



Program Studi Peternakan,
Fakultas Peternakan,
Kelautan dan Perikanan,
Universitas Nusa Cendana,
Jl. Adisucipto Penfui,
Kupang, Nusa Tenggara
Timur, Indonesia, 85001

Penggunaan Inokulum Cairan Rumen Meningkatkan Kandungan Protein dan Lemak Dedak Padi Hasil Fermentasi

The Use Of Rumen Fluid Inoculum Increases The Protein And Fat Content Of Fermented Rice Bran

Ignasius Mujur, Gustaf Oematan, Marthen L. Mullik*

ABSTRAK

Dedak padi merupakan bahan sampingan dari proses penggilingan gabah menjadi beras yang berpotensi sebagai bahan baku pakan karena kandungan nutrisi dan energinya yang cukup baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh level inokulum cairan rumen terhadap komposisi kimia dedak padi fermentasi. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri atas 5 perlakuan dan 5 ulangan, yaitu: tanpa cairan rumen (NOIN/kontrol), serta penambahan inokulum cairan rumen 7 ml/kg (IN7), 14 ml/kg (IN14), 21 ml/kg (IN21), dan 28 ml/kg (IN28) dedak padi, yang difermentasi selama 4 hari. Parameter yang diamati meliputi kandungan bahan kering (BK), bahan organik (BO), protein kasar (PK), dan lemak kasar (LK). Data dianalisis menggunakan Analysis of Variance. Hasil penelitian menunjukkan bahwa level inokulum tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap BK, tetapi berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap BO dan PK serta sangat nyata ($P<0,01$) terhadap LK. Kandungan BO meningkat dari 82,14% (NOIN) menjadi 83,43% (IN28), PK dari 9,37% menjadi 12,54%, dan LK dari 2,35% menjadi 6,57% (IN21). Disimpulkan bahwa level inokulum terbaik adalah 28 ml/kg dedak padi.

Kata kunci: Dedak padi, fermentasi, inokulum cairan rumen, komposisi kimiawi

ABSTRACT

Rice bran is a by-product of the milling process of paddy into rice and has considerable potential as a feed ingredient due to its relatively high nutrient and energy content. This study aimed to evaluate the effect of different levels of rumen fluid inoculum on the chemical composition of fermented rice bran. The research employed an experimental method using a Completely Randomized Design (CRD) consisting of five treatments and five replications: without rumen fluid (NOIN/control), and the addition of rumen fluid inoculum at 7 ml/kg (IN7), 14 ml/kg (IN14), 21 ml/kg (IN21), and 28 ml/kg (IN28) of rice bran, each fermented for four days. The parameters observed included dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), and crude fat (CF). Data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA). The results showed that the inoculum level had no significant effect ($P>0.05$) on DM content, but had a significant effect ($P<0.05$) on OM and CP, and a highly significant effect ($P<0.01$) on CF. The OM content increased from 82.14% (NOIN) to 83.43% (IN28), CP increased from 9.37% to 12.54%, and CF increased from 2.35% to 6.57% (IN21). It can be concluded that the optimal level of rumen fluid inoculum is 28 ml/kg of rice bran.

Keywords: Broiler, jengkol peel decoction, digestive organ

*Corresponding Author:

Marthen L. Mullik,
Program Studi Peternakan,
Fakultas Peternakan,
Kelautan dan Perikanan,
Universitas Nusa Cendana;
marthenmullik@staf.undana.ac.id

Diterima: 20-10-2025
Disetujui: 16-04-2026
Diterbitkan: 30-04-2026

Kutipan: Mujur, I., Oematan, G., Mullik, M.L. (2026). Penggunaan Inokulum Cairan Rumen Meningkatkan Kandungan Protein dan Lemak Dedak Padi Hasil Fermentasi. *Jurnal Ilmiah AgriSains*, 27(1), 11-18. <https://doi.org/10.22487/jiagrisains.v27i1.2026.11-18>

PENDAHULUAN

Dedak padi merupakan salah satu limbah pertanian yang telah umum digunakan sebagai pakan baik untuk ternak ruminansia maupun non-ruminansia karena kandungan protein dan energi yang cukup baik, tetapi bahan pakan ini juga mengandung senyawa-senyawa anti-nutrisi yang menjadi faktor pembatas. Review terhadap berbagai literatur (Azizah et al., 2022; Devi et al., 2021; Manzoor et al., 2023; Mullik et al., 2024) menunjukkan bahwa komposisi nutrisi per kg bahan kering (BK) dedak padi adalah 85-90% BK, 83-92% bahan organik (BO), 12-22% lemak kasar (LK), 11-17% protein kasar (PK), 6,8-24,3% serat kasar (SK), dan 2.400 – 2.612 kal ME. Variasi kandungan nutrisi dedak padi bergantung pada proses penggilingan gabah sehingga tidak selalu memenuhi standar mutu pakan yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (BSN, 2013). Pada sisi lain kehadiran senyawa anti-nutrisi antara lain asam pitat (Wang, 2025) yang mengikat nutrisi (protein, mineral) dan enzim pencernaan (Chen & Xu, 2023) sehingga menurunkan penyerapan nutrisi dan bioavailabilitas nutrisi tersebut (Sarkhel & Roy, 2022). Selain itu, dedak padi juga mengandung enzim anti-tripsin (Aviles-Gaxiola et al., 2018) sehingga mengurangi aktivitas biologis tripsin dalam katalisis protein dan berakibat pada penurunan daya cerna (Cohen et al., 2019).

Fermentasi anaerob dengan penambahan berbagai jenis mikroorganisme sebagai inokulum merupakan salah satu teknik yang umum digunakan dalam meningkatkan bioavailabilitas nutrisi dedak padi dengan hasil yang bervariasi bergantung pada jenis, sumber dan kepadatan mikroba. Penambahan mikroba mempercepat perombakan senyawa-senyawa kompleks baik berupa serat kasar maupun senyawa anti-nutrisi sehingga nutrisi yang terikat dapat dibebaskan serta proses pencernaan tidak dihambat oleh anti-enzim (Chen & Xu, 2023; Cohen et al., 2019; Devi et al., 2021; Sukaryana et al., 2011). Berbagai sumber dan jenis mikroba yang digunakan sebagai inokulum antara lain campuran mikroba dari cairan rumen (Islam et al., 2022), jamur *Pleurotus sapidus* (Isah & Unakalamba, 2023), bakteri gram positif *Lacto bacillus* (Alauddin et al., 2024; Bhosale & Vijayalakshmi, 2015) dan *Bacillus amyloliquefaciens* (Maulana et al., 2024).

Penggunaan campuran mikroba dari sumber cairan rumen sebagai inokulum murah sudah diteliti secara luas (Budiansyah et al., 2011; Debi et al., 2022; Islam et al., 2022; Nagler et al., 2019; Oematan et al., 1997; Ullah et al., 2021), tetapi sumber cairannya diambil langsung dari ternak sapi yang difistula rumennya dan dipelihara dengan ransum standar. Hal ini tentunya akan menjadi kendala bagi peternak yang hendak melakukan fermentasi menggunakan cairan rumen tapi tidak memiliki ternak berfistula rumen. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan cairan rumen yang diambil dari isi rumen ternak sapi yang dipotong di rumah potong hewan, di mana terdapat tiga permasalahan yaitu, pertama pakan ternak yang diambil isi rumennya tidak diketahui sehingga jenis dan kepadatan mikroba rumen bervariasi. Masalah kedua adalah cairan rumen yang diambil tidak langsung digunakan tetapi masih melawati proses transportasi dan penanganan yang memakan waktu sekitar 2 jam setelah diambil sehingga dapat menurunkan populasi mikroba dalam cairan rumen; dan ketiga adalah tidak diketahui berapa volume cairan rumen yang ideal dalam biofermentasi dedak padi untuk mendapatkan hasil yang terbaik dalam hal kandungan nutrisi dalam produk fermentasi. Ketiga hal inilah yang menjadi komponen yang berbeda dari penelitian-penelitian lainnya.

MATERI DAN METODE

Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu cairan rumen yang telah diambil dari isi rumen setelah melalui pematangan di rumah potong hewan (RPH) yang berjarak 10 km dari tempat penelitian. Sekitar 5 kg isi rumen segera diambil setelah rumen ternak yang dipotong dibuka oleh pejagal. Isi rumen dimasukkan ke dalam kontainer plastik berkapasitas 10 liter yang memiliki penutup, selanjutnya diberi selotape plastik agar kedap udara, dan langsung dibawa ke tempat penelitian. Setibanya di tempat penelitian, kontainer dibuka, isi rumen dikeluarkan, diperas dan disaring menggunakan saringan teh untuk memisahkan fraksi cair dan padat. Selanjutnya cairan rumen yang diperoleh segera ditakar dan dicampur dengan dedak pada masing-masing unit percobaan sesuai volume yang dibutuhkan masing-masing perlakuan. Tiap unit percobaan terdiri dari 2 kg dedak padi. Setelah dicampur merata dengan larutan inokulum, dimasukkan ke dalam plastik tebal (pipot) berlapis dua, dipadatkan, lalu mulut plastik diikat rapat dengan tali rafia sehingga wadah menjadi kedap udara dan memungkinkan proses fermentasi berjalan secara anaerob. Semua unit percobaan diletakkan di dalam ruangan untuk mengalami proses fermentasi anaerobik selama 4 hari. Setelah inkubasi, silo dibuka, ditimbang, dan diambil sampel untuk analisa laboratorium sesuai variabel yang diamati.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode eksperimen menggunakan pola Rancangan Acak Lengkap 5 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuannya adalah dedak padi tidak diberi inokulum (N_{0in}), dedak padi sebanyak 2 kg masing-masing diberi inokulum sebanyak 7 ml (IN_{07}), 14 ml (IN_{14}), 21 ml (IN_{21}), dan 28 ml (IN_{28}). Semua unit percobaan difermentasi selama 4 hari. Penentuan lama fermentasi 4 hari berdasarkan *preliminary trial* yang dilakukan sebelum penelitian dan hasil penelitian Haryanto et al. (2010). Dasar penetapan penggunaan level inokulum cairan rumen atas dasar penelitian Nalar et al. (2014) yang menggunakan persentase level 0, 15, 20, 25 dan 30% inokulum cairan rumen, sedangkan yang digunakan dalam penelitian ini adalah volumetrik (ml).

Variabel Penelitian

Variabel yang diamati adalah bahan kering (BK), bahan organik (BO), protein kasar (PK), lemak kasar (LK). Analisis kandungan nutrisi sesuai prosedur AOAC (2005). Kandungan BK menggunakan tehnik oven pada suhu 105°C selama 24 jam. Kadar BO ditentukan menggunakan pembakaran dalam tanur pada suhu 600°C selama 4 jam. Protein kasar ditentukan menggunakan metode Khjedhal, dan Kandungan LK dianalisis menggunakan metode ekstraksi ether.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) menurut prinsip Rancangan Acak Lengkap. Perlakuan dinyatakan berpengaruh pada nilai alfa 0,05. Perbedaan antar perlakuan diuji dengan uji Berganda Duncan. Proses analisis data dilakukan menggunakan program *statistical package for the social science* (SPSS) versi 27 (IBM, 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan Kering dan Bahan Organik

Kandungan BK dan BO menggambarkan jumlah nutrisi yang terdapat dalam suatu bahan pakan sebab di dalamnya terkandung protein, lemak, serat kasar, dan bahan ekstrak tanpa nitrogen, vitamin dan mineral yang akan dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi oleh ternak. Kandungan BK dan BO dedak padi hasil fermentasi yang menggunakan cairan rumen sebagai inokulum penyedia berbagai mikroba yang berperan dalam proses fermentasi Kandungan bahan kering cukup tinggi yakni berkisar 82,26 – 82,98%, sedangkan BO berkisar 80,71 – 83,86% (Tabel 1).

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kandungan BK tidak dipegaruhi secara nyata ($p = 0,344$) oleh level inokulum. Hal ini kemungkinan berkaitan dengan lama fermentasi yang relatif singkat. Lama fermentasi dalam penelitian ini hanya empat hari sehingga aktivitas mikroba yang terlibat dalam proses fermentasi kemungkinan belum mencapai puncak dan proses fermentasi belum selesai sehingga perombakan kandungan bahan kering masih terus berlangsung. Penelitian tentang penggunaan cairan rumen dalam fermentasi jerami padi oleh Wang *et al.* (2025) mendapatkan kandungan BK terendah terdapat pada hari ke-45. Penelitian lain (Nagler *et al.*, 2019) juga menunjukkan bahwa puncak proses fermentasi jerami terjadi pada hari kelima dan keenam yang ditandai dengan meningkatnya produksi gas metan dan VFA. Bahkan Xing *et al.* (2020) melaporkan bahwa puncak fermentasi jerami padi yang diberi inokulum cairan rumen terjadi pada rentang waktu yang lebih lama (93 hari). Meskipun bahan yang digunakan dalam penelitian saat ini bukan jerami padi tetapi dedak padi, namun kandungan karbohidrat strukturalnya mirip (ligno-selulosa kompleks) sehingga dinamika dalam proses fermentasi diduga sangat mirip.

Tabel 1. Kandungan nutrisi dedak padi hasil fermentasi tanpa dan dengan menggunakan inokulum cairan rumen berbeda

Parameter	Perlakuan					SEM	Nilai- p
	N _{oin}	IN ₇	IN ₁₄	IN ₂₁	IN ₂₈		
Bahan kering (%)	82,62	82,26	82,55	82,98	82,89	0,264	0,344
Bahan organik (%)	80,71 ^a	80,73 ^a	81,35 ^b	83,86 ^d	82,17 ^c	0,171	0,001
Protein kasar (%)	9,37 ^a	9,38 ^a	10,74 ^b	10,93 ^b	12,54 ^c	0,487	0,001
Lemak kasar (%)	2,35 ^a	2,58 ^a	3,29 ^a	6,57 ^b	7,82 ^c	0,349	0,001

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$). N_{oin}= tanpa cairan rumen; IN₇= 7 ml inokulum cairan rumen; IN₁₄= 14 ml inokulum cairan rumen; IN₂₁ = 21 ml inokulum cairan rumen; IN₂₈ = 28 ml inokulum cairan rumen

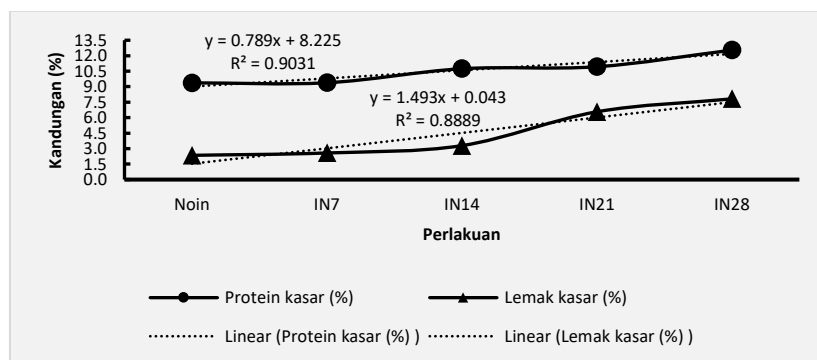
Berbeda dengan kandungan BK, kandungan BO hasil fermentasi meningkat secara nyata ($p = 0,001$) seiring bertambahnya volumen cairan rumen. Kandungan terendah terdapat pada perlakuan N_{oin} dan IN₇, sedangkan tertinggi terdapat pada perlakuan IN₂₁ (83,86%). Perubahan kandungan BO bersifat kuadratik yaitu meningkat secara gradual dan mencapai puncaknya pada volume cairan rumen 21 ml/kg dedak padi (83,86%), tetapi mulai menurun menjadi 82,17% (Tabel 1). Trend ini menggambarkan bahwa peningkatan volume cairan rumen di atas 21 ml/kg, kecepatan mendegradasi bahan organik bahan pakan untuk kebutuhan energi maupun senyawa organik untuk pertumbuhan populasi mikroba meningkat sehingga kandungan BO menurun. Hal senada dilaporkan dalam review literatur oleh Tawfik *et al.* (2023) tentang produksi bioenergi melalui proses biofermentasi terhadap limbah pemeliharaan ayam di mana produksi bioenergi tertinggi terjadi pada tingkat penambahan limbah pemeliharaan ayam sebesar 90% digesta. Febrina *et al.* (2019) juga melaporkan peningkatan BO dan pada dedak padi fermentasi menggunakan EM4 sebagai inokulum.

Kandungan Protein Kasar

Kandungan protein menjadi salah satu indikator utama dalam penilaian kualitas produk fermentasi. Hasil penelitian yang tersaji pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kandungan PK terendah (9,37%) terdapat pada perlakuan tanpa inokulum (NO_{in}) dan pemberian inokulum 7 ml/kg dedak (IN₇; 9,38%) karena kedua perlakuan tersebut tidak berbeda secara statistik), sedang kandungan protein kasar tertinggi ada pada perlakuan IN₂₈ (12,54%). Data tersebut menggambarkan peningkatan level cairan rumen sebagai inokulum dalam proses fermentasi dedak pada menstimulasi peningkatan protein kasar secara linear (Grafik 1) dengan laju peningkatan 0,78% protein untuk setiap penambahan 7 ml inokulum ($R^2 = 0,903$). Peningkatan kandungan PK dedak padi hasil fermentasi menggunakan inokulum cairan rumen juga dilaporkan oleh Maulana et al. (2024). Penggunaan bakteri asam laktat (*Lacto bacillus*) dalam fermentasi dedak padi oleh Bhosale & Vijayalakshmi (2023) meningkatkan protein kasar dari 17,5% ke 19,25%.

Mengingat proses fermentasi bahan pakan melibatkan mikroorganisme maka, peningkatan protein kasar dalam produk fermentasi dapat disebabkan oleh tiga proses yang kemungkinan terjadi. Pertama, kontribusi protein yang berasal dari populasi mikroba yang berasal dari cairan rumen yang berkembang selama proses biofermentasi. Proses fermentasi dengan bantuan mikroorganisme rumen dapat meningkatkan kadar protein kasar bahan pakan karena adanya penambahan protein dari sel mikroba yang berkembang selama fermentasi. Meskipun terjadi peningkatan populasi mikroba akibat volume cairan rumen yang semakin besar, tetapi pada level 7 ml cairan rumen/kg dedak padi (IN₇) belum memberikan dampak yang nyata ($p = 0.334$). Peningkatan protein kasar yang nyata baru terdeteksi ketika level cairan rumen telah mencapai 14 ml/kg dedak padi. Kedua, pembebasan protein dari ikatan senyawa organik kompleks pada bahan baku akibat proses perombakan oleh enzim-enzim mikroba selama proses biofermentasi (McDonald et al., 1991; Rooke & Hatfield, 2003; Wang, 2025).

Proses ketiga yang kemungkinan terjadi adalah perombakan senyawa-senyawa anti-nutrisi pengikat protein yang terdapat dalam dedak padi antara lain asam pitat dan enzim inhibitor tripsin (Wang et al., 2024). Kandungan asam pitat dalam dedak padi mencapai 6,7% (Irianingrum, 2009), sehingga membebaskan proteinnya dari kompleks enzim ini. Asam pitat dan turunannya mengikat mineral (terutama fosfor dan kalsium), protein, enzim dan pati sehingga membentuk senyawa kompleks tidak larut (Raboy, 2020), tetapi kandungannya dalam dedak padi dapat diturunkan hingga kurang dari 2% melalui proses biofermentasi (Irianingrum, 2009; Silva et al., 2021). Hal ini diduga menjadi salah satu faktor yang turut berkontribusi dalam peningkatan kandungan PK produk fermentasi dedak padi.



Grafik 1. Trend perubahan kandungan protein kasar dan lemak kasar dedak padi hasil fermentasi tanpa penggunaan inokulum (Noin), atau penggunaan inokulum dari cairan rumen sapi sebesar 7 ml (IN7), 14 ml (IN14), 21 ml (IN21), dan 28 ml (IN28) untuk setiap kg dedak padi.

Trypsin inhibitor termasuk protein jenis enzim penghambat enzim *serine protease* (Aviles-Gaxiola et al., 2018) yang memblokir sisi aktif tripsin (Myler, 2024) sehingga mengurangi aktivitas biologis tripsin dalam katalisasi protein (Cohen et al., 2019). Enzim tripsin sendiri terlibat dalam pemecahan berbagai protein terutama dalam pencernaan pada ternak dan manusia. Struktur kimia *trypsin inhibitor* sangat labil terhadap pemanasan (Kadam & Smithard, 1987; Myler, 2024) sehingga suhu relatif panas yang terjadi selama proses fermentasi dapat menjadi salah satu sebab pemisahan protein dari kompleks enzim dan turut menaikkan kandungan protein dedak padi hasil fermentasi.

Kandungan Lemak Kasar

Seperti halnya protein, kandungan lemak kasar (LK) juga meningkat secara linear positif dengan peningkatan level inokulum dengan laju peningkatan sebesar 1,49% untuk setiap penambahan 7 ml cairan rumen/kg dedak padi (Grafik 1). Trend peningkatan kandungan LK sedikit berbeda dengan PK, yaitu penambahan cairan rumen hingga 14% tidak memberikan pengaruh nyata. Pengaruh sangat nyata mulai terdeteksi pada level pemberian 21 dan 28 ml/kg dedak padi (Tabel 1).

Penelitian fermentasi dedak gandum menggunakan inokulum jamur *Aspergillus niger* oleh Nemes et al. (2024) mendapatkan bahwa kandungan lipid meningkat sekitar 69%. Laporan Suryani et al. (2018) bahwa akumulasi senyawa lipid dalam biomassa mikroba selama fermentasi dan peningkatan kandungan LK produk fermentasi. Penelitian Dulf et al. (2016) yang mengevaluasi peran penting enzim dalam proses pemecahan dinding sel biji minyak buah plum yang memfasilitasi pelepasan sebagian besar minyak, yang biasanya terikat dengan protein seperti lipoprotein atau polisakarida seperti lipopolisakarida, yang terikat secara kompleks dalam struktur sel tumbuhan. Diduga bahwa peningkatan kandungan LK total dalam produk fermentasi dedak padi pada penelitian ini berkaitan dengan dua proses. Pertama, kontribusi lipida dari tubuh mikroba yang ditambahkan dari cairan rumen serta perkembangan populasinya selama proses fermentasi. Hal ini didukung oleh pendapat Arpigne & Jaeger (1999) bahwa tubuh mikroba mengandung lipoprotein dan senyawa lemak lainnya. Kedua, hidrolisis fosfolipida dari dedak padi oleh enzim lipolitik yang dihasilkan dari mikroba selama proses fermentasi. Penelitian Oliveira et al. (2011) pada fermentasi dedak gandum membuktikan bahwa hidrolisis lipoprotein selama proses fermentasi dedak gandum meningkatkan total lemak yang mencapai 130%, dan sebaliknya.

KESIMPULAN

Penggunaan cairan rumen sebagai inokulum sampai dengan level 28 ml/kg dedak padi yang difermentasi selama 4 hari tidak mempengaruhi kandungan bahan kering produk. Sebaliknya, kandungan bahan organik, protein kasar dan lemak kasar meningkat secara linear dengan level 28 ml/kg dedak padi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kapala UPT. Laboratorium Lapangan Universitas Nusa Cendana atas ijin penggunaan fasilitas selama berlangsungnya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alauddin, Md., Sultana, A., Faruque, Md. O., Islam, F., Kabir, Md. A., Shozib, H. B., Siddiquee, M. A., & Howlade, M. Z. H. (2024). Functional Evaluation of Fermented Rice Bran and Extracted Rice Bran Oil Addressing for Human Health Benefit. *Journal of Oleo Science*, 73, (4) 467-477. , 73(4), 467–477.
- Arpigne, J. L., & Jaeger, L. (1999). Bacterial lipolytic enzymes: classification and properties. . *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, 343(2), 177–183.
- Aviles-Gaxiola, S., Chuck-Hernandez, C., & Serna Saldivar, S. O. (2018). Inactivation methods of trypsin inhibitor in legumes: a review. *Journal of Food Science*, 18(1), 17–29.
- Azizah, N., Belgania, R. H., Lamid, M., & Rachmawati, K. (2022). Kualitas fisik dan kimia dedak padi yang difermentasi dengan isolat mikroba rumen (*Actinobacillus* sp. ML-08) pada level yang berbeda. *Livestock and Animal Research*, 20(2), 159–166.
- Bhosale, S., & Vijayalakshmi D. (2015). Processing and Nutritional Composition of Rice Bran. *Current Research in Nutritional Food Science*, 3(1), 1–10.
- BSN. (2013). *Bahan pakan ternak dedak padi* (SNI 3178:2013).
- Budiansyah, A. R., Nahrowi, Wiryawan, K. G., Suhartono, M. T., & Widyastuti, Y. (2011). Analisis pengaruh penambahan cairan rumen sebagai feed suplemen pada ransum berbasis pakan lokal terhadap performa ayam broiler. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan Dan Veteriner*.
- Chen, W., & Xu, D. (2023). Phytic acid and its interactions in food components, health benefits, and applications: A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology*, 141:104201, 141, 104201.
- Cohen, M., Davydov, O., & Fluhr, R. (2019). Plant serpin protease inhibitors: specificity and duality of function. *Journal of Experimental Botany*, 70(7), 2077–2085.
- Debi, M. R., Wichert, B. A. , & Liesegang, A. (2022). Anaerobic fermentation of rice bran with rumen liquor for reducing their fiber components to use as chicken feed. . *Heliyon*, 8(4), e09275.
- Devi, R., Veliveli, V. L., & Devi, S. S. (2021). Nutritional composition of rice bran and its potentials in the development of nutraceuticals rich products. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10(2): 470-473., 10(2), 470–473.
- Dulf, F. V., Vodnar, D. C., & Socaciu, C. (2016). Effects of solid-state fermentation with two filamentous fungi on the total phenolic contents, flavonoids, antioxidant activities and lipid fractions of plum fruit (*Prunus domestica* L.) by-products. *Food Chemistry*, 209(15), 27–36.
- Febrina, D., Nasution, N., & Siregar, A. P. (2019). Pengaruh fermentasi terhadap nilai nutrisi dedak padi menggunakan EM4. . *Jurnal Ilmu Ternak*, 19(1), 12–19.
- IBM. (2020). *SPSS Statistical software, Version 27*. . IBM.
- Irianingrum, R. (2009). *Kandungan Asam Fitat dan Kualitas Dedak Padi yang Disimpan dalam Keadaan Anaerob*. Laporan Penelitian Institut Pertanian Bogor.
- Isah, S., & Unakalamba, K. (2023). Solid State Fermentation Of Rice Bran: Nutritional Values And Functional Properties. . *International Journal of Novel Research in Physics Chemistry & Mathematics*, 10(3), 63–86.
- Islam, K. Md. S., Elsabagh, M., Lv, R., Dang, H. L., Sugino, T., & Obitsu, H. (2022). Anaerobic fermentation of rice bran using rumen liquor for desirable chemical changes as animal feed. . *J. Adv. Vet. Anim. Res*, 9(4), 728–735.
- Kadam, S. S., & Smithard, R. R. (1987). Effects of heat treatments on trypsin inhibitor and hemagglutinating activities in winged bean. *Plants Foods for Human Nutrition*, 37(2), 151–159.
- Manzoor, A., Pandey, V. K., Dar, A. H., Fayaz, U., Dash, K. K., Shams, R., Ahmad, S., Bashir, I., Fayaz J., Singh, P., Khan, S. S., & Ganaie, T. A. (2023). Rice bran: Nutritional, phytochemical, and pharmacological profile and its contribution to human health promotion. *Food Chemistry Advances*, 2, 100296.
- Maulana, F., Fajri, F., Febrina, B. P., Sandri, D., & Ryan Hidayat. (2024). Peningkatan Kualitas Nutrisi Dedak Padi dengan Fermentasi Menggunakan Inokulum Cairan Rumen Sapi Bali Jantan dengan Lama Fermentasi Berbeda. *Jurnal Peternakan*, 21(1), 308–317.

- McDonald, P., Henderson, A. R., & Heron, S. (1991). *The Biochemistry of Silage*; (1st ed.). Chalcombe Publications: .
- Mullik, M. L., Dato, T. O. D., Mulik, Y. M., & Oematan, G. (2024). Improving the Rumen Molar Proportion of Glucogenic Volatile Fatty Acids with the Inclusion of Siam Weed (*Chromolaena odorata*) Meal in Pelleted Diet of Fattened Cattle. . *Tropical Animal Science Journal*, *47*(1), 97–103.
- Myler, H. (2024). Mechanisms and Importance of Trypsin Inhibitors in Regulating Proteolysis and Digestive Balance. *Journa of Research Development*, *12*(4), 1000279.
- Nagler, M., Kozjek, K., Etemadi, M., Insam, H., & Podmirseg, S. M. (2019). Simple yet effective: Microbial and biotechnological benefits of rumen liquid addition to lignocellulose-degrading biogas plants. . *Journal of Biotechnology*, *20*, 1–10.
- Nemes, S. A., Fărcas, A. C., Ranga, F., Teleky, B., Călinoiu, L. F., Dulf, F. V., & Vodnar, D. C. (2024). Enhancing phenolic and lipid compound production in oat bran via acid pre-treatment and solid-state fermentation with *Aspergillus niger*. . *New Biotechnology*, *83*, 91–100.
- Oematan, G., Sutardi, T., Suryahadi, & Manalu, W. (1997). Stimulasi pertumbuhan sapi Holstein melalui amuniasi rumput dan suplementasi minyak jagung, analog hidroksi metionin, asam folat dan fenipropionat. . *Majalah Ilmiah Nutrisi Dan Makanan Ternak*, *1*, 35–43.
- Oliveira, Md. S., Feddern, V., Kupski, L., Cipolatti, E. P., Badiale-Furlong, E., & de Souza-Soares, L. A. (2011). Changes in lipid, fatty acids and phospholipids composition of whole rice bran after solid-state fungal fermentation. *Bioresource Technology*, *102*(17), 8335-8338.
- Raboy, V. (2020). Low phytic acid Crops: Observations Based on Four Decades of Research. . *Plants*, *9*(140), 1–27.
- Rooke, J. A., & Hatfield, R. D. (2003). *Biochemistry of Ensiling*. . Publications from USDA-ARS / UNL Faculty. 1399. Diakses 20/10/2025. .
- Sarkhel, S., & Roy, R. (2022). Phytic acid and its reduction in pulse matrix: Structure–function relationship owing to bioavailability enhancement of micronutrients. . *Journal of Food Process Engineering*, *48*(10), e14030.
- Silva, V. M., Putti, F. F., White, P. J., & dos Re, A. R. (2021). Phytic acid accumulation in plants: Biosynthesis pathway regulation and role in human diet. . *Plant Physiology and Biochemistry*, *164*, 132–146.
- Sukaryana, Y., Atmomarsono, U., Yuniyanto, V. D., & Supriyatna, E. (2011). Peningkatan Nilai Kecernaan Protein Kasar Dan Lemak Kasar Produk Fermentasi Campuran Bungkil Inti Sawit Dan Dedak Padi Pada Broiler. . *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan.*, *1*(3), 167–172.
- Tawfik, A., Eraky, M., Osman, A. I. , Ai, P., Zhou, Z., & Meng, F. (2023). Bioenergy production from chicken manure: a review. . *Environment Chemistry Letters*, *21*, 2707–2727.
- Ullah, H., Islam, K. M. S., Shuvo, A. A. S., Rahman, M. M., Alam, M. S., & Dickhöfer, U. (2021). Effects of feeding rumen liquor fermented rice bran on performance of broiler. . *Animal Nutrition and Feed Technology*, *21*(1), 177–186.
- Wang, J., Yang, B., Lu, S., Raja, I. H., Chen, X., & Zhang, S. (2025). Chemical composition, microbial community, and fermentation characteristic of sweet sorghum straw fermented with sheep rumen fluid by in vitro method. . *Bioresource Technology* , *438.*, 133214.
- Wang, S. (2025). Silage Preparation, Processing and Efficient Utilization. *Agriculture*, *15*(128), 1–5.
- Wang, Y., Zheng, W., Xu, B., & Yao, W. (2024). Comparison of rice bran characteristics fermented by mono- or di-strain probiotics based on omics technology Author links open overlay. *LWT*, *209* (October): , *209*, 116763.
- Xing, B. S., Han, Y., Wang, X. C., Wen, J., Cao, S., Zhang, K., Li, Q., & Yuan, H. (2020). Persistent action of cow rumen microorganisms in enhancing biodegradation of wheat straw by rumen fermentation. . *Science of The Total Environment*, *715*, 136529.