

Pengaruh Penambahan Bakteri Asam Laktat Jenis *Pediococcus pentosaceus* terhadap Kandungan Fosfor Dedak Padi

(The Effect of Adding Lactic Acid Bacteria Type *Pediococcus pentosaceus* on Phosphorus Content of Rice Bran)

Zaid Al Gifari^{1*}, Rina Andriati¹, Muhamad Ali¹, Khairil Anwar²

¹) Program Studi S1 Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

²) Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University, Nagoya City, Aichi, Japan

*) E-mail: zaidalgifari@staff.unram.ac.id

Diterima : 29 April 2025, Disetujui : 20 Juni 2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh fermentasi dengan bakteri asam laktat *Pediococcus pentosaceus* terhadap kandungan fosfor pada dedak padi. Bakteri ini merupakan probiotik yang diisolasi dari mikroflora usus hewan, dengan kemampuan kolonisasi tinggi karena kesesuaiannya dengan lingkungan asal. Penelitian difokuskan pada kemampuan isolat dalam memecah asam fitat yang terikat pada dedak, dengan indikator utama berupa peningkatan kadar fosfor. Hasil fermentasi menunjukkan viabilitas tertinggi pada suhu inkubasi 37 °C, dengan jumlah maksimum 240×10^8 CFU/g pada 12 jam, namun menurun setelahnya. Meskipun terdapat peningkatan kadar fosfor, hasilnya tidak signifikan secara statistik ($p > 0,05$) baik pada perlakuan dedak kering (P1) maupun dedak basah (P2). Peningkatan fosfor tertinggi terjadi pada suhu 44 °C ($0,91 \pm 0,004\%$; +25%) dan pada 37 °C ($0,87 \pm 0,002\%$; +19%). Ini menunjukkan bahwa suhu memengaruhi efektivitas fermentasi, namun kadar air dan waktu inkubasi dapat menjadi faktor pembatas. Secara keseluruhan, fermentasi dedak padi dengan *P. pentosaceus* belum menunjukkan peningkatan signifikan kadar fosfor.

Kata kunci: *Pediococcus Pentosaceus*, Dedak Padi, Fosfor, Fermentasi, Probiotik.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the effect of fermentation with lactic acid bacteria *Pediococcus pentosaceus* on phosphorus content in rice bran. This bacteria is a probiotic isolated from animal intestinal microflora, with high colonization ability due to its suitability to the original environment. The study focused on the ability of the isolate to break down phytic acid bound to the bran, with the main indicator being an increase in phosphorus levels. The fermentation results showed the highest viability at an incubation temperature of 37°C, with a maximum number of 240×10^8 CFU/g at 12 hours, but decreased thereafter. Although there was an increase in phosphorus levels, the results were not statistically significant ($p > 0.05$) in both dry bran (P1) and wet bran (P2) treatments. The highest increase in phosphorus occurred at a temperature of 44°C ($0.91 \pm 0.004\%$; +25%) and at 37°C ($0.87 \pm 0.002\%$; +19%). This suggests that temperature affects the effectiveness of fermentation, but water content and incubation time may be limiting factors. Overall, fermentation of rice bran with *P. pentosaceus* did not show a significant increase in phosphorus levels.

Keywords: *Pediococcus pentosaceus*, Rice bran, Phosphorus, Fermentation, Probiotics.

PENDAHULUAN

Permintaan terhadap protein hewani asal ternak terus mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, peningkatan pendapatan, dan kesadaran masyarakat akan pentingnya gizi seimbang. Hal ini membuka peluang besar dalam pengembangan sektor peternakan di masa depan. Namun demikian, salah satu tantangan utama yang dihadapi dalam budidaya ternak di Indonesia adalah tingginya biaya pakan, yang mencapai 60–70% dari total biaya produksi. Hal ini disebabkan oleh ketergantungan yang tinggi terhadap bahan baku pakan impor, yang berdampak pada ketahanan dan keberlanjutan sistem produksi nasional.

Potensi besar yang dimiliki Indonesia terletak pada ketersediaan bahan pakan lokal yang melimpah dan berpeluang dimanfaatkan secara berkelanjutan. Sumber bahan pakan ini mencakup tanaman, hewan, serta limbah dari sektor pertanian, peternakan, perkebunan, dan industri pengolahannya. Agar dapat digunakan sebagai pakan ternak, bahan pakan lokal tersebut perlu memenuhi sejumlah kriteria penting, seperti tidak bersaing dengan pangan manusia, mudah diakses, dan tersedia secara terus-menerus.

Kendala utama dalam pemanfaatan bahan lokal, terutama yang berasal dari biji-bijian, adalah tingginya kandungan serat dan adanya senyawa antinutrisi, seperti asam fitat (Gifari *et al.*, 2022). Asam fitat merupakan senyawa antinutrisi yang dapat mengganggu penyerapan nutrisi dalam saluran pencernaan ternak, terutama unggas, sehingga menurunkan nilai gizi bahan pakan dan berdampak negatif terhadap kesehatan serta

produktivitas ternak (Akanke *et al.*, 2010; Nuhriawangsa, 2012; Shamsir, 2009). Senyawa ini memiliki struktur molekul unik yang memungkinkan ikatan kuat dengan kation divalen seperti P, K, Ca^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , dan Zn^{2+} , serta dengan protein dan karbohidrat, sehingga menyebabkan mineral-mineral tersebut menjadi tidak tersedia bagi tubuh ternak (Kerovuo *et al.*, 2000; Selle *et al.*, 2006; Wang *et al.*, 2014; Bohn *et al.*, 2008).

Salah satu bahan pakan lokal yang kaya akan asam fitat adalah dedak padi (*Oryza sativa*). Dedak padi memiliki kandungan fosfor total sebesar 17,2 g/kg, namun hanya sekitar 2,8 g/kg yang dapat dicerna, karena sebagian besar fosfor terikat dalam bentuk fitat (Hidayat, 2017). Untuk meningkatkan nilai nutrisi dedak padi, salah satu strategi yang dapat dilakukan adalah melalui penambahan enzim fitase yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Enzim fitase (myo-inositol heksafosfat fosfohidrolase) tergolong dalam kelompok fosfatase yang mampu menghidrolisis asam fitat menjadi myo-inositol dan fosfat anorganik, sehingga meningkatkan bioavailabilitas fosfor dan mineral lainnya (Lamid *et al.*, 2014; Liu *et al.*, 2015; Sajidan *et al.*, 2015). Enzim yang diproduksi bakteri di dalam sel dan kemudian dikeluarkan ke luar sel melalui jalur khusus seperti Sec atau Tat yang berfungsi di luar sel untuk memecah substrat dan membantu bakteri menyerap nutrisi dari lingkungannya (Gifari *et al.*, 2024). Penggunaan fitase dalam ransum tidak hanya meningkatkan pencernaan mineral, tetapi juga dapat mengurangi biaya pakan melalui pengurangan kebutuhan suplementasi mineral fosfat anorganik (Sangadji, 2004).

Mikroorganisme penghasil enzim

fitase berpotensi dikembangkan sebagai probiotik, yakni mikroba hidup yang bersifat non-patogenik dan memberikan manfaat bagi inangnya (FAO/WHO, 2001). Probiotik mampu menyeimbangkan mikroflora usus, meningkatkan efisiensi pakan, memperbaiki sistem imun, serta mencegah kolonisasi bakteri patogen (Juffrie dan Helmyati, 2016; Aritonang *et al.*, 2017). Selain itu, probiotik dapat menghasilkan enzim ekstraseluler yang membantu proses pencernaan dan pemanfaatan nutrisi pakan (Zurmiati *et al.*, 2014; Karni, *et al.*, 2024).

Strategi peningkatan efisiensi pakan dapat dilakukan melalui pendekatan sinbiotik, yaitu kombinasi antara probiotik dan prebiotik dalam satu formula ransum. Kombinasi ini memungkinkan terciptanya sinergi dalam meningkatkan viabilitas dan aktivitas probiotik di dalam saluran pencernaan (Winarno, 2021). Eksplorasi dan isolasi mikroba lokal yang memiliki potensi sebagai probiotik dengan kemampuan menghasilkan enzim fitase menjadi langkah strategis dalam pengembangan sinbiotik berbasis bahan lokal (Gifari *et al.*, 2022; Jannah *et al.*, 2014).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menguji pengaruh penambahan bakteri asam laktat *Pediococcus pentosaceus* yang diisolasi dari saluran pencernaan hewan (Khairunnisah *et al.*, 2022) terhadap kandungan fosfor dedak padi. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan bakteri dalam memecah asam fitat dan meningkatkan bioavailabilitas fosfor melalui proses fermentasi.

METODE PENELITIAN

Materi Penelitian

Penelitian ini menggunakan

berbagai alat laboratorium untuk mendukung proses fermentasi dan analisis mikrobiologis serta kimiawi. Alat yang digunakan antara lain inkubator dengan pengaturan suhu 37 °C dan 44 °C untuk proses inkubasi, *laminar air flow* (LAF) untuk menjaga kondisi steril saat inokulasi, serta *autoklaf* untuk sterilisasi media dan alat. Selain itu, digunakan juga cawan Petri steril, *erlenmeyer*, tabung reaksi, pipet mikro dan pipet ukur, koloni counter untuk menghitung jumlah koloni bakteri, serta *spektrofotometer UV-Vis* untuk analisis kadar fosfor. Timbangan digital presisi digunakan untuk menimbang bahan, sedangkan hot plate dengan stirrer magnetik, pH meter, labu ukur, gelas ukur, dan beaker digunakan untuk persiapan dan pencampuran larutan. Peralatan tambahan meliputi alat pengenceran serial, botol steril, alat semprot (*sprayer*), kertas saring Whatman, serta alat pencatat suhu dan timer.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi isolat murni bakteri asam laktat *Pediococcus pentosaceus* yang telah diremajakan, dedak padi kering yang telah disterilkan, serta media pertumbuhan seperti MRS Broth untuk kultur bakteri dan PCA (*Plate Count Agar*) untuk penghitungan jumlah koloni. Aquades steril digunakan dalam proses penyemprotan media dedak, sementara larutan garam fisiologis 0,85% NaCl digunakan dalam proses pengenceran serial. Untuk analisis kandungan fosfor, digunakan larutan standar fosfor sebagai bahan dasar pembuatan kurva kalibrasi serta reagen kimia seperti *ammonium molybdate* dan *asam askorbat* sesuai dengan metode spektrofotometri yang digunakan. Standar *McFarland* 0,5 digunakan untuk penyesuaian kekeruhan suspensi bakteri,

dan etanol 70% digunakan untuk sterilisasi alat serta permukaan kerja.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan isolat bakteri asam laktat *Pediococcus pentosaceus* yang diremajakan dalam media MRS broth selama 24 jam pada suhu 37 °C sebagai starter kultur. Seluruh campuran dihomogenkan dan diinkubasi pada dua suhu berbeda, yaitu 37 °C dan 44 °C, selama 0 jam (kontrol), 24 jam, dan 72 jam. Fermentasi dilakukan pada media dedak padi kering steril dengan dua perlakuan utama:

- 1) Perlakuan 1 (P1): Dedak padi langsung diinokulasi dengan suspensi bakteri (standar McFarland 0,5) sebanyak 5 mL per 5 g dedak.
- 2) Perlakuan 2 (P2): Dedak padi terlebih dahulu disemprot dengan aquades steril, kemudian diinokulasi dengan suspensi bakteri sebanyak 10 mL per 10 g dedak.

Pengujian Viabilitas Bakteri

Viabilitas bakteri dihitung menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC). Sebanyak 1 gram sampel dari tiap perlakuan diencerkan secara serial dalam 9 mL larutan garam fisiologis hingga pengenceran 10^{-8} . Sebanyak 1 mL dari tiga pengenceran tertinggi dituang ke dalam cawan Petri steril dan ditambahkan 15 mL media PCA (*Plate Count Agar*) steril menggunakan metode *pour plate*. Setelah media memadat, cawan diinkubasi secara anaerob pada suhu 37 °C selama 12, 24, dan 72 jam. Jumlah koloni dihitung menggunakan colony counter dan dinyatakan sebagai CFU/gram.

Pengujian Kandungan Fosfor

Setelah proses inkubasi pada masing-masing suhu dan waktu, sampel

dedak padi diuji untuk mengetahui kandungan fosfor totalnya. Pengukuran dilakukan menggunakan metode spektrofotometri dengan pendekatan kurva kalibrasi. Nilai absorbansi hasil pembacaan alat dikonversikan ke dalam konsentrasi (PPM) fosfor melalui persamaan garis regresi kurva kalibrasi: $y = 19.473x - 0.0023$. $R^2 = 0.9987$. Kemudian PPM kurva dapat dihitung dengan rumus $= 19.47 \times \text{absorbansi} - 0.002$. Hasil perhitungan tersebut kemudian digunakan untuk menghitung persentase fosfor.

$$= \frac{\text{PPM kurva} \times \frac{100}{0.25} \times \text{Faktor koreksi}}{10000}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Viabilitas *Pediococcus pentosaceus* pada Media Dedak Padi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat bakteri asam laktat *Pediococcus pentosaceus* mampu bertahan hidup hingga 72 jam masa inkubasi pada media dedak padi, baik pada suhu 37 °C maupun 44 °C. Hal ini mengindikasikan bahwa dedak padi menyediakan sumber nutrisi yang memadai untuk mempertahankan viabilitas bakteri selama fermentasi berlangsung. Menurut Klingberg dan Budde (2006), jumlah sel bakteri asam laktat yang dibutuhkan agar memberikan efek positif terhadap kesehatan inang minimal berada pada kisaran 10^6 – 10^8 CFU/mL. Dalam penelitian ini, jumlah koloni tertinggi tercatat pada suhu inkubasi 37 °C setelah 12 jam inkubasi, yaitu sebesar 240×10^8 CFU/g. Namun, jumlah tersebut mengalami penurunan setelah 24 jam (118×10^8 CFU/g) dan terus menurun hingga 72 jam (98×10^8 CFU/g).

Penurunan jumlah koloni bakteri setelah waktu fermentasi yang lebih lama diduga akibat berkurangnya nutrisi dalam

media, yang menyebabkan aktivitas metabolik bakteri menurun. Fenomena ini sesuai dengan pendapat Waluyo dan Lud (2018) bahwa mikroorganisme, seperti makhluk hidup lainnya, memerlukan nutrisi sebagai sumber energi dan untuk mempertahankan pertumbuhan selnya. Saat nutrisi habis, bakteri memasuki fase stasioner dan selanjutnya fase kematian. Selain itu, pH media fermentasi yang semakin menurun seiring waktu akibat produksi asam organik oleh bakteri juga mempengaruhi viabilitasnya (Nurosid, 2008).

Suhu fermentasi memainkan peran penting dalam menentukan viabilitas bakteri. Penelitian ini menunjukkan bahwa suhu 37 °C merupakan suhu optimal bagi *P. pentosaceus*, sejalan dengan temuan Fauziah *et al.* (2011) yang menyebutkan bahwa fase eksponensial pertumbuhan bakteri terjadi pada kisaran jam ke-8 hingga ke-10, dan suhu inkubasi 37 °C mendukung aktivitas metabolisme maksimum. Sebaliknya, pada suhu 44 °C, viabilitas bakteri cenderung lebih rendah, diduga akibat mulai menurunnya stabilitas enzim dan terjadinya konformasi destruktif pada struktur enzim seperti yang dilaporkan oleh Yuanita *et al.* (2010).

Dedak padi terbukti sebagai media fermentasi yang layak karena mengandung unsur hara (C, H, O, dan N) yang dibutuhkan oleh bakteri untuk tumbuh dan mempertahankan hidupnya (Dwidjoseputro, 2005). Meskipun begitu, seperti yang ditemukan pada penelitian Wibawa *et al.* (2015) dan Urbaya (2018), pertumbuhan maksimum bakteri probiotik juga dipengaruhi oleh formulasi media, termasuk kombinasi substrat dan sumber energi tambahan seperti molases.

Kandungan Fosfor pada Dedak Padi Terfermentasi

Penambahan isolat *Pediococcus pentosaceus* pada dedak padi juga menunjukkan adanya peningkatan kandungan fosfor, meskipun tidak signifikan secara statistik ($p > 0,05$). Pada perlakuan 1 (P1), peningkatan kadar fosfor tercatat sebesar 19% ($0,87 \pm 0,002\%$) pada suhu inkubasi 37 °C dan sebesar 25% ($0,91 \pm 0,004\%$) pada suhu 44 °C setelah 72 jam fermentasi. Hal ini menunjukkan adanya aktivitas fitolitik dari *P. pentosaceus*, meskipun pengaruh suhu lebih tinggi tidak sepenuhnya mendukung viabilitas bakteri, namun dapat meningkatkan pelepasan fosfor dalam bentuk terlarut.

Pada perlakuan 2 (P2), peningkatan fosfor terjadi setelah 24 jam fermentasi, yaitu sebesar 14% pada suhu 37 °C dan 17% pada suhu 44 °C. Namun, hasil ini tetap tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik antara suhu dan waktu fermentasi. Peningkatan kandungan fosfor ini diduga disebabkan oleh aktivitas enzim fitase yang dihasilkan oleh bakteri, yang mampu menghidrolisis asam fitat menjadi inositol dan fosfat anorganik (Lamid *et al.*, 2014; Sajidan *et al.*, 2015).

Kandungan air dalam substrat juga menjadi faktor penting yang memengaruhi efisiensi fermentasi. Kelebihan kadar air pada dedak menyebabkan berkurangnya aerasi dan berpotensi menyebabkan pembusukan. Menurut Haddadin *et al.* (2009), kadar air ideal untuk fermentasi padat berada di kisaran 25–30%. Bila kadar air melebihi 35%, seperti yang mungkin terjadi pada perlakuan P2, maka pertumbuhan mikroba dan aktivitas enzim bisa terganggu karena penurunan oksigen dalam substrat. Hal ini dapat menjelaskan

mengapa peningkatan fosfor pada P2 lebih rendah dibandingkan P1, walaupun suhu inkubasi sudah optimal.

Secara keseluruhan, hasil ini sejalan dengan temuan Sinurat *et al.* (1997), yang menunjukkan bahwa meskipun tidak signifikan secara statistik, fermentasi dapat meningkatkan kandungan fosfor bahan pakan, seperti pada kasus bungkil kelapa yang mengalami peningkatan dari 0,71% menjadi 0,90%. Oleh karena itu, meskipun tidak signifikan, penggunaan *P. pentosaceus* tetap memberikan tren positif terhadap peningkatan bioavailabilitas fosfor dalam dedak padi.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa *Pediococcus pentosaceus* memiliki viabilitas tinggi pada dedak padi hingga 72 jam inkubasi, dengan suhu optimal 37 °C. Dedak padi terbukti mendukung pertumbuhan bakteri, meskipun penurunan koloni terjadi setelah 24 jam akibat penurunan nutrisi dan akumulasi asam organik. Fermentasi juga meningkatkan kadar fosfor, terutama pada suhu 44 °C, meski peningkatannya tidak signifikan secara statistik. Aktivitas enzim fitase dan kadar air substrat berperan dalam efektivitas fermentasi. Secara umum, *P. pentosaceus* berpotensi meningkatkan ketersediaan fosfor, namun dibutuhkan optimalisasi lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Akande, Akubakar, Adegbola, Bogoro, and Doma. (2010). Chemical (*Cajanus cajan*). *Int. J. of Poultry Science*, 9,(1).
- Aritonang, S. N., Roza, E., Rossi, E., Purwati, E., and Husmaini, H. (2017). Isolation and Identification

of Lactic Acid Bacteria from Okara and Evaluation of Their Potential as Candidate Probiotics. *Pakistan J. Nutri*, 16, 618-628.

- Bohn, L., Meyer, A. S., and Rasmussen, S. K. (2008). Phytate: Impact on Environment and Human Nutrition A Challenge for Molecular Breeding. *J Zhejiang Univ Sci B*, 9, 165-191.

Dwidjoseputro, D. (2005). *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Djambatan.

- Fauziah, R. N., Sari, N. A., and Nurbaety, A. T. (2011). *Pengaruh Suhu dan Salinitas terhadap Viabilitas Bakteri Aeromonas hydrophila dan Bacillus sp.* Departemen Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.

- Gifari, Z. A., Agistna, I., Anwar, K., Rosyidi, A., Ali, M., and Amin, M. (2022). Cultivation of Phytase-Producing Bacteria as Probiotic Candidate on Molasses and Tempe-Processing Waste. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1036,(1), 012048.

<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1036/1/012048>

- Gifari, Z. A., Anwar, K., Rosyidi, A., Ali, M., and Amin, M. (2022). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Penghasil Enzim Fitase Sebagai Kandidat Probiotik Untuk Ternak Unggas. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7,(6), 2541-0849.

- Gifari, Z. A., Khairunnisah, Bagis, F. A. Z., Andriani, F., Anwar, K., Suryadi, M. A. F., Alimuddin, Amin, M., Rosyidi, A., Wariata, I. W., Sriasih, M., and Ali, M. (2024). Comparison of Extracellularase-producing Bacillus Isolated from the Digestive Tract of Muscovy Ducks (*Cairina Moschata*) and Native Chicken (*Gallus Gallus Domesticus*) as Probiotic Candidates for Poultry. in *Proceedings of the 5th International Conference on Environmentally Sustainable Animal*

- Industry (ICESAI 2024), Advances in Biological Sciences Research 45.* https://doi.org/10.2991/978-94-6463-670-3_36
- Haddadin, M. S. Y., Haddadin, J., Arabiyat, O. I., and Hattar, B. (2009). Biological conversion of olive pomace into compost by using *Trichoderma harzianum* and *Phanerochaete chrysosporium*. *Bioresour. Technol.*, 100, 4773–4782.
- Hidayat, C. (2017). Utilization of Phytase to Overcome Phytic Acid in Broiler Die. *Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, 26,(2), 057.
- Jannah, A. M., Legowo, A. M., Pramono, Y. B., Al-Baarri, A. N., dan Abduh, S. B. M. (2014). Total Bakteri Asam Laktat, pH, Keasaman, Citarasa dan Kesukaan Yogurt Drink dengan Penambahan Ekstrak Buah Belimbing. *J. Aplikasi Teknologi Pangan*, 3,(2), 7-11.
- Juffrie, S., dan Helmyati. (2016). *Sinbiotik Evolusi Kesehatan Melalui Saluran Cerna*. Gadjah Mada University Press.
- Karni, I., Nalurita, I., Pravitri, K. G., Naufali, M. N., dan Meikapasa, N. W. P. (2024). Analisis Struktur Genetik dan Filogenetik Bakteri *Lactobacillus Plantarum* yang Diisolasi dari Produk Pangan. *Food Scientia: Journal of Food Science and Technology*, 4,(1), 72–86
- Kerovuo, J., Weymarn, N. V., Poveleinen, M., Auer, S., dan Miasnikov, A. (2000). A New Efficient Expression System for *Bacillus* and its Application to Production of Recombinant phytase. *Biotechnol. Lett.*, 22, 1311–1317.
- Khairunnisah, Bagis, F. A. Z., Andriani, F., Anwar, K., Al Gifari, Z., Rosyidi, A., dan Ali, M. (2022). Isolasi, Identifikasi, Dan Karakterisasi *Pediococcus spp.* Dan *Lactobacillus spp.* Dari Saluran Pencernaan Entok (*Cairina Moschata*) Sebagai Kandidat Probiotik Unggas. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7,(12), 2541-0849.
- Klinberg, T. D., and Budde, B. B. (2006). The Survival and Persistence in The Human Gastrointestinal Tract of Five Potential Probiotic Lactobacilli Consumed as Freeze-Dried Cultures or as probiotic sausage. *International Journal of Food Microbiology*, 109,(1-2), 157-9.
- Lamid, M., Puspaningsih, N. N. T., & Asmarani, O. (2014). Potential of Phytase Enzymes as Biocatalyst for Improved Nutritional Value of Rice Bran for Broiler Feed. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, 4,(3), 377-380.
- Liu, S. Y., Boldb, R. M., Plumsteadb, P. W., and Selle, P. H. (2015). Effects of 500 and 1000 FTU/kg Phytase Supplementation of Maize-Based Diets with Two Tiers of Nutrient Specifications on Performance of Broiler Chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 207, 159-167.
- Nuhriawangsa, P. M. (2012). *Production of Phytase Powder Results Rebinan and Its Application to Improve Feed Quality and Performance of Broiler Chickens*. (Disertasi). UGM. Yogyakarta.
- Nurosid, O., Lestari, dan Puji. (2008). *Kemampuan Azospirillum sp. JG3 dalam Menghasilkan Lipase pada Medium Campuran Dedak dan Onggok dengan Waktu Inkubasi berbeda*. Universitas Soedirman. Purwokerto.
- Sajidan, R., Wulandari, E. N., Sari, A. N., Ratriyanto, A., Weldekiros, H., and Greiner, R. (2015). Phytase-producing bacteria from extreme regions in Indonesia. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 58,(5), 711-717.
- Sangadji, I. (2004). *Enzim Fitase dan Peranannya dalam Memecah Ikatan Asam Fitat pada Pakan*. Makalah

- Pengantar Falsafah Sains, Program Pasca Sarjana ITB.
- Selle, P. H., Ravindran, V., Cadwell, R. A., and Bryden, W. L. (2006). Phytate and Phytase: consequences for protein utilization. *Nutrition Reviews*, 255-278.
- Shamsir, E. (2009). *Phytic Acid*. Diakses dari <http://ilmupangan.blogspot.com/2009/11/asam-fitat.html>.
- Sinurat, A. P., Setiadi, P., Purwadaria, T., Dharma, J., dan Haryati, T. (1997). Tingkat penggunaan bungkil kelapa fermentasi dan non fermentasi pada ransum itik petelur. Dalam *Kumpulan Hasil-hasil Penelitian APBN Tahun Anggaran 1994/1995*. Balai Penelitian Ternak Ciawi. Bogor.
- Urbaya, L. N. (2017). *Pengaruh Konsentrasi Lactobacillus plantarum terhadap Mutu Tepung Gadung (Discorhiza esculenta)*. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri. Universitas Mataram.
- Waluyo, L. (2018). *Mikrobiologi umum*. UMM Press.
- Wang, L., Yang, Y., Cai, B., Cao, P., Yang, M., and Chen, Y. (2014). Coexpression and Secretion of Endoglucanase and Phytase Genes in *Lactobacillus reuteri*. *Intj. Mol. Sci.*, 15, 12842-12860.
- Wibawa, A. A. P., Wirawan, I. W., dan Partama, I. B. G. (2015). Peningkatan Nilai Nutrisi Dedak Padi Sebagai Pakan Itik Melalui Biofermentasi Dengan Khamir. *Majalah Ilmiah Peternakan*, 18,(1), 11-16.
- Winarno, F. G. (2021). *Pangan Pelancar Aliran Darah dan Diet alkali*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Yunita, M., Hedrawan, Y., dan Yulianingsih, R. (2015). Analisis Kuantitatif Mikrobiologi Pada Makanan Penerbangan (Aerofood ACS) Garuda Indonesia berdasarkan TPC (Total Plate Count) dengan Metode Pour Plate. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 3,(3), 237-248.
- Zurmiati, Mahata, M. E., Abbas, M. H., dan Wizna. (2014). Aplikasi Probiotik untuk Ternak Itik. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 16,(2), 134-144.