

PENGARUH JENIS KEMASAN TERHADAP TOTAL KOLONI BAKTERI DAN TOTAL KOLONI BAKTERI ASAM LAKTAT DARI PROBIOTIK *Lactobacillus salivarius* TERENKAPSULASI ARABINOXYLAN

Maghfiratur Rosyida¹, Badat Muwakhid², Umi Kalsum², Brahmadhita Pratama Mahardhika²

¹Mahasiswa Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Islam Malang

²Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Islam Malang

Email : 22201041084@unisma.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai jenis kemasan terhadap Total Koloni Bakteri dan Total Koloni Bakteri Asam Laktat dari probiotik *Lactobacillus salivarius* yang terenkapsulasi *arabinoxylan* selama masa penyimpanan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan kemasan (P0: tanpa kemasan, P1: aluminium foil, P2: kardus, P3: kombinasi aluminium foil dan kardus) dengan lima ulangan. Analisis data dilakukan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan dilanjutkan dengan menggunakan aplikasi SPSS 16 Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) jika terdapat pengaruh yang nyata. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa jenis kemasan tidak memberikan pengaruh nyata ($P \geq 0,05$) terhadap Total Koloni Bakteri, di mana jumlah populasi mikroba heterotrof pada seluruh perlakuan cenderung stabil dan seragam. Sebaliknya, jenis kemasan memberikan pengaruh yang nyata ($P \leq 0,05$) terhadap Total Koloni Bakteri Asam Laktat selama periode penyimpanan 30 hari. Jumlah Total Koloni Bakteri Asam Laktat tertinggi ditemukan pada kemasan kardus (P2) sebesar $1,5 \times 10^5$ CFU, sedangkan jumlah terendah terdapat pada kemasan aluminium foil (P1) sebesar $7,7 \times 10^7$ CFU. Karakteristik kemasan kardus yang porous diduga mampu menjaga keseimbangan difusi gas hasil metabolisme dan melindungi sel dari fluktuasi suhu secara optimal. Kesimpulan dari penelitian ini adalah jenis kemasan terbukti memengaruhi Total Koloni Bakteri Asam Laktat tetapi tidak memengaruhi Total Koloni Bakteri, dengan kemasan kardus sebagai media penyimpanan yang paling efektif.

Kata Kunci : *Lactobacillus salivarius*, kemasan, total koloni bakteri, bakteri asam laktat, enkapsulasi, kemasan, *arabinoxylan*

THE EFFECT OF PACKAGING TYPE ON TOTAL BACTERIAL COLONIES AND TOTAL LACTIC ACID BACTERIA COLONIES OF ENCAPSULATED PROBIOTIC *Lactobacillus salivarius* WITH ARABINOXYLAN

Abstract

This study aimed to determine the effect of various packaging types on the Total Bacterial Colonies and Total Lactic Acid Bacteria colonies of *Lactobacillus salivarius* probiotics encapsulated with *arabinoxylan* during storage. The research method utilized an experimental approach with a Completely Randomized Design (CRD), consisting of four packaging treatments (P0: no packaging, P1: aluminum foil, P2: cardboard, P3: combination of aluminum foil and cardboard) with five replications. Data were analyzed using *Analysis of Variance* (ANOVA) and, if a significant effect was detected, further tested using the *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) with the SPSS 16 application. Statistical analysis showed that the packaging type had no significant effect ($P \geq 0,05$) on Total Bacterial Colonies, where the heterotrophic microbial population across all treatments tended to be stable and uniform. Conversely, the packaging type significantly affected ($P \leq 0,05$) the Total Lactic Acid Bacteria Colonies during the 30-day storage period. The highest Total Lactic Acid Bacteria Colonies count was found in cardboard packaging (P2) at 1.5×10^5 CFU, while the lowest count was observed in aluminum foil packaging (P1) at 7.7×10^7 CFU. The porous characteristic of cardboard packaging is suggested to effectively maintain the balance of metabolic gas diffusion and optimally protect the cells from temperature fluctuations. In conclusion, the packaging type significantly influences the of Total Lactic

Acid Bacteria Colonies but does not affect total bacterial colonies, with cardboard packaging being the most effective storage medium.

Keywords: *Lactobacillus salivarius*, packaging, total bacterial colonies, lactic acid bacteria, encapsulation, packaging, arabinoxylan

PENDAHULUAN

Penambahan aditif pakan sangat diperlukan untuk meningkatkan efektivitas dan Efisiensi penggunaan pakan. Salah satu jenis aditif yang digunakan peternakan adalah AGP. AGP sejak lama dipakai peternak karena terbukti dapat mempercepat pertumbuhan ayam. Kebiasaan penggunaan AGP dalam jangka panjang menimbulkan masalah residu antibiotik dalam daging yang berisiko bagi konsumen. Kondisi tersebut juga memicu resistensi antimikroba yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Hal ini menjadikan kebutuhan pengganti AGP semakin mendesak (Al-Hilifi *et al.*, 2022).

Hal yang menjadi perhatian saat ini adalah probiotik sebagai alternatif AGP. Probiotik didefinisikan sebagai mikroorganisme hidup yang bermanfaat ketika dikonsumsi dalam jumlah cukup. Pemberian probiotik pada unggas mampu meningkatkan keseimbangan mikrobiota usus yang penting bagi proses pencernaan. Keberadaan probiotik juga mendukung sistem imunitas ayam sehingga lebih tahan terhadap penyakit. Penggunaan probiotik tidak menimbulkan residu berbahaya bagi manusia sehingga aman sebagai aditif pakan. Kondisi ini menjadikan probiotik sebagai pilihan yang menjanjikan untuk menggantikan AGP (Chávarri *et al.*, 2023).

Salah satu jenis probiotik yang banyak diteliti adalah *Lactobacillus salivarius* sebagai salah satu strain probiotik unggulan. Strain ini diketahui dapat menekan pertumbuhan bakteri patogen dalam saluran pencernaan ayam. Penggunaan *Lactobacillus salivarius* juga terbukti meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi melalui produksi asam laktat. Penelitian Al-Hilifi *et al.* (2022), menyatakan bahwa strain ini mampu menurunkan stres oksidatif sehingga kesehatan unggas lebih terjaga. Karakteristik tersebut membuat *Lactobacillus salivarius* mudah diaplikasikan dalam pakan ternak. Penelitian ini menunjukkan bahwa *Lactobacillus salivarius* sangat potensial sebagai probiotik pada perunggasan.

Kendala utama yang dihadapi dalam pemanfaatan probiotik cair adalah stabilitas dan

viabilitas selama penyimpanan. Kondisi penyimpanan sering menurunkan jumlah sel probiotik yang masih hidup. Hal ini juga terjadi saat probiotik melewati lambung dan usus halus karena paparan asam dan empedu. Salah satu strategi yang dikembangkan untuk mengatasi masalah ini adalah teknologi enkapsulasi. Proses enkapsulasi melindungi sel probiotik dengan lapisan tertentu agar lebih tahan terhadap kondisi lingkungan. Penelitian Chávarri *et al.* (2023), menunjukkan bahwa enkapsulasi dapat menjaga viabilitas probiotik hingga mencapai usus.

Bahan enkapsulasi menjadi penentu keberhasilan dalam mempertahankan viabilitas probiotik. *Arabinoxylan* merupakan polisakarida dari biji-bijian dan limbah tanaman yang berpotensi besar sebagai bahan enkapsulasi. Bahan ini mampu membentuk gel yang melindungi sel probiotik dari kondisi ekstrem. Keberadaan *Arabinoxylan* juga berfungsi sebagai prebiotik yang mendukung pertumbuhan bakteri baik di usus. Penelitian Liang, 2023; Singkhornart, 2022, menyatakan bahwa kombinasi *Arabinoxylan* dengan bahan lain, seperti alginat, mampu meningkatkan viabilitas probiotik dalam simulasi pencernaan. Fakta ini memperkuat peran *Arabinoxylan* sebagai bahan matriks yang prospektif.

Faktor lain yang tidak kalah penting adalah jenis kemasan yang digunakan pada saat penyimpanan probiotik. Kemasan berfungsi melindungi produk dari pengaruh oksigen, cahaya, suhu, dan kelembapan. Perbedaan bahan kemasan dapat menimbulkan variasi dalam stabilitas probiotik. Penelitian Zhang *et al.* (2019), menyatakan bahwa jenis kemasan tertentu mampu menjaga jumlah probiotik lebih baik dibandingkan yang lain. Kondisi ini menunjukkan bahwa pemilihan kemasan memiliki peran penting dalam kualitas produk probiotik. Hal ini membuat penelitian tentang pengaruh kemasan semakin relevan.

Kebutuhan akan probiotik yang stabil membuat penelitian tentang jenis kemasan menjadi penting terutama Total Koloni Bakteri dan Total BAL untuk melihat Total Koloni Bakteri probiotik yang hidup. Dengan penelitian

ini nantinya akan diperoleh jenis kemasan terbaik yang dapat menjaga kualitas probiotik selama penyimpanan. Serta dapat menjaga kestabilan probiotik. Informasi ini penting untuk mendukung pemanfaatan probiotik sebagai pengganti AGP pada peternakan ayam (Yao, 2020; Zhou *et al.*, 2019).

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan 6 November-10 Desember 2025. Tempat pelaksanaan penelitian di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Malang ruang Pangan Lantai IV Fakultas Peternakan.

Materi Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Lactobacillus salivarius*, *arabinoxylan*, *maltodextrin*, *corn starch*, alkohol 70%, *aquadest*, MRSA, Media PCA, NaCl fisiologis, gas CO₂, kardus lipat samping 18x13x3 cm ketebalan tiga mm, kemasan *standing pouch aluminium foil* dan spirtus. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *mixer*, oven 37-45°C, tabung CO₂, jarum ose, *spoid*, *hot plate*, *erlenmeyer*, *colony counter*, cawan petri, tabung reaksi, *autoclave*, *lamiran air flow* (LAF), timbangan analitik, *sprayer*, gelas ukur, gelas beker, *watch glass*, pipet mikro, pipet volumetrik 1 ml dan 5ml.

Pembuatan Probiotik Terenkapsulasi

Probiotik *Lactobacillus salivarius* cair dienkapsulasi dengan bahan pelarut *corn starch arabinoxylan*, dan *maltodextrin*. Komposisi *corn starch* sebanyak empat kali dari jumlah probiotik, proporsi *arabinoxylan*, dan *maltodextrin* sebanyak 50% dari proporsi probiotik. probiotik dicampur dengan seluruh bahan hingga homogen lalu diinkubasi dan dikeringkan dengan oven suhu 45°C selama 48 jam. Probiotik hasil pengemasan yang menggumpal dihaluskan menggunakan mortal. Setelah itu probiotik dikemas dengan berbagai jenis kemasan perlakuan.

Pengemasan Perlakuan Probiotik

Pengemasan probiotik dilakukan sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan, masing-masing sebanyak 200 gram. Pada perlakuan PO sebagai kontrol, probiotik enkapsulasi disimpan di dalam cawan petri dalam ruangan terbuka tanpa penutup. Pada P1 probiotik dimasukkan ke dalam *standing pouch aluminium foil* dan *diziplock* (plastik dengan

penutup zipper kedap udara) rapat sehingga kedap udara. Pada P2 probiotik disimpan hanya dalam kemasan kardus, sedangkan pada P3 merupakan kombinasi kemasan aluminium foil dan kardus, di mana probiotik dimasukkan ke dalam *standing pouch aluminium foil* lalu disimpan di dalam kardus. Semua perlakuan disimpan selama 30 hari, kemudian dilakukan pengujian untuk menentukan Total Koloni Bakteri dan Total BAL.

Pengujian Total Koloni Bakteri

Pengujian Total Koloni Bakteri dilakukan secara anaerob, langkah yang dilakukan diawali dengan melakukan pengenceran berseri. Sebanyak satu ml larutan probiotik dimasukkan ke dalam 99 ml *aquades*, lalu dari tabung pertama tersebut diambil satu ml lagi sampel dan dilarutkan pada 99 ml *aquadest* pada tabung kedua dan seterusnya hingga pada pengenceran ke lima. Pembuatan media dilakukan dengan cara mencampurkan media PCA sebanyak 40 gr setiap 1000 ml *aquadest*. Lalu hasil campuran tersebut di panaskan pada *hot plate* hingga media mengental. Setelah itu masukkan media secara merata ke dalam cawan petri, kemudian dilakukan proses pendinginan media sebelum mikroba hasil pengenceran ditanam. Sampel dari setiap tabung reaksi pada setiap pengenceran ditanam dalam media PCA sebanyak satu ml menggunakan pipet mikro. Mikroba diratakan menggunakan jarum ose dengan kondisi yang aseptis, setelah itu sampel perlakuan di Inkubasi selama 24 jam pada Inkubator dengan suhu 37°C. Setelah 24 jam sampel Total Koloni Bakteri dapat dihitung menggunakan alat *colony counter*.

Pengujian Total Koloni BAL

Pengujian Total Koloni Bakteri Asam Laktat dilakukan secara anaerob, langkah yang dilakukan diawali dengan melakukan pengenceran berseri. Menyiapkan larutan pengenceran NaCl fisiologis 0,9% setiap 300 ml *aquadest*, setelah itu pipet 99 ml larutan NaCl fisiologis. Sebanyak satu ml larutan probiotik dimasukkan ke dalam 99 ml *aquades*, lalu dari tabung pertama tersebut diambil satu ml lagi sampel dan dilarutkan pada 99 ml larutan NaCl fisiologis dan diberikan gas CO₂ pada tabung kedua dan seterusnya hingga pada pengenceran ke lima. Pembuatan media dilakukan dengan cara mencampurkan MRSA sebanyak 81,84 gr setiap 1,200 ml *aquadest*. Lalu hasil campuran

tersebut di panaskan pada *hot plate* hingga media mengental. Setelah itu masukkan media secara merata ke dalam cawan petri, kemudian dilakukan proses pendinginan media. Sampel dari setiap tabung reaksi pada setiap pengenceran ditanam dalam media MRSA sebanyak satu ml menggunakan pipet mikro. Mikroba diratakan menggunakan jarum ose dengan kondisi yang aseptis, setelah itu sampel perlakuan dibungkus plastik wrap sampai kedap udara dan di inkubasi selama 48 jam pada inkubator dengan suhu 37°C. Setelah 48 jam sampel BAL dapat dihitung menggunakan alat *colony counter*.

Perhitungan Total Koloni Bakteri

Rumus Perhitungan koloni sampel:

$$\frac{\sum C}{(0.1 \times n1) + (0.01 \times n2) + (0.001 \times n3) + (0.0001 \times n4) + (0.00001 \times n5)}$$

Keterangan

$\sum C$ = total koloni dari semua cawan

n_x = Jumlah cawan pada pengenceran ke- x

angka (0.1;0.01;0.001;0.0001;0.00001) = faktor pengenceran pengali yang disesuaikan

Metode Penelitian

Metode ini menggunakan metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan terhadap perubahan yang diamati dengan menggunakan empat perlakuan dan lima ulangan. Objek penelitian yang digunakan adalah enkapsulasi probiotik *Lactobacillus salivarius* menggunakan *arabinoxylan* dengan perlakuan.

P0 = tanpa kemasan

P1 = kemasan aluminium foil

P2 = kemasan kardus

P3 = kemasan aluminium foil dan kardus

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Analisis of Variance* (ANOVA). Apabila diperoleh data yang berpengaruh sangat nyata maka dilanjutkan dengan beda Uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*). Pengolahan data dilakukan dengan aplikasi SPSS 16.

Variabel yang diamati

Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah Total Koloni Bakteri menggunakan metode *Total Plate Count* dan Total Koloni Bakteri Asam Laktat Produk Probiotik

Lactobacillus salivarius terenkapsulasi *arabinoxylan*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Perlakuan Total Koloni Bakteri

Tabel 1. Hasil Perhitungan Total Koloni Bakteri

No	Perlakuan	Total Koloni Bakteri (CFU)
1	P0 kontrol	$2,2 \times 10^7 \pm 14,47^{NS}$
2	P1 aluminium foil	$2,1 \times 10^7 \pm 73,22^{NS}$
3	P2 kardus	$2,2 \times 10^7 \pm 54,65^{NS}$
4	P3 aluminium foil dan kardus	$2,2 \times 10^7 \pm 10,11^{NS}$

Keterangan: CFU = *Colony Forming Unit*, dengan huruf kapital dibelakang angka menunjukkan tidak berbeda nyata secara statistika ($P \geq 0,05$)

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa jenis kemasan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap Total Koloni Bakteri pada produk probiotik *Lactobacillus salivarius* yang terenkapsulasi *arabinoxylan*. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa Total Koloni Bakteri relatif stabil pada seluruh perlakuan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa perbedaan jenis kemasan tidak memengaruhi total mikroba selama periode penyimpanan, sehingga viabilitas mikroorganisme cenderung tetap terjaga pada semua perlakuan.

Jenis kemasan tidak berpengaruh nyata terhadap Total Koloni Bakteri diduga karena penelitian dilakukan dalam kondisi yang sangat aseptis serta pada lingkungan yang seragam, yaitu suhu dan kelembaban yang sama. Total Koloni Bakteri menunjukkan keseluruhan mikroba heterotrof yang tumbuh dalam sampel, yaitu mikroorganisme yang memperoleh sumber energi dan karbon dari bahan organik yang tersedia dalam media pertumbuhan. Mikroba heterotrof ini mencakup berbagai jenis bakteri *non-autotrof* yang umum ditemukan pada bahan pangan atau produk biologis. Data pada penelitian menunjukkan bahwa semua perlakuan (P0 kontrol, P1 aluminium foil, P2 kardus, P3 aluminium foil + kardus) menghasilkan Total Koloni Bakteri yang relatif sama secara statistik, sehingga tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan ($P \geq 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan kardus sebagai kemasan (P2) maupun aluminium foil

(P1) tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap Total Koloni Bakteri yang dapat tumbuh dalam sampel karena kemampuan perlindungan mereka terhadap kontaminasi mikroba dasarnya serupa dalam kondisi penyimpanan yang diuji.

Hasil penelitian Ambodo dkk, (2019) dalam produk fermentasi dan penyimpanan, strategi penyimpanan dan kemasan yang standar sering kali tidak memberikan perbedaan nyata pada Total Koloni Bakteri jika kondisi lingkungan (suhu, kelembapan) terkontrol. Selain itu, pengerjaan secara aseptis dan penggunaan bahan penyusun enkapsulasi serta jenis probiotik yang sama pada setiap perlakuan meminimalkan peluang masuknya kontaminan. Rendahnya cemaran mikroba patogen dalam sistem ini mengindikasikan bahwa baik aluminium maupun kardus mampu mempertahankan sterilitas produk selama masa pengamatan. *Lactobacillus salivarius* memiliki kemampuan dalam menekan pertumbuhan bakteri patogen, sehingga berpotensi sebagai agen penghambat mikroorganisme merugikan seperti *Salmonella* sp. Mekanisme penghambatan tersebut terjadi melalui kompetisi nutrisi dan ruang, serta produksi metabolit antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen.

Siroli, 2017 menyatakan bahwa berbagai jenis material kemasan pasif, termasuk berbasis serat dan logam, tidak selalu menunjukkan perbedaan signifikan terhadap mikroba total apabila kondisi penyimpanan seperti suhu dan kelembapan relatif sama. Selain itu, Schmid, 2023 menyatakan bahwa bahan kemasan tanpa sifat antimikroba hanya berperan sebagai penghalang fisik dan tidak efektif dalam mengontrol pertumbuhan mikroba total. Berdasarkan hasil tersebut, Total Koloni Bakteri yang stabil pada seluruh perlakuan mengindikasikan bahwa pengendalian Total Koloni Bakteri memerlukan pendekatan tambahan seperti kemasan aktif atau kontrol lingkungan penyimpanan.

Pengaruh Perlakuan Total Koloni Bakteri Asam Laktat

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa jenis kemasan memberikan pengaruh nyata terhadap viabilitas Total Koloni BAL pada probiotik *Lactobacillus salivarius* yang terenkapsulasi *arabinoxylan* selama penyimpanan. Pengemasan bertujuan untuk

mempertahankan Total Koloni Bakteri tetap stabil dengan melindungi produk dari faktor lingkungan yang dapat menurunkan viabilitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total BAL tertinggi terdapat pada kemasan kardus yaitu sebesar $1,5 \times 10^5$ CFU, sedangkan Total BAL terendah terdapat pada kemasan aluminium foil yaitu sebesar $7,7 \times 10^2$ CFU. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa jenis kemasan memiliki kemampuan yang berbeda dalam mempertahankan viabilitas mikroba selama penyimpanan.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Total Koloni Bakteri Asam Laktat

No	Perlakuan	Total Koloni BAL (CFU)
1	P0 kontrol	$1,4 \times 10^3 \pm 120,2^a$
2	P1 aluminium foil	$7,7 \times 10^2 \pm 767^a$
3	P2 kardus	$1,5 \times 10^5 \pm 274,6^b$
4	P3 aluminium foil dan kardus	$3,3 \times 10^4 \pm 533^b$

Keterangan CFU = *Colony Forming Unit*, superskrip dengan huruf yang berbeda dibelakang angka menunjukkan berbeda nyata secara statistika ($P \leq 0,05$)

Total Koloni BAL terendah pada penelitian ini terdapat pada kemasan aluminium. Hal ini diduga karena BAL cenderung tumbuh lebih optimal pada kondisi aerasi moderat, yaitu kondisi dengan ketersediaan oksigen dalam jumlah terbatas (tidak sepenuhnya anaerob maupun aerob). Kondisi ini memungkinkan bakteri tetap melakukan metabolisme secara optimal tanpa mengalami stres akibat kekurangan atau kelebihan oksigen. Aluminium foil bersifat *impermeabel* total terhadap gas, sehingga gas hasil metabolisme BAL terperangkap di dalam matriks kapsul dan menyebabkan akumulasi asam yang berlebihan serta penurunan pH secara drastis (*self-inhibition*). Meskipun BAL bersifat anaerob fakultatif, yaitu mikroorganisme yang mampu tumbuh baik pada kondisi tanpa oksigen (anaerob) maupun dengan keberadaan oksigen terbatas, kondisi extreme anaerobic tanpa sirkulasi gas pada kemasan aluminium dapat mempercepat fase kematian (death phase). Sebaliknya, kemasan kardus menghasilkan Total Koloni BAL tertinggi karena sifatnya yang porus memungkinkan difusi gas secara terbatas sehingga menjaga keseimbangan metabolisme

sel. Selain itu, kardus juga berfungsi sebagai isolator panas yang lebih baik dibandingkan aluminium, sehingga mampu melindungi sel dari thermal shock akibat fluktuasi suhu lingkungan.

Stabilitas Total Koloni BAL ini sangat krusial karena menentukan efektivitas probiotik saat diaplikasikan ke ternak. Sebagaimana dijelaskan oleh Budiarti, 2020 faktor proses seperti suhu dan lama pengovenan pada saat enkapsulasi sangat mempengaruhi kadar bahan kering dan total akhir BAL yang bertahan hidup. Selain faktor proses, pemeliharaan Total Koloni BAL yang tinggi melalui pemilihan kemasan yang tepat (seperti kardus dalam studi ini) akan berdampak langsung pada performa ternak. Hal ini selaras dengan penelitian Fahmi, 2019 yang menunjukkan bahwa penambahan *Lactobacillus salivarius* terenkapsulasi ke dalam pakan mampu meningkatkan pertambahan bobot badan dan memberikan keuntungan ekonomi bagi peternak (*Income Over Feed Cost*).

Keberhasilan mempertahankan populasi BAL dalam kemasan juga menjadi kunci dalam aplikasi pakan fungsional. Penggunaan probiotik yang stabil diharapkan dapat memberikan efek sinergis jika dikombinasikan dengan aditif lain, sebagaimana studi Mashuri, 2019 yang mengamati pengaruh pakan terfermentasi dan penggunaan *acidifier* terhadap performansi ayam pedaging periode *finisher*. Dengan demikian, pemilihan kemasan kardus dalam penelitian ini terbukti lebih efektif dalam menjaga viabilitas *Lactobacillus salivarius* dibandingkan kemasan aluminium foil.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis kemasan tidak memberikan pengaruh terhadap Total Koloni Bakteri pada produk probiotik *Lactobacillus salivarius* terenkapsulasi *arabinoxylan*, namun jenis kemasan berpengaruh terhadap penurunan Total Koloni Bakteri Asam Laktat selama penyimpanan. Kemasan kardus merupakan kemasan yang paling efektif untuk mempertahankan viabilitas probiotik *Lactobacillus salivarius* terenkapsulasi *arabinoxylan*.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Hilifi, S. A. H., Abdulrhman, M. A., & Abdulhussain, H. H. 2022. *Assessment of probiotic properties of Lactobacillus*

salivarius isolated from different sources. Systematic Reviews in Pharmacy, 13(1): 113-121.

Ambodo, T. D., Kalsum, U., & Muwahhid, B. 2019. Studi potensi fitobiotik vernonia amygdalina dan probiotik *Lactobacillus fermentum* sebagai penghambat pertumbuhan bakteri *Salmonella* sp. *Jurnal Rekasatwa Peternakan*, 1(1), 122-129.

Budiarti. 2020. Potensi probiotik isolat asal saluran pencernaan ayam broiler sebagai pengganti antibiotic growth promoter (AGP). *Jurnal Sain Veteriner*, 39(1): 1–13.

Chávarri, C., Cui, Y., & Qu, X. 2022. Synbiotic systems: A review of the encapsulation of probiotics in the presence of prebiotics.

Fahmi, J. 2019. Analysis of the microbial content of probiotic products. *Frontiers in Microbiology*, 14(1): 112–134.

Liang, A. K. 2023. Physicochemical and microbial characteristics of yogurt added with *Saccharomyces boulardii*. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 5(3): 225–233.

Mashuri, H. 2019. Bacterial lactobacilli (BAL) as probiotics in food and feed: A comprehensive review. *Journal of Applied Microbiology*.

Ogimoto, K. & Imai, S. 1981. *Atlas of Rumen Microbiology*. Tokyo: Japan Scientific Societies Press.

Schmid, Y., Prize, T., & Wang, J. 2023. Assessment of Probiotic Properties of *Lactobacillus salivarius* Isolated From Chickens as Feed Additives. *Frontiers in Veterinary Science*.

Singkhornart, S., Kok, C. R., Heermann, M., & Hutkins, R. 2022. Fermented foods as a dietary source of live organisms. *Frontiers in Microbiology*, 9(1): 44–68.

Sirolu. 2017. Effect of encapsulation on the viability of *Lactobacillus rhamnosus* and *Lactobacillus paracasei* during in vitro gastrointestinal digestion and storage conditions. *Food Science & Nutrition*.

Yao, M. 2020. Progress in microencapsulation of probiotics: A review of encapsulation materials, techniques, and survival. *Food Research International*.

Zhang, L., Zhang, C., & Zhang, H. 2019. Effect of packaging materials on viability and

stability of encapsulated probiotics during storage. LWT - Food Science and Technology.

Zhou, Y., Cui, Y., & Qu, X. 2019. *Bacterial lactobacilli (BAL) as probiotics in food and feed: A comprehensive review*. Journal of Applied Microbiology, 126(4), 958–973.