

**PENGARUH JENIS KEMASAN PROBIOTIK *Lactobacillus salivarius*
TERENKAPSULASI ARABINOXYLAN TERHADAP CEMARAN
Salmonella sp., *Staphylococcus aureus*, DAN *Escherichia coli***

SKRIPSI



Oleh:
MUHAMMAD USAMAH PRAWIRA YUDA
NPM. 222.01.04.1030

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2026**

RINGKASAN

MUHAMMAD USAMAH PRAWIRA YUDA. Pengaruh jenis kemasan probiotik (*Lactobacillus salivarius*) terenkapsulasi arabinoxylan terhadap cemaran bakteri patogen (*Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, dan *Escherichia coli*) (Dibimbing oleh **Dr. Ir. Umi Kalsum, M.P.** sebagai dosen Pembimbing Utama dan **Dr. drh. Nurul Humaidah, M.Kes.** sebagai Pembimbing Anggota)

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebijakan pelarangan penggunaan Antibiotic Growth Promoter (AGP) pada pakan unggas yang memicu risiko peningkatan infeksi bakteri patogen. Sebagai alternatif, probiotik *Lactobacillus salivarius* digunakan dan dienkapsulasi menggunakan matriks arabinoxylan untuk mempertahankan viabilitas bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh berbagai jenis kemasan terhadap cemaran bakteri patogen (*Salmonella sp.*, *Escherichia coli*, dan *Staphylococcus aureus*) pada produk probiotik terenkapsulasi tersebut, serta menentukan material kemasan yang paling efektif.

Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan jenis kemasan meliputi kontrol tanpa kemasan (P0), kemasan alumunium foil (P1), kemasan kardus (P2), dan kombinasi kardus dengan alumunium foil (P3). Sampel disimpan pada suhu ruang selama 30 hari. Parameter yang diukur adalah total koloni bakteri patogen menggunakan metode hitung cawan (Total Plate Count). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) dan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) apabila terdapat perbedaan yang nyata.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan jenis kemasan memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap jumlah cemaran *Escherichia coli*, namun tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap cemaran *Salmonella sp.* dan *Staphylococcus aureus*. Kemasan alumunium foil (P1) terbukti menjadi perlakuan terbaik dalam menekan pertumbuhan *E. coli* dibandingkan kemasan kardus dan kombinasinya karena memiliki sifat hermetis yang sangat baik dalam menahan laju permeabilitas uap air dan oksigen. Tidak adanya perbedaan nyata pada populasi *Salmonella sp.* disebabkan oleh efek pembatas dari kondisi pH produk yang secara alami bersifat asam, sedangkan tingginya ketahanan *S. aureus* dipengaruhi oleh struktur dinding sel peptidoglikan yang tebal sehingga lebih resisten terhadap kondisi lingkungan ekstrem. Kesimpulannya, kemasan alumunium foil merupakan pilihan paling efektif untuk menjaga kualitas keamanan probiotik *Lactobacillus salivarius* terenkapsulasi arabinoxylan dari cemaran *E. coli*.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor peternakan memegang peranan vital dalam pemenuhan kebutuhan protein hewani nasional yang terus meningkat seiring pertambahan jumlah penduduk. Namun, tantangan besar muncul seiring dengan dilarangnya penggunaan *Antibiotic Growth Promoter* (AGP) dalam pakan ternak. Pemerintah Indonesia melalui Peraturan Menteri Pertanian No. 14 Tahun 2017 tentang Klasifikasi Obat Hewan secara tegas melarang penggunaan antibiotik imbuhan pakan karena residunya dapat memicu resistensi antimikroba (*Antimicrobial Resistance/AMR*) yang berbahaya bagi kesehatan manusia (Kementerian Pertanian, 2017). Pelarangan ini berdampak signifikan bagi peternak, di mana terjadi penurunan performa produksi dan peningkatan angka kematian ternak akibat infeksi bakteri patogen seperti *Salmonella*., *Escherichia coli*, dan *Staphylococcus aureus*. Penurunan produktivitas ini tentu mengancam ketersediaan pasokan daging ayam yang aman dan berkualitas bagi masyarakat (Widiastuti dkk., 2019). Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengganti AGP yang aman namun tetap efektif dalam menjaga kesehatan saluran cerna ternak.

Tingginya kasus infeksi pada ternak unggas pasca pelarangan AGP umumnya didominasi oleh bakteri patogen enterik yang merugikan, khususnya *Salmonella*., *Escherichia coli*, dan *Staphylococcus aureus*. *Salmonella* sp. merupakan agen penyebab salmonellosis yang tidak hanya menurunkan produktivitas ayam melalui gangguan pencernaan akut, tetapi juga bersifat zoonosis yang dapat menular ke manusia melalui produk pangan asal hewan. Mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 7388:2009 tentang Batas Maksimum Cemarkan Mikroba dalam Pangan, keberadaan *Salmonella* sp. harus negatif per 25 gram sampel karena

risikonya yang fatal terhadap kesehatan masyarakat. Selain itu, *Escherichia coli* yang berperan sebagai indikator sanitasi juga menjadi penyebab utama kolibasilosis pada unggas yang memicu diare profus dan kematian (Liu *et al.*, 2022), dengan batas maksimum cemaran yang diperbolehkan menurut SNI adalah $< 3 \times 10^1$ CFU/g (Badan Standardisasi Nasional, 2009). Di sisi lain, *Staphylococcus aureus* seringkali menginfeksi jaringan kulit dan sendi (seperti *bumblefoot*) (Ola dkk., 2025) serta mampu memproduksi enterotoksin tahan panas yang menyebabkan keracunan makanan pada manusia (Grispoldi *et al.*, 2021; Juandini dkk., 2021), di mana batas cemaran maksimumnya ditetapkan sebesar 1×10^2 CFU/g (Badan Standardisasi Nasional, 2009). Oleh karena itu, pengendalian ketiga jenis bakteri ini menjadi indikator krusial dalam mengevaluasi efektivitas suatu produk probiotik maupun teknologi pengemasannya.

Salah satu alternatif yang paling potensial untuk menggantikan fungsi AGP adalah penggunaan probiotik. Probiotik merupakan mikroorganisme hidup yang apabila diberikan dalam jumlah yang cukup dapat memberikan manfaat kesehatan pada inangnya dengan cara menyeimbangkan mikroflora usus dan menekan pertumbuhan bakteri patogen (Adriani dkk., 2020). Salah satu jenis bakteri asam laktat yang potensial adalah *Lactobacillus salivarius* karena kemampuannya memproduksi bakteriosin dan asam organik yang kuat. Namun, aplikasi probiotik dalam bentuk cair atau sel bebas (*free cell*) memiliki kelemahan mendasar, yaitu rendahnya viabilitas atau daya hidup selama proses penyimpanan dan saat diaplikasikan. Bakteri probiotik sangat sensitif terhadap kondisi lingkungan ekstrem seperti suhu panas, kelembaban, serta kondisi asam lambung dan garam empedu saat masuk ke dalam sistem pencernaan ternak (Putri dkk., 2021). Ketidakstabilan ini menyebabkan jumlah bakteri

yang mencapai usus seringkali berada di bawah standar efektif untuk memberikan dampak positif.

Untuk mengatasi kelemahan tersebut, metode enkapsulasi menjadi solusi yang efektif. Enkapsulasi adalah teknik penyalutan atau pengemasan probiotik menggunakan bahan penyalut tertentu untuk melindunginya dari pengaruh lingkungan luar yang merugikan (Yulistiani *et al.*, 2018). Teknologi ini bertujuan untuk mempertahankan viabilitas bakteri selama penyimpanan, melindungi dari degradasi akibat asam lambung, serta memungkinkan pelepasan terkendali di dalam usus halus. Keberhasilan metode enkapsulasi sangat bergantung pada jenis bahan penyalut yang digunakan. Umumnya, bahan penyalut yang sering digunakan berasal dari golongan polisakarida seperti alginat, karaginan, gum arab, atau pati, namun penggunaan bahan-bahan tersebut seringkali terkendala oleh biaya yang relatif mahal atau ketersediaannya yang berkompetisi dengan bahan pangan manusia.

Oleh karena itu, eksplorasi bahan penyalut alternatif dari limbah pertanian menjadi pendekatan yang menarik, salah satunya adalah arabinoxylan. Arabinoxylan merupakan polisakarida non-pati yang banyak ditemukan pada dinding sel tanaman sereal dan limbah pertanian seperti dedak gandum, kulit jagung, atau ampas tebu (bagasse) (Mendis *et al.*, 2016). Penggunaan arabinoxylan sebagai bahan penyalut memiliki keunggulan ganda. Selain berfungsi sebagai matriks pelindung fisik yang kuat bagi probiotik, arabinoxylan juga bersifat sebagai prebiotik yang tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan unggas tetapi dapat difermentasi oleh bakteri probiotik di usus besar (Rao *et al.*, 2016). Kombinasi probiotik *Lactobacillus salivarius* dengan matriks arabinoxylan ini berpotensi membentuk sistem sinbiotik yang tidak hanya melindungi bakteri selama penyimpanan dan transit pencernaan, tetapi juga menyediakan nutrisi awal bagi bakteri tersebut untuk berkembang biak, sehingga

diharapkan mampu lebih efektif dalam menekan cemaran bakteri patogen dibandingkan probiotik konvensional. Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas kemasan probiotik terenkapsulasi arabinoxylan terhadap cemaran bakteri patogen.

Meskipun teknik enkapsulasi dengan menggunakan arabinoxylan mampu memberikan perlindungan fisik dan nutrisi awal (prebiotik) bagi *Lactobacillus salivarius*, viabilitas probiotik dan risiko kontaminasi patogen selama masa penyimpanan juga sangat bergantung pada sistem pengemasan (kemasan sekunder) yang digunakan. Kemasan berfungsi sebagai penghalang (barrier) utama terhadap faktor eksternal lingkungan seperti fluktuasi kelembaban, oksigen, dan suhu ruang yang dapat memicu kerusakan produk serta memfasilitasi pertumbuhan bakteri kontaminan (Miskiyah & Broto, 2011). Permeabilitas kemasan terhadap uap air dan gas akan sangat menentukan stabilitas mikroklimat di dalam produk selama masa simpan.

Tingkat efektivitas perlindungan ini sangat bergantung pada karakteristik material pengemas. Sebagai contoh, kemasan fleksibel seperti aluminium foil memiliki sifat kedap udara dan kelembaban (hermetis) yang sangat baik untuk meminimalisir paparan oksigen (da Cruz *et al.*, 2007). Di sisi lain, kemasan seperti kardus memiliki sifat porus dan higroskopis yang cenderung mudah menyerap kelembaban dari lingkungan sekitarnya. Perbedaan karakteristik material kemasan ini diproyeksikan akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap aktivitas air (A_w) produk serbuk probiotik, yang pada gilirannya dapat memengaruhi tingkat cemaran bakteri patogen indikator seperti *Salmonella sp.*, *Escherichia coli*, dan *Staphylococcus aureus* (Susanti dkk., 2007). Oleh karena itu, evaluasi terhadap berbagai jenis kemasan (seperti tanpa kemasan, aluminium foil, kardus, dan kombinasinya) sangat krusial untuk menentukan material pengemas mana yang paling efektif dalam

menekan cemaran patogen dan mempertahankan kualitas produk probiotik terenkapsulasi ini sebelum diaplikasikan pada pakan ternak.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh jenis kemasan probiotik *Lactobacillus salivarius* terenkapsulasi arabinoxylan terhadap jumlah *Salmonella* sp.?
2. Bagaimana pengaruh jenis kemasan probiotik *Lactobacillus salivarius* terenkapsulasi arabinoxylan terhadap jumlah *E.coli*?
3. Bagaimana pengaruh jenis kemasan probiotik *Lactobacillus salivarius* terenkapsulasi arabinoxylan terhadap jumlah *Staphylococcus aureus*?
4. Jenis kemasan manakah yang paling efektif dalam menjaga probiotik *Lactobacillus salivarius* terenkapsulasi arabinoxylan terhadap cemaran *Salmonella* sp., *S.aureus* dan *E.coli*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk :

Mengetahui pengaruh jenis kemasan probiotik *Lactobacillus salivarius* terenkapsulasi arabinoxylan terhadap cemaran *Salmonella* sp.

Mengetahui pengaruh jenis kemasan probiotik *Lactobacillus salivarius* terenkapsulasi arabinoxylan terhadap cemaran *E.coli*.

Mengetahui pengaruh jenis kemasan probiotik *Lactobacillus salivarius* terenkapsulasi arabinoxylan terhadap cemaran *Staphylococcus aureus*.

Menentukan jenis kemasan yang paling efektif dalam menjaga probiotik *Lactobacillus salivarius* terenkapsulasi arabinoxylan terhadap cemaran *Salmonella* sp., *S.aureus* dan *E.coli*..

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian ini adalah:

Memberikan informasi mengenai pengaruh jenis kemasan terhadap viabilitas probiotik *Lactobacillus salivarius* yang dienkapsulasi dengan arabinoxylan, sehingga dapat dipertimbangkan dalam pengembangan produk probiotik dengan kualitas yang lebih baik.

Menghasilkan data ilmiah mengenai efektivitas berbagai jenis kemasan dalam menjaga probiotik *Lactobacillus salivarius* terhadap *Salmonella* sp., *S.aureus* dan *E.coli*, sehingga dapat digunakan sebagai acuan bagi industri pakan atau peternak dalam memilih kemasan yang tepat.

Menciptakan dasar pengetahuan untuk meningkatkan kualitas produk probiotik dengan metode enkapsulasi arabinoxylan yang dikemas secara optimal, agar daya simpan lebih panjang, stabilitas bakteri tetap terjaga, dan efektivitas probiotik pada ternak unggas tetap tinggi.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah

Perbedaan jenis kemasan probiotik *Lactobacillus salivarius* terenkapsulasi arabinoxylan akan memberikan pengaruh terhadap jumlah cemaran *Salmonella* sp., *Escherichia coli*, dan *Staphylococcus aureus* selama penyimpanan.

Terdapat salah satu jenis kemasan yang terbaik dalam menjaga probiotik *Lactobacillus salivarius* terenkapsulasi Arabinoxylan terhadap *Salmonella* sp., *S.aureus* dan *E.coli*.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Perlakuan jenis kemasan memberikan pengaruh terhadap jumlah cemaran *Escherichia coli*, namun tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah cemaran *Salmonella sp.* dan *Staphylococcus aureus* pada produk probiotik *Lactobacillus salivarius* terenkapsulasi arabinoxylan.
2. Penggunaan kemasan alumunium foil terbukti menjadi jenis kemasan yang paling efektif karena mampu mempertahankan tingkat cemaran *Escherichia coli* terendah dibandingkan dengan penggunaan kemasan kardus maupun kombinasi keduanya.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan adalah:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan durasi masa penyimpanan produk lebih dari 30 hari untuk mengetahui batas maksimal efektivitas kemasan.
2. Perlu dilakukan pengujian lanjutan mengenai tingkat viabilitas (daya hidup) bakteri probiotik utama (*Lactobacillus salivarius*). Pengujian ini penting guna memastikan bahwa rendahnya cemaran patogen murni karena ketahanan probiotik, bukan sekadar efek kekeringan (desikasi) yang juga berisiko mematikan bakteri probiotiknya.
3. Perlu penggunaan metode *sealing* pada jenis kemasan alumunium foil agar sifat hermetis alumunium foil lebih maksimal dalam mempengaruhi kualitas produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, N.S. dan A.K. Wardani. 2019. Mikroenkapsulasi Probiotik *Lactobacillus plantarum* Menggunakan Enkapsulan Maltodekstrin Yang Dikombinasikan Dengan Gum Arab Dan CMC: Kajian Pustaka. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Adriani, L., D. Latipudin dan S. Indrayati. 2020. Potensi Probiotik *Lactobacillus sp.* Asal Limbah Sayuran Terfermentasi Sebagai Imbuhan Pakan Unggas. Jurnal Ilmu Ternak. 20 (1): 1-8.
- Alvarez-Ordóñez, A., M. Prieto, A. Bernardo, C. Hill dan M. López. 2011. The acid tolerance response of *Salmonella spp.*: an adaptive strategy to survive in stressful environments prevailing in foods and the host. Food Research International. 44 (4): 915-923.
- Ambodo, T.D., U. Kalsum dan B. Muwakhid. 2019. Studi Potensi Fitobiotik *Vernonia amygdalina* dan Probiotik *Lactobacillus fermentum* Sebagai Penghambat Pertumbuhan Bakteri *Salmonella sp.* Jurnal Rekasatwa Peternakan. 1 (1): 122-129.
- Amirullah. 2020. Pengaruh Pemberian Probiotik terhadap Organ Dalam pada Broiler. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin. Makassar.
- Ayuti, S.R., N. Nurliana dan S. Sugito. 2023. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Gram Positif *Staphylococcus aureus* pada Peternakan Sapi. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner. 7 (1): 1-8.
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. SNI 7388:2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Mikroba dalam Pangan. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Bajagai, Y.S., A.V. Klieve, P.J. Dart dan W.L. Bryden. 2016. Probiotics in animal nutrition: Production, impact and regulation. FAO Animal Production and Health Paper No. 179. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- Bamigbade, G.B., A.J. Subhash, A. Kamal-Eldin, L. Nystrom dan M. Ayyash. 2022. An Updated Review on Prebiotics: Insights on Potentials and Mechanisms. Frontiers in Nutrition. 9: 1000517.
- Budiarti, E., U. Ali dan U. Kalsum. 2020. Pengaruh Suhu dan Lama Pengovenan pada Enkapsulasi *Lactobacillus salivarius* Terhadap Kadar Bahan Kering dan Jumlah Bakteri Asam Laktat. Jurnal Dinamika Rekasatwa. 3 (2): 7-12.
- Carvajal-Millan, E., S. Guilbert, M.H. Morel dan V. Micard. 2005. Impact of the structure of arabinoxylan gels on their rheological and protein transport properties. Carbohydrate Polymers. 60 (4): 431-438.

- Cerón-Córdoba, J., J.C. Bolaños-Bolaños dan H. Jurado-Gámez. 2024. Response of microencapsulated *Lactobacillus casei* to in-vitro conditions that simulate the gastrointestinal environment and inhibitory potential on *Staphylococcus aureus*. *Revista Médicas UIS*. 37 (2): 1-9.
- Courtin, C.M. dan J.A. Delcour. 2002. Arabinoxylans and arabinoxylan-degrading enzymes in wheat flour bread-making. *Journal of Cereal Science*. 35 (3): 225-243.
- da Cruz, A.G., J.A.F. Faria dan A.G.F. Van Dender. 2007. Packaging system and probiotic dairy foods. *Food Research International*. 40: 951-956.
- Deehan, E.C., S.A. Antwan, E.S. Witwer, P. Guerra, T. John dan L. Monheit. 2024. Revisiting the Concepts of Prebiotic and Prebiotic Effect in Light of Scientific and Regulatory Progress- A Consensus Paper From the Global Prebiotic Association. *Advances in Nutrition*. 15 (12): 100329.
- Diarlin, S.O., T. Ardyati dan O. Sjojfan. 2020. Pengaruh *Lactobacillus fermentum* dan *Lactobacillus salivarius* dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri Patogen pada Saluran Pencernaan Ayam Pedaging. *Biotropika*. 8 (2): 233-241.
- Dinoto, A., A. Wibowo dan R. Sari. 2023. Enhancement of probiotic viability using arabinoxylan encapsulation matrix. *International Journal of Food Microbiology*. 384: 109949.
- Diyantika, D., I. Muflihathi dan S. Ujiani. 2014. Karakteristik Morfologi dan Uji Biokimia Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Pustaka Kesehatan*. 2 (2): 318-322.
- Fijałkowski, K., A. Maciejska dan M. Bąkowska. 2014. Survivability of *Staphylococcus aureus* in dry and wet environments. *Journal of Water and Health*. 12 (4): 743-750.
- Grispoldi, L., M. Karama, P. Sechi, M.F. Iulietto dan B.T. Cenci-Goga. 2021. *Staphylococcus aureus* Enterotoxin in Food of Animal Origin and Staphylococcal Food Poisoning Risk Assessment from Farm to Table. *Italian Journal of Animal Science*. 20 (1): 2031-2041.
- Hennekinne, J.A., M.L. De Buyser dan S. Dragacci. 2012. *Staphylococcus aureus* and its food poisoning toxins: characterization and outbreak investigation. *FEMS Microbiology Reviews*. 36 (4): 815-836.
- Hoelzer, K., A.I.M. Switt dan M. Wiedmann. 2011. Animal contact as a source of human non-typhoidal salmonellosis. *Veterinary Research*. 42 (1): 34.
- Jha, R., R. Das, S. Oak dan P. Mishra. 2020. Probiotics (Direct-Fed Microbials) in Poultry Nutrition and Their Effects on Nutrient Utilization, Growth and Health. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 11 (1): 1-12.

- Juandini, P.A., E. Wulandari dan L. Suryaningsih. 2021. Evaluasi Jumlah Total Bakteri dan *Staphylococcus aureus* Pada Produk Ayam Olahan Dengan Pembelian Online. Jurnal Teknologi Hasil Peternakan. 2 (2): 64-74.
- Kementerian Pertanian. 2017. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 14/PERMENTAN/PK.350/5/2017 tentang Klasifikasi Obat Hewan. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Jakarta.
- Khairani, M., N. Novelina dan D. Syukri. 2026. Development of dadih powder through spray drying using maltodextrin and gum Arabic encapsulation. Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian. 31 (1): 1-11.
- Kleerebezem, M., P. Hols, E. Bernard, T. Rolain, M. Zhou, R.J. Siezen dan P.A. Bron. 2010. The extracellular biology of the *Lactobacilli*. FEMS Microbiol Rev. 34 (2): 199-230.
- Koch, R. 1881. Zur Untersuchung von pathogenen Organismen. Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. 1: 1-48.
- Kridtayapong, P., T. Khongkaew dan K. Chainarong. 2022. Synergistic Effects of Probiotics and Prebiotics (Synbiotics) on Growth Performance and Intestinal Health in Broilers. Veterinary World. 15 (3): 678-685.
- Liu, C., W.J. Xue, H. Ding, C. An, S.J. Ma dan Y. Liu. 2022. Probiotic Potential of *Lactobacillus* Strains Isolated From Fermented Vegetables in Shaanxi, China. Front Microbiol. 1 (12): 774903.
- Liu, H., M. Xie dan S. Nie. 2020. Recent trends and applications of polysaccharides for microencapsulation of probiotics. Food Frontiers. 1: 45-59.
- Mahardhika, B.P., U. Kalsum, D. Suryanto, M.F. Wajdi, N. Sudjoni, A.J. Saputro dan D.E. Darmayani. 2025. Kualitas Fisik dan Kimiawi Telur Ayam Yang Diberi Penambahan *Lactobacillus salivarius* dalam Pakan dan Minum sebagai Alternatif Pengganti AGP. Jurnal Nutrisi Ternak Tropis. 8 (1): 61-69.
- Markowiak, P. dan K. Slizewska. 2017. Effects of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics on Human Health. Nutrients. 9 (9): 1021.
- Marsh, K. dan B. Bugusu. 2007. Food packaging—roles, materials, and environmental issues. Journal of Food Science. 72 (3): R39-R55.
- Mashuri, I., U. Kalsum dan M.F. Wajdi. 2019. Pengaruh Tingkat Penggantian Pakan Komersial Terfermentasi dan Penambahan Acidifier Terhadap Performans Ayam Pedaging Finisher. Jurnal Rekasatwa Peternakan. 2 (2): 99-105.
- Mendis, M., S. Simsek, K.D. Stokka dan C. Doetkott. 2016. Determination of Arabinoxylan Content in Wheat Flour by Gas Chromatography. Journal of Food Composition and Analysis. 51: 1-7.

- Miskiyah, N. dan W. Broto. 2011. Pengaruh kemasan terhadap kualitas dadih susu sapi. *Buletin Peternakan*. 35 (2): 96-106.
- Morales-Ortega, A., E. Carvajal-Millan, F. Brown-Bojorquez, A. Rascón-Chu, P. Torres-Chavez, Y.L. López-Franco, et al. 2014. Entrapment of probiotics in water extractable arabinoxylan gels: Rheological and Microstructural Characterization. *Molecules*. 19 (3): 3628-3637.
- Njoku, E.N., W. Mottawea, H. Hassan dan R. Hammami. 2023. Prebiotic capacity of novel bioengineered wheat arabinoxylans in a batch culture model of the human gut microbiota. *Frontiers in Microbiomes*. 2: 1156797.
- Ogimoto, K. dan S. Imai. 1981. *Atlas of Rumen Microbiology*. Japan Scientific Societies Press. Tokyo.
- Ola, A.R. dan M.U.E. Sanam. 2025. Identifikasi Kasus Penyakit pada Ayam Broiler dan Faktor Risiko Lingkungan. *Jurnal Veteriner Nusantara*. 1 (1): 1-10.
- Papadimitriou, K., Á. Alegría, P.A. Bron, M. de Angelis, M. Gobbetti dan M. Kleerebezem. 2016. Stress physiology of lactic acid bacteria. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 80 (3): 837-890.
- Paz-Samaniego, R., A. Rascón-Chu, F. Brown-Bojorquez, E. Carvajal-Millan, M. Pedroza-Montero, E. Silva-Campa dan J. Lizardi-Mendoza. 2018. Electrospray-assisted fabrication of core-shell arabinoxylan gel particles for insulin and probiotics entrapment. *Journal of Applied Polymer Science*. 135 (26): 46411.
- Poddar, D., S. Das dan R.K. Singh. 2022. Survival of *Escherichia coli* and *Salmonella* in low-moisture foods: A review of influence factors and mechanisms. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 21 (3): 2612-2638.
- Putri, O.K., N. Suthama dan B. Sukanto. 2021. Intervensi Probiotik *Lactobacillus sp.* dalam Pakan Terhadap Kualitas Daging Ayam Broiler. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 16 (1): 7-14.
- Rad, A.H., H. Pourjafar dan E. Mirzakhani. 2023. A comprehensive review of the application of probiotics and postbiotics in oral health. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 13: 1120995.
- Ramadani, A. dan S.I.O. Salasia. 2020. Identifikasi *Staphylococcus aureus* pada Susu Mastitis Subklinis. *Jurnal Sain Veteriner*. 38 (1): 1-8.
- Rao, S. dan G. Muralikrishna. 2016. In Vitro Fermentation of Xylo-oligosaccharides from Rice Bran Arabinoxylan by Probiotic Bacteria. *Journal of Food Science and Technology*. 53 (2): 1145-1153.
- Rifai, F.Y. 2026. Pengaruh waktu simpan terhadap kualitas organoleptik pH & AW probiotik *Lactobacillus salivarius* terenkapsulasi arabinoxylan. Skripsi. Fakultas Peternakan Universitas Islam Malang. Malang.

- Sahu, M. 2025. Antibacterial activity of *Lactobacillus species* against some pathogenic and food spoilage bacteria. Food Byology Journal. 14: 1-5.
- Sanchez, J.I., M. Marzorati, C. Grootaert, M. Baran, V. Van Craeyveld, C.M. Courtin, et al. 2009. Arabinoxylan-oligosaccharides (AXOS) affect the protein/carbohydrate fermentation balance and microbial population dynamics of the Simulator of Human Intestinal Microbial Ecosystem. Microbial Biotechnology. 2 (1): 101-113.
- Sari, R., A.I. Kartika dan P. Trisunuwati. 2021. Ketahanan Hidup *Staphylococcus aureus* pada Berbagai Kondisi Lingkungan. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 9 (1): 1-10.
- Shu, G., Y. Bai dan Y. Zhang. 2020. Microencapsulation of *Lactobacillus salivarius* and its application in animal feed. Probiotics and Antimicrobial Proteins. 12 (4): 1218-1225.
- Steel, R.G.D. dan J.H. Torrie. 1994. Prinsip dan Prosedur Statistika: Suatu Pendekatan Biometrik (Penerjemah: B. Sumantri). Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Susanti, D., N. Hidayati dan E. Wulandari. 2007. Peranan probiotik dalam minuman susu fermentasi. Jurnal Teknologi Hasil Peternakan. 2 (1): 20-28.
- Swanson, K.S., G.R. Gibson, R. Hutkins, R.A. Reimer, G. Reid, K. Verbeke, K.P. Scott, H.D. Holscher, M.B. Azad, N.M. Delzenne dan M.E. Sanders. 2020. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) Consensus Statement on the Definition and Scope of Synbiotics. Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology. 17 (11): 687-701.
- Torkar, K.G. dan N. Gunde-Cimerman. 2018. *Salmonella*: an overview of microbiology and food safety epidemiology. Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica. 65 (1): 1-17.
- Tsega, K.T., J.M. Kagira, N.B. Tessema dan S.A. Mekuria. 2024. Effects of *Lactobacillus* probiotics supplemented with concentrate feed on growth performance, carcass characteristics, and caecal microflora of RIR chickens. Cogent Food Agriculture. 10 (1).
- Widiastuti, R. 2019. Masalah Residu Antibiotika pada Produk Pangan Asal Hewan di Indonesia. Wartazoa. 29 (4): 169-180.
- Yulistiani, R., D. Praseptiangga, S. Supriyadi dan D. Rahadian. 2019. Encapsulation of *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051 using Spray Drying with Arabinoxylan from Rice Bran. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 633: 1-9.

- Zhao, X., Lin, J., Wang, J. & Oh, D. H. 2017. Prevalence, Virulence Factors, and Antimicrobial Susceptibility of *Staphylococcus aureus* from Retail Aquatic Products in China. *Frontiers in Microbiology*, 8, 1-9.
- Zhu, Q., Wang, P. & Zhang, M., 2022. Utilizing wheat arabinoxylans as a potent functional biomaterial for fabrication of hydrogels: A mini review. *Journal of Biomedical Research*, 3(1), pp.30-36.

