Feller (1971).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Nutrien

Kandungan nutrisi BIS yang difermentasi *Trichoderma sp.* disajikan pada Tabel 1.

mannan dalam BIS menjadi bentuk sederhana seperti mannanoligosakarida, mannanosa, glukosa dan galaktosa membutuhkan teknologi fermentasi. Ternak lebih mudah mencerna dan menyerap bentuk yang tidak kompleks. Bungkil inti sawit memiliki SK tinggi khususnya lignin (Pasaribu, 2019). Tingginya SK mengurangi penggunaan energi dan berakibat pada turunnya persentase protein BIS. Alshelmani *et al.* (2014) melaporkan bahwa kapang mempunyai aktivitas enzim selulase dan hemiselulase lebih tinggi daripada 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%) melalui fermentasi (Pasaribu, 2019). Fermentasi BIS dengan *Aspergillus niger* dan

Trichoderma viride menurunkan serat kasar dan menaikkan protein kasar (Sinurat *et al.*, 1998; Supriyati *et al.*, 1998; Puastuti *et al.*, 2014). Telah dilakukan penelitian fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* dan *Trichoderma viride* untuk meningkatkan kualitas protein pada BIS (Mirnawati *et al.*, 2010; Puastuti *et al.*, 2014). Hasil menunjukkan terjadi kenaikan PK dan penurunan SK (Mirnawati *et al.*, 2010).

Tabel 2. Nilai cerna protein bungkil inti sawit yang difermentasi menggunakan *Trichoderma sp.*

Perlakuan	Nilai Cerna Protein (%)
P0	46,365 ^b
P1	46,658 ^b
P2	50,890 ^a

Keterangan: ^{ab} Superskrip huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata. P0 = BIS tanpa fermentasi; P1 = BIS fermentasi *Trichoderma sp.* 5 g/kg; P2 = BIS fermentasi *Trichoderma sp.* 10 g/kg.

Data analisis ragam menunjukkan adanya pengaruh perlakuan terhadap nilai cerna protein. Hasil uji lanjut menyatakan bahwa P2 memiliki nilai cerna protein *in vitro* lebih besar dibanding perlakuan lainnya. Nilai cerna perlakuan P2 memiliki perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) terhadap P0 dan P1, sedangkan P0 dan P1 tidak ada perbedaan yang nyata ($p > 0,05$).

Nilai cerna protein merupakan hasil dari analisis pencernaan protein secara *in vitro*. Fermentasi dapat mengubah senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana sehingga lebih mudah untuk dicerna. Fermentasi menggunakan *Trichoderma sp.* 10 g/kg dapat meningkatkan pencernaan protein dibandingkan dengan perlakuan fermentasi menggunakan *Trichoderma*

Berbeda dengan penelitian ini, kandungan protein kasar tidak mengalami perubahan dengan adanya fermentasi.

Nilai Cerna Protein

Pengaruh fermentasi menggunakan *Trichoderma sp.* terhadap nilai cerna protein BIS terdapat pada Tabel 2.

sp. 5 g/kg dan tanpa fermentasi. Fermentasi dapat meningkatkan daya cerna protein dengan mengurangi kadar senyawa non-nutrien yang menghambat enzim pencernaan (misalnya penghambat tripsin dan kimotripsin) dan meningkatkan ikatan silang protein (misalnya senyawa fenolik dan tanin), serta melalui produksi protease mikroba, yang mendegradasi sebagian dan melepaskan beberapa protein dari ikatan kompleks (Chandra-Hioe, 2016; Reyes-Moreno, 2004; Shekib, 1994).

Antinutrien

Data analisis ragam diperoleh adanya pengaruh perlakuan terhadap antinutrien tanin, namun tidak pada asam fitat (Tabel 3).

Tabel 3. Antinutrien bungkil inti sawit yang difermentasi menggunakan *Trichoderma sp.*

Perlakuan	Asam Fitat (mg/g)	Tanin (mg/100 g)
P0	6,948	476,798 ^a
P1	6,968	469,377 ^a
P2	6,950	373,020 ^b

Keterangan: ^{ab} Superskrip huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata. P0 = BIS tanpa fermentasi; P1 = BIS fermentasi *Trichoderma sp.* 5 g/kg; P2 = BIS fermentasi *Trichoderma sp.* 10 g/kg.

Hasil uji lanjut didapatkan perlakuan P2 beda secara signifikan ($p < 0,05$) dibandingkan dengan perlakuan lainnya, akan tetapi P0 dan P1 tidak beda nyata ($p > 0,05$) pada antinutrien asam fitat.

Mutu BIS yang rendah salah satunya dikarenakan oleh keberadaan antinutrien. Bungkil inti sawit mengandung antinutrien seperti tanin 0,4%, asam fitat 23,49mg/g, dan oksalat 5,13 mg/g (Akinyeye *et al.*, 2011). Tanin dianggap memiliki dampak buruk terhadap nutrisi karena mampu mengikat protein, menghambat enzim pencernaan, dan mengurangi penggunaan vitamin dan mineral (Amarowicz, 2007). Tanin juga tidak mampu diserap karena tingginya berat molekul dan kemampuan membentuk senyawa tidak larut seperti protein (Koleckar *et al.*, 2008). Antinutrien seperti asam fitat mampu mengikat mineral sehingga mengurangi ketersediaan mineral dalam tubuh dan menurunkan performa (Suprayudi *et al.*, 2012). Perlakuan fermentasi menggunakan *Trichoderma sp.* 10 g/kg menurunkan antinutrien tanin tetapi belum dapat mengurangi asam fitat. Iqbal dan Kapoor (2012) melaporkan bahwa *Trichoderma harzianum* dapat menghasilkan enzim tannase untuk mendegradasi tanin.

KESIMPULAN

Fermentasi menggunakan *Trichoderma sp.* 10 g/kg mampu mengoptimalkan kandungan nutrisi dengan menurunkan persentase serat kasar, menaikkan nilai cerna protein, dan menurunkan antinutrien tanin bungkil inti sawit, tanpa berdampak negatif terhadap protein kasar dan asam fitat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdeshahian, P.N., A.A. Samat, Hamid, dan W.M.W. Yusoff. 2010. Utilization of palm kernel cake for production of β -mannanase by *Aspergillus niger* FTCC 5003 in solid substrate fermentation using an aerated column bioreactor. J. Ind. Microbiol Biotechnol. 37:103-109. <https://doi.org/10.1007/s10295-009-0658-0>
- Akinyeye, R.O., E.I. Adeyeye, O. Fasakin, dan A. Agboola. 2011. Physico-chemical properties and anti-nutritional factors of palm fruit product (*Elaeis guineensis* Jacq.) from Ekiti State Nigeria. Electron. J. Environ. Agric. Food Chem. 10:2190-2198. https://www.researchgate.net/publication/232815412_Physico-chemical_properties_and_anti-nutritional_factors_of_palm_fruit_products_elaeis_guineensis_jacq_from_ekiti_state_nigeria
- Alshelmani, M.I., T.C. Loh, H.L. Foo, W.H. Lau, dan A.Q. Sazili. 2014. Biodegradation of palm kernel cake by cellulolytic and hemicellulolytic bacterial cultures through solid state fermentation. Sci. World J. 2014:1-8. <https://doi.org/10.1155/2014/729852>
- Amarowicz, R. 2007. Tannins: The new natural antioxidants? Eur. J. Lipid Sci. Technol. 109:549–551. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200700145>
- Azizi, M.N., T.C. Loh, H.L. Foo., dan E.I.K. Chung. 2021. Is palm kernel cake a suitable alternative feed ingredient for poultry? Animals. 11(338):1-15.

- <https://doi.org/10.3390/ani11020338>
- Boateng, M., D.B. Okai, A. Donkoh, dan J. Baah. 2013. Effect of processing method on the quality of palm kernel cake: Chemical composition and nutrient utilization in enzyme supplemented diets. *Anim. Prod.* 15(3):196-202.
<http://www.animalproduction.net/index.php/JAP/article/view/435/397>
- Chandra-Hioe, M.V., C.H. M. Wong, dan J. Arcot. 2016. The potential use of fermented chickpea and faba bean flour as food ingredients. *Plant Foods Hum. Nutr.* 71(1):90–95.
<https://doi.org/10.1007/s11130-016-0532-y>
- Daud M.J., M.C. Jarvis, dan A. Rasidah. 1993. Fibre of PKC and its potential as poultry feed. *Proceeding. 16th MSAP Annual Conference*, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian. 2024. *Statistik Perkebunan Jilid I*. Kementerian Pertanian, Jakarta. P. 4.
<https://ditjenbun.pertanian.go.id/?publikasi=statistik-perkebunan-jilid-i-2022-2024>
- Esposito, G., L. Frunzo, A. Panico dan F. Pirozzi. 2011. Modelling the Effect of the OLR and OFMSW Particle size on the performances of an anaerobic codigestion reactor. *J. Process Biochem.* 10(46):557-565.
<https://doi.org/10.1016/j.procbio.2010.10.010>
- Ezhieshi, E.V. dan J.M. Olomu. 2008. Nutritional evaluation of palm kernel meal types: 2. Effects on live performance and nutrition retention in broiler chicks diets. *Afr. J. Biotechnol.* 7:1171-1175.
<https://doi.org/10.5897/AJB07.600>
- Garcia, C.A., A.G. Gemat, dan J.G. Murilo. 1999. The effect of four levels palm kernel meal in broiler diets. *Ceiba.* 40:29-295.
<https://bdigital.zamorano.edu/serve/api/core/bitstreams/24412397-d5fa-4d03-9989-45c77d58d3ce/content>
- Hanafi, N.D., M. Tafsir, S.H. Sitindaon, A. Sadeli, dan K. Simanungkalit. 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.
<https://doi.org/10.17969/agripet.v2i1.21099>
- Iluyemi, F.B., M.M. Hanafi, O. Radziah, dan M.S. Kamarudin. 2006. Fungal solid state culture of palm kernel cake. *Bioresource Technol.* 97:477-482.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.03.005>
- Iqbal, H. dan A. Kapoor. 2012. Tannin degradation efficiency of tannase produced by *Trichoderma harzianum* mtcc 10841 and its biochemical properties. *Int. J. LifeSc. Bt & Pharm. Res.* 1(4):106-117.
<https://ijlbpr.com/uploadfiles/20150414050521986.20230301081725.pdf>
- Koleckar, V., K. Kubikova, Z. Rehakova, K. Kuca, D. Jun, dan L. 2008. Jahodar. Condensed and hydrolysable tannins as antioxidants influencing the health. *Min. Rev. Med. Chem.* 8:436-447.
<https://doi.org/10.2174/138955708784223486>
- Listiyowati, A.A. dan Y.N. Larasati. 2024. Pengaruh fermentasi menggunakan berbagai jenis *Aspergillus* terhadap kandungan nutrisi dan antinutrisi bungkil inti

- sawit. Jurnal Triton. 16(1):144-151.
<https://doi.org/10.47687/jt.v16i1.1232>
- Mirawati, I., P. Kompiang, dan Harnentis. 2008. Peran asam humat sebagai penetralisir logam berat dalam bioteknologi bungkil inti sawit untuk pakan unggas. Laporan penelitian Hibah Bersaing tahun anggaran.
- Mirawati, Y. Rizal, Y. Marlida, dan I.P. Kompiang. 2010. The role of humic acid in palm kernel cake fermented by *Aspergillus niger* for poultry ration. Pak. J. Nutr. 9:182-185.
<https://doi.org/10.3923/pjn.2010.182.185>
- Noferdiman. 2011. Penggunaan bungkil inti sawit fermentasi oleh jamur *Pleurotus ostreatus* dalam ransum terhadap performans ayam broiler. J Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan. 14:35-43.
<https://doi.org/10.22437/jiip.v0i0.586>
- Onwudike, O.C. 1986. Palm kernel meal as a feed for poultry 1. Composition of palm kernel meal and availability of its amino acid to chick. Anim. Feed Sci. Technol., 16:179-186.
[https://doi.org/10.1016/0377-8401\(86\)90108-2](https://doi.org/10.1016/0377-8401(86)90108-2)
- Orthman, M.F., M.S. Kalil, dan M.M. Sahri. 2013. Solid state fermentation of palm kernel cake (PKC) by newly isolated *Rhizopus oryzae* ME01. Asian J Exp Biol Sci. 4:84-88.
- Pasaribu, T., E.B. Laconi, dan I.P. Kompiang. 2019. Evaluation of the nutrient contents of palm kernel cake fermented by microbial cocktails as a potential feedstuff for poultry. J. Indonesian Trop. Anim. Agric. 44(3): 295-302.
<https://doi.org/10.14710/jitaa.44.3.295-302>
- Perez, J.F., A.G. Gernat, dan J.G. Murillo, 2000. The effect of different levels of palm kernel meal in layer diets. Poult. Sci. 79:77-79.
<https://doi.org/10.1093/ps/79.1.77>
- Puastuti, W., D. Yulistiani, dan S.I.W. Rakhmani. 2014. Evaluasi nilai nutrisi bungkil inti sawit yang difermentasi dengan kapang sebagai sumber protein ruminansia. JITV. 19(2):141-151.
<https://doi.org/10.14334/jitv.v19i2.1043>
- Ramin, M., A.R. Alimon, dan M. Ivan. 2010. Effect fungal treatment on the in vitro digestion of palm kernel cake. Livest Res Rural Develop. 22(4).
<http://www.lrrd.org/lrrd22/4/rami22082.htm>
- Reyes-Moreno, C., E.O. Cuevas-Rodríguez, J. Milán-Carrillo, O.G. Cárdenas-Valenzuela, dan J. Barrón-Hoyos. 2004. Solid state fermentation process for producing chickpea (*Cicer arietinum* L) tempeh flour. Physicochemical and nutritional characteristics of the product. J. Sci. Food Agric. 84(3):271-278.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.1637>
- Shekib, L. A. 1994. Nutritional improvement of lentils, chick pea, rice and wheat by natural fermentation. Plant Foods Hum. Nutr. 46(3):201-205.
<https://doi.org/10.1007/bf01088991>
- Sinurat, A.P. 1999. Penggunaan bahan pakan lokal dalam pembuatan ransum ayam buras. Wartazoa. 9(1):12-20.
<https://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=277617&val=7169&title=Utilization%20of%20Local%20Feedstuffs%20for%20Native%20Chickens>
- Sinurat, A.P., T. Purwadaria, A. Habibie, T. Pasaribu, H. Hamid, J. Rosida, T. Haryati, dan I. Sutikno. 1998. Nilai

- gizi bungkil kelapa terfermentasi dalam ransum itik petelur dengan kadar fosfor yang berbeda. JITV. 3:15-21.
- Sundu, B. dan J. Dingle. 2005. Use of enzyme to improve the nutritional value of palm kernel meal and copra meal. Proc. Quensland Poult. Sci. Symp. Australia. 11:1-15. https://www.researchgate.net/publication/43464735_Use_of_enzymes_to_improve_the_nutritional_value_of_palm_kernel_meal_and_copra_meal
- Suprayudi, M.A., G. Edriani, dan J. Ekasari. 2012. Evaluasi kualitas produk fermentasi berbagai bahan baku hasil sampingan agroindustry local: Pengaruhnya terhadap pencernaan serta kinerja pertumbuhan juvenile ikan mas. JAI. 11(1):1-10. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jai/article/view/7189/pdf>
- Supriadi. 1997. Pengaruh penggunaan bungkil inti sawit terhadap organ fisiologis itik periode pertumbuhan. Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Padang.
- Supriyati, T. Pasaribu, H. Hamid, dan A.P. Sinurat. 1998. Solid state fermentation of palm kernel meal by using *Aspergillus niger*. JITV. 3:165-170. <https://doi.org/10.14334/jitv.v3i3.112>
- Swe, K.H., A.R. Alimon, dan M. Ramin. 2009. Effect delaying sporulation by addition of ammonium sulphate on the fermentation of palm kernel cake based substrate by *Aspergillus niger*. American J. Agric. Biol. Sci. 4:262-265. <https://doi.org/10.3844/ajabssp.2009.262.265>
- Tafsin, M., N.D. Hanafi, E. Kejora, dan E. Yusraini. 2018. Nutrition quality of extraction mannan residue from palm kernel cake on brolier chicken. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 122(1):012114. https://doi.org/10.1088/1755-1315/122/1/012114?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26medium%3Darticle
- Wheeler, E.L. dan R.E. Ferrel. 1971. Method for phytic acid determination in wheat and wheat fractions. Cereal Chemistry. 48:312-320. https://www.cerealsgrains.org/publications/cc/backissues/1971/Documents/chem48_312.pdf

