E-ISSN: 3031-8521
P-ISSN: 3032-1867

Halaman 2536-2544
Volume 3 Nomor 4 Tahun 2026

Efektivitas *Feed Additive* Fermentasi Limbah Sayur dan Buah Terhadap *Feed Intake, Hen Day Production* dan *Grade Telur* Pada Ayam Petelur Fase Akhir Produksi

Febrina Eka Rahayu[1*], Emy Koestanti Sabdoningrum[2], Sri Hidanah[3], Sunaryo Hadi Warsito[4], Widya Paramita Lokapirnasari[5], Mufasirin[6]

[1]Mahasiswa Program Studi Magister Agribisnis Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, Indonesia
[2,3,4,5]Divisi Peternakan, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, Indonesia
[6]Divisi Parasitologi Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, Indonesia
e-mail: febrina.eka.rahayu-2024@unair.ac.id, emy-k-s@fkh.unair.ac.id, sri-h@fkh.unair.ac.id, sunaryo-h-w@fkh.unair.ac.id, mufasirin@fkh.unair.ac.id, widya-p-l@fkh.unair.ac.id, fe.rena14@gmail.com

Abstrak

Ayam petelur fase akhir produksi secara alami mengalami penurunan produksi telur, efisiensi pemanfaatan pakan, dan kualitas kerabang akibat penuaan ovarium serta menurunnya kapasitas saluran pencernaan dalam mencerna dan menyerap nutrien, sehingga menurunkan kelayakan ekonomi usaha. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pemberian filtrat fermentasi limbah sayur dan buah melalui air minum terhadap *feed intake* (FI), *hen-day production* (HDP), *feed conversion ratio* (FCR), dan *grade* telur pada ayam petelur fase akhir produksi. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan tiga perlakuan, yaitu P0 (tanpa filtrat), P1 (5 ml/l air minum), dan P2 (10 ml/l air minum), masing-masing 10 ulangan berisi tiga ekor ayam Hy-Line Brown umur 76–81 minggu, selama 6 minggu (42 hari). Data dianalisis dengan *repeated measures* ANOVA atau sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji Bonferroni. Filtrat berpengaruh nyata ($p<0,05$) menurunkan FI dari 113,10 g/ekor/hari (P0) menjadi 112,17 (P1) dan 112,26 g/ekor/hari (P2), meningkatkan HDP dari 73,10% menjadi 78,81% (P1) dan 78,09% (P2), serta meningkatkan persentase telur *grade* A dari 84,74% pada P0 menjadi 90,92% pada P1 dan 88,83% pada P2. Disimpulkan bahwa filtrat fermentasi limbah sayur dan buah memperbaiki performa produksi ayam petelur tua, dengan dosis 5 ml/l air minum sebagai dosis yang paling efektif dan efisien.

Kata Kunci: *Ayam Petelur Akhir, Akhir Produksi, Fermentasi Sayur Dan Buah, Feed Intake, Produksi Telur*

Abstract

Laying hens in the late production phase naturally experience a decline in egg production, feed utilization efficiency, and eggshell quality due to ovarian aging and a reduced capacity of the digestive tract to digest and absorb nutrients, ultimately compromising the economic viability of poultry farming. This study aimed to evaluate the effects of administering fermented vegetable and fruit waste filtrate through drinking water on feed intake (FI), hen-day production (HDP), feed conversion ratio (FCR), and egg grade in laying hens during the late production phase. The study employed a completely randomized design (CRD) consisting of three treatments: P0 (without filtrate), P1 (5 mL/L of drinking water), and P2 (10 mL/L of drinking water), with 10 replicates per treatment, each comprising three Hy-Line Brown hens aged 76–81 weeks. The experiment was conducted over six weeks (42 days). Data were analyzed using repeated-measures analysis of variance (ANOVA), followed by Bonferroni's post hoc test. The results showed that the administration of fermented filtrate had a significant effect ($p < 0.05$), reducing FI from 113.10 g/hen/day in P0 to 112.17 and 112.26 g/hen/day in P1 and

P2, respectively. Furthermore, HDP increased from 73.10% in P0 to 78.81% in P1 and 78.09% in P2. The proportion of Grade A eggs also increased from 84.74% in P0 to 90.92% in P1 and 88.83% in P2. In conclusion, fermented vegetable and fruit waste filtrate improved the production performance of aged laying hens, with a supplementation level of 5 mL/L of drinking water identified as the most effective and efficient dose.

Keywords: *Aged Laying Hens; Egg Production; Fermented Vegetable and Fruit Waste; Feed Intake; Late Production Phase.*

LATAR BELAKANG

Subsektor perunggasan merupakan pilar strategis dalam pembangunan peternakan nasional, khususnya dalam menjamin ketersediaan protein hewani yang terjangkau bagi masyarakat. Telur ayam ras menjadi komoditas unggulan karena distribusinya luas, harganya relatif stabil, serta profil nutrisinya lengkap dan mudah dicerna. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2025), populasi ayam petelur di Indonesia tercatat 426 juta ekor dengan produksi telur sebesar 6.313.544 ton. Tantangan utama dalam menjaga kestabilan pasokan tersebut terletak pada keberlanjutan produktivitas di tingkat peternak rakyat yang mendominasi struktur usaha ayam petelur di Indonesia. Salah satu titik kritis yang dihadapi peternak rakyat adalah keputusan *replacement* (*culling*) ayam yang telah memasuki fase akhir produksi. Tingginya harga *pullet* pengganti serta fluktuasi harga pakan mendorong peternak tetap mempertahankan ayam fase akhir produksi meskipun efisiensi biologis dan ekonominya terus menurun.

Secara biologis, produksi ayam petelur mengikuti kurva yang terbagi menjadi fase awal, puncak, dan penurunan (akhir produksi). Ayam petelur komersial mencapai puncak produksi pada umur 28–32 minggu, dan memasuki umur 70–90 minggu produksi telur menurun secara bertahap sekitar 1% per minggu (Kuhi dan France, 2019). Penurunan ini disebabkan oleh penuaan folikel ovarium yang menurunkan sekresi hormon estrogen dan progesteron yang mengatur ovulasi serta sintesis komponen telur di magnum dan uterus, sehingga *hen-day production* (HDP) dan keseragaman berat telur menurun (Zhang et al., 2026). Pada saluran pencernaan terjadi atrofi vili duodenum dan penurunan aktivitas enzim maltase dan aminopeptidase yang menurunkan kapasitas absorpsi nutrien, tercermin dari peningkatan *feed conversion ratio* (FCR). Proses penuaan juga diperparah oleh stres oksidatif yang tidak lagi diimbangi kapasitas antioksidan endogen, sehingga kerabang menjadi lebih tipis dan pucat (Kavtarashvili et al., 2019). Dari sudut pandang agribisnis, fase ini menjadi titik kritis karena biaya pakan yang umumnya menyumbang lebih dari 70% total biaya variabel tetap tinggi sementara produksi menurun, sehingga margin keuntungan tergerus.

Sumber daya lokal yang banyak dimanfaatkan peternak adalah jamu tradisional buatan sendiri dari tanaman rimpang atau sortiran sayur dan buah afkiran pasar seperti sawi, kubis, tomat, dan pepaya, yang umumnya digunakan sebagai imunostimulan atau pemacu pertumbuhan. Limbah organik mengandung serat, vitamin, mineral, serta senyawa fitogenik seperti flavonoid, polifenol, dan karotenoid (Coman et al., 2020). Namun, pemanfaatan secara langsung terkendala kadar air tinggi yang mempercepat pembusukan, serta tidak dapat dicampurkan langsung ke dalam pakan kering karena ukuran dan tekstur yang heterogen menurunkan palatabilitas dan memicu *selective feeding*.

Teknologi fermentasi dapat diaplikasikan untuk memanfaatkan limbah sayur dan buah. Fermentasi menyederhanakan komponen serat, menurunkan faktor antinutrisi, serta meningkatkan konsentrasi protein kasar dan kecernaan bahan (Du et al., 2021). Filtrat cair yang dipisahkan dari residu padatnya mengandung metabolit seperti asam organik (asam laktat dan asam asetat), senyawa fenolik, flavonoid, dan enzim eksogen. Produk fermentasi berbasis limbah buah terbukti memperbaiki performa produksi dan fungsi ovarium ayam petelur tua, misalnya ampas *Aronia melanocarpa* terfermentasi yang meningkatkan nilai gizi telur dan fungsi ovarium ayam berumur 345 hari (Li et al., 2024). Filtrat fermentasi dapat diberikan melalui air minum sehingga dosis aditif lebih homogen dan terhindar dari *selective feeding* (Correa et al., 2026). Karena pemberian aditif pada ayam fase akhir berkaitan dengan

keputusan manajerial untuk melakukan *culling* atau mempertahankan populasi, kelayakan ekonominya juga perlu dievaluasi.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas pemberian filtrat fermentasi limbah sayur dan buah melalui air minum terhadap *feed intake* (FI), HDP, dan *grade* telur pada ayam petelur fase akhir produksi.

METODE

Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental yang dilanjutkan dengan analisis finansial berdasarkan *contribution margin*. Penelitian dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan 10 ulangan, setiap ulangan terdiri atas tiga ekor ayam sebagai unit percobaan.

Sampel dan Besar Sampel

Jumlah ulangan ditentukan menggunakan rumus Federer, $(t - 1)(n - 1) \geq 15$ (Indratama dan Yenita, 2020). Dengan tiga perlakuan diperoleh $n \geq 8{,}5$ sehingga minimal diperlukan sembilan ulangan; penelitian ini menggunakan 10 ulangan berisi tiga ekor sehingga total digunakan 90 ekor ayam petelur Hy-Line Brown. Ayam berumur 75 minggu pada awal masa adaptasi, masih berproduksi, memiliki bobot seragam (1,875–2,115 kg), dan sehat. Data *recording* menunjukkan HDP populasi telah menurun sebelum perlakuan, dari 79,15% pada umur 70 minggu menjadi 77,91% pada umur 74 minggu, sehingga ayam sesuai digunakan sebagai model ayam fase akhir produksi. Penentuan kode ulangan dan perlakuan dilakukan dengan sistem undian.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di *Teaching Factory* Ayam Petelur SMK Negeri 5 Jember, Jawa Timur, dengan sistem pemeliharaan *open house* dan kandang baterai individu. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni–Agustus 2026.

Pakan dan *Feed Additive*

Pakan basal yang digunakan adalah pakan komersial New Hope 623 (protein kasar 17,89%, kalsium 3,88%, energi metabolis 2.889,58 kkal/kg). *Feed additive* (FERLISA55) diproduksi di Laboratorium Agribisnis Ternak SMK Negeri 5 Jember dari sortiran limbah pasar berupa kangkung, sawi, bayam, pepaya, pisang, dan nanas. Substrat dipotong 4–5 cm, diblender, lalu dicampur dengan larutan fermentan yang terdiri atas molases, gula merah, air kelapa, dan air bersih, kemudian difermentasi secara anaerob pada suhu ruang selama empat minggu. Hasil fermentasi disaring dan filtratnya disimpan dalam wadah tertutup pada suhu <10 °C. Karakteristik filtrat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Filtrat Fermentasi Limbah Sayur dan Buah

Karakteristik	Metode	Hasil
Fisik	Uji organoleptik	Cokelat kekuningan, aroma segar khas fermentasi, cair; pH 3,7
Total bakteri asam laktat (BAL)	ISO 15214:1998 (metode hitung cawan)	$2{,}9 \times 10^6$ CFU/ml; terduga *Lactobacillus* sp. dan *Lactococcus* sp.
Protein total	Analisis kimia	3,420%
Karbohidrat terlarut	Analisis kimia	0,515%
Fenolik total	Analisis kimia	1,128%
Kalsium	Analisis kimia	0,097%

Sumber: Laboratorium Biosains Modern Politeknik Negeri Jember (2026).

Perlakuan dan Pemeliharaan

Perlakuan yang diberikan adalah P0, air minum tanpa *feed additive* (kontrol); P1, air minum dengan *feed additive* 5 ml/l; dan P2, air minum dengan *feed additive* 10 ml/l. *Feed additive* dicampurkan ke dalam ±4 l air minum per perlakuan dan diberikan pukul 07.00–15.00

WIB, kemudian air minum diganti dengan air tanpa *feed additive* dan diberikan secara *ad libitum* melalui tempat minum paralon. Pakan diberikan 115 g/ekor/hari sesuai standar Hy-Line International (2025), yaitu 55 g pada pukul 07.00 dan 60 g pada pukul 15.00 WIB. Setelah masa adaptasi satu minggu (umur 75–76 minggu), perlakuan diberikan selama enam minggu (42 hari), yaitu pada umur 76–81 minggu.

Prosedur Pengambilan dan Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. *Feed intake* (g/ekor/hari) dihitung setiap minggu dari jumlah pakan yang diberikan dikurangi sisa pakan pada akhir minggu, kemudian dibagi tiga ekor dan tujuh hari.
b. HDP (%) dicatat setiap hari sebagai jumlah telur dibagi jumlah ayam hidup pada unit yang sama, dikalikan 100.
c. *Grade* telur dicatat setiap hari mengacu pada SNI 3926:2023 yang disesuaikan dengan praktik pasar setempat: *grade* A, kerabang bersih, utuh, berwarna cokelat, dan berbobot sedang; *grade* B, kerabang utuh hingga retak rambut dengan warna lebih pucat/krem; dan *grade* C, kerabang rusak (retak, pecah, atau berlubang), pucat dan tipis, atau berat tidak sesuai standar.

Analisis Data

Data FI dan HDP dianalisis menggunakan *repeated measures* ANOVA yang dilanjutkan dengan uji Bonferroni pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan, minggu pengamatan, dan interaksi keduanya. Asumsi sferisitas diuji dengan *Mauchly's test* dan koreksi Greenhouse–Geisser. Persentase telur *grade* A, B, dan C serta CM dianalisis dengan sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji Bonferroni, sedangkan jumlah butir per *grade* disajikan secara deskriptif. Uji normalitas dilakukan dengan uji Shapiro–Wilk dan uji homogenitas dengan uji Levene. Seluruh analisis menggunakan program IBM SPSS versi 26.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Feed Intake

Perlakuan berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap *feed intake* (Tabel 2). Rata-rata FI tertinggi terdapat pada P0 (113,10 g/ekor/hari), diikuti P2 (112,26 g/ekor/hari) dan P1 (112,17 g/ekor/hari). Uji Bonferroni menunjukkan P1 berbeda nyata dengan P0, sedangkan P2 tidak berbeda nyata dengan P0 maupun P1 pada rataan keseluruhan. Perbedaan antarperlakuan belum tampak pada minggu pertama hingga ketiga dan mulai nyata pada minggu keempat, yaitu P0 berbeda nyata dengan P1 dan P2 hingga minggu keenam.

Tabel 2. Rata-Rata *Feed Intake* (G/Ekor/Hari) Ayam Petelur Fase Akhir Produksi Selama Enam Minggu Perlakuan

Perlakuan	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5	Minggu 6	Rataan ± SD
P0	112,64 ± 1,02	112,83 ± 0,89	113,05 ± 0,85	113,19^{a} ± 0,91	113,36^{a} ± 0,71	113,53^{a} ± 0,71	113,10^{a} ± 0,84
P1	112,83 ± 0,68	112,55 ± 0,67	112,24 ± 0,73	112,05^{b} ± 0,68	111,81^{b} ± 0,78	111,52^{b} ± 0,84	112,17^{b} ± 0,70
P2	112,43 ± 1,02	112,26 ± 0,84	112,19 ± 0,73	112,19^{b} ± 0,78	112,19^{b} ± 0,69	112,29^{b} ± 0,82	112,26^{ab} ± 0,80

^{a,b} Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p<0,05$). P0 = kontrol; P1 = 5 ml/l; P2 = 10 ml/l air minum.

FI pada P0 cenderung meningkat dari 112,64 menjadi 113,53 g/ekor/hari, sedangkan FI pada P1 menurun dari 112,83 menjadi 111,52 g/ekor/hari dan P2 relatif stabil pada kisaran 112 g/ekor/hari. Interaksi minggu dan perlakuan yang nyata ($p<0,05$) menunjukkan bahwa respons bersifat kumulatif: filtrat memerlukan waktu untuk mengubah kondisi saluran cerna sebelum pengaruhnya tampak pada pola makan. Ayam petelur umumnya makan untuk memenuhi kebutuhan energi (Leeson dan Summers, 2021), sehingga apabila nutrien dicerna dan diserap lebih efisien, kebutuhan dapat terpenuhi dengan jumlah pakan yang sedikit lebih rendah.

Kandungan BAL, asam organik, protein, dan fenolik dalam filtrat diduga memperbaiki kinerja saluran pencernaan. Bakteri asam laktat menurunkan pH tembolok dan proventrikulus, mengaktifkan pepsin, merangsang sekresi pankreas, dan meningkatkan kelarutan mineral (Lee et al., 2025). pH saluran cerna yang lebih rendah menekan bakteri patogen, dan usus yang tidak terganggu patogen memiliki vili yang lebih lebar dengan permukaan absorpsi yang lebih luas (Guo et al., 2022). Sebaliknya, peningkatan FI pada kontrol menggambarkan fisiologi umum ayam tua, yaitu menurunnya aktivitas enzim pencernaan dan kapasitas penyerapan sehingga ayam cenderung makan lebih banyak untuk memenuhi kebutuhan nutrien yang sama (Sugiharto dan Ranjitkar, 2019). FI pada P1 dan P2 masih berada dalam standar Hy-Line Brown sebesar 109,1–116,9 g/ekor/hari (Hy-Line International, 2025), sehingga penurunan konsumsi tidak menyebabkan defisiensi pakan. Peningkatan dosis dari 5 menjadi 10 ml/l tidak menurunkan FI lebih lanjut.

Hen-Day Production

Perlakuan berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap HDP (Tabel 3). Rata-rata HDP tertinggi terdapat pada P1 (78,81%), diikuti P2 (78,09%) dan P0 (73,10%), meskipun uji Bonferroni pada rataan keseluruhan tidak menunjukkan perbedaan nyata antarpasangan perlakuan. Perbedaan nyata tampak antara P0 dan P1 pada minggu keempat, serta antara P0 dengan P1 dan P2 pada minggu kelima dan keenam.

Tabel 3. Rata-Rata *Hen-Day Production* (%) Ayam Petelur Fase Akhir Produksi Selama Enam Minggu Perlakuan

Perlakuan	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5	Minggu 6	Rataan ± SD
P0	75,71 ± 8,53	77,14 ± 5,40	73,33 ± 4,01	73,33[a] ± 4,60	70,48[a] ± 4,38	68,57[a] ± 3,33	73,10 ± 4,71
P1	73,81 ± 7,53	76,19 ± 6,73	77,14 ± 7,03	80,00[b] ± 5,85	82,38[b] ± 5,96	83,33[b] ± 5,61	78,81 ± 6,27
P2	73,81 ± 5,61	77,62 ± 5,04	78,57 ± 5,61	79,05[ab] ± 5,12	79,52[b] ± 4,52	80,00[b] ± 4,92	78,09 ± 4,38

[a,b] Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p<0,05$).

HDP pada P0 menurun dari 75,71% pada minggu pertama menjadi 68,57% pada minggu keenam, sedangkan HDP pada P1 meningkat dari 73,81% menjadi 83,33% dan P2 dari 73,81% menjadi 80,00%. Karena HDP pada minggu pertama hingga ketiga relatif

sama, kondisi awal ayam seragam dan perbedaan yang muncul kemudian merupakan akibat perlakuan. Penurunan HDP pada P0 mencerminkan penuaan ovarium yang ditandai berkurangnya folikel hierarki, meningkatnya atresia folikel, dan menurunnya sekresi hormon reproduksi (Zhang et al., 2026), yang salah satunya dipicu stres oksidatif yang merusak sel granulosa (Kavtarashvili et al., 2019).

Peningkatan HDP pada P1 dan P2 diduga merupakan respons terhadap asam organik, fenolik, dan BAL dalam filtrat yang memperbaiki ekosistem saluran cerna, menekan bakteri patogen, dan mengoptimalkan penyerapan nutrien untuk sintesis telur. Metabolit hasil fermentasi berupa asam organik, enzim, dan senyawa fitogenik berperan memulihkan homeostasis mikroflora dan memperbaiki morfologi vili usus (Chen et al., 2023). Pada ayam Hy-Line Brown umur 80 minggu, pakan fermentasi nyata meningkatkan laju produksi telur serta menurunkan FCR dan persentase telur pecah (Guo et al., 2022). Kandungan fenolik filtrat (1,128%) juga memungkinkan terjadinya perlindungan antioksidan terhadap ovarium, karena antioksidan menetralkan radikal bebas di jaringan ovarium sehingga folikel tidak mudah mengalami degenerasi dan produksi estrogen tetap terjaga (Li et al., 2024). Sayuran hijau, nanas, dan pepaya yang difermentasi mengandung senyawa antioksidan yang berpotensi menekan stres oksidatif (Sukarini, 2020). Peningkatan dosis tidak meningkatkan HDP lebih lanjut.

Grade Telur

Jumlah dan persentase telur per *grade* disajikan pada Tabel 6. Jumlah telur *grade* A tertinggi terdapat pada P1 (90,3 butir per ulangan), diikuti P2 (87,4 butir) dan P0 (78,1 butir), sedangkan telur *grade* B dan C terbanyak terdapat pada P0. Persentase telur *grade* A, B, dan C pada P1 berbeda nyata ($p<0,05$) dengan P0, sedangkan P2 berbeda nyata dengan P0 hanya pada *grade* A; P1 tidak berbeda nyata dengan P2.

Tabel 6. Rata-Rata Jumlah (Butir Per Ulangan) dan Persentase _Grade_ Telur Selama Penelitian

Perlakuan	Grade A (butir)	Grade B (butir)	Grade C (butir)	Grade A (%)	Grade B (%)	Grade C (%)
P0	78,1 ± 6,6	7,8 ± 2,5	6,2 ± 2,0	84,74[a] ± 3,45	8,52[a] ± 2,90	6,74[a] ± 2,20
P1	90,3 ± 8,0	5,6 ± 2,2	3,4 ± 2,2	90,92[b] ± 3,14	5,63[b] ± 2,08	3,46[b] ± 2,19
P2	87,4 ± 5,1	6,4 ± 1,8	4,6 ± 1,1	88,83[b] ± 2,04	6,49[ab] ± 1,81	4,68[ab] ± 1,08

[a,b] Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p<0,05$). Jumlah butir disajikan secara deskriptif.

Peningkatan telur *grade* A pada P1 dan P2 sebanding dengan peningkatan HDP, menandakan bahwa *feed additive* tidak hanya memperbaiki jumlah produksi tetapi juga mutu telur. *Grading* telur menjadi acuan pendapatan pemasaran telur dan dinilai berdasarkan keseragaman ukuran, kondisi kerabang (warna dan ketebalan), keutuhan, dan kebersihan. Kerabang yang lebih tebal dan stabil mengurangi telur retak,

berkerabang tipis, atau berbentuk tidak normal yang biasanya diturunkan ke *grade* lebih rendah (Botta et al., 2022). Produk fermentasi dan asidifier dalam air minum juga meningkatkan nilai *Haugh unit* dan kekuatan kerabang pada ayam Hy-Line umur 80 minggu (Guo et al., 2022). Sebagian telur *grade* B dan C juga dapat disebabkan oleh faktor non-nutrisi seperti benturan di kandang baterai, cara pengambilan, dan penanganan telur.

P1 dan P2 memberikan respons biologis yang setara, namun P2 memerlukan filtrat dua kali lebih banyak, menghasilkan telur sedikit lebih sedikit, dan mengonsumsi pakan sedikit lebih banyak. Hal ini sesuai dengan hukum kenaikan hasil yang semakin berkurang (*law of diminishing returns*), yaitu tambahan input di atas titik optimum tidak lagi menghasilkan tambahan *output* yang sepadan (Adom et al., 2023). Dengan demikian, dosis 5 ml/l merupakan dosis yang optimal secara biologis sekaligus ekonomis.

Penelitian ini memiliki keterbatasan. Variabel fisiologis seperti pH saluran cerna, morfologi vili usus, mikroflora, status antioksidan, dan kadar hormon reproduksi belum diukur, sehingga mekanisme yang diuraikan masih didukung oleh literatur dan belum diukur secara langsung. Jumlah ayam per unit percobaan kecil dan periode enam minggu relatif singkat, sementara pengaruh perlakuan masih meningkat saat penelitian berakhir. Penelitian ini juga menggunakan satu *strain*, satu rentang umur, dan satu lokasi kandang *open house*; respons dapat berbeda pada kandang tertutup yang produksi dasarnya lebih tinggi (Jufri dan Aisyah, 2025) maupun pada tahap siklus bertelur yang lain (Hakim et al., 2017; Sirri et al., 2018).

SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang berjudul "Efektivitas *Feed Additive* Fermentasi Limbah Sayur dan Buah terhadap Performa Produksi dan *Contribution Margin* Ayam Petelur Fase Akhir Produksi" adalah sebagai berikut:

1. Pemberian filtrat fermentasi limbah sayur dan buah melalui air minum berpengaruh nyata menurunkan *feed intake* ayam petelur umur 76–81 minggu, dengan konsumsi pakan terendah pada dosis 5 ml/l (112,17 g/ekor/hari).
2. Filtrat berpengaruh nyata terhadap HDP dengan perbedaan antarperlakuan yang nyata pada minggu keempat hingga keenam. Dosis 5 ml/l menghasilkan HDP tertinggi (78,81%).
3. Filtrat meningkatkan persentase telur *grade* A secara nyata, dari 84,74% pada kontrol menjadi 90,92% pada dosis 5 ml/l dan 88,83% pada dosis 10 ml/l.

DAFTAR PUSTAKA

Adom, E., Bir, C., dan Lambert, L. H. 2023. A financial comparison of small-scale quail and laying hen farm enterprises. Poultry Science. 102(4): 102507.

Arulnathan, V., Turner, I., Bamber, N., Ferdous, J., Grassauer, F., Doyon, M., dan Pelletier, N. 2024. A systematic review of potential productivity, egg quality, and animal welfare implications of extended lay cycles in commercial laying hens in Canada. Poultry Science. 103: 1–20.

Attia, Y., Al-Harthi, M., dan El-Maaty, H. 2020. Calcium and cholecalciferol levels in late-phase laying hens: Effects on productive traits, egg quality, blood biochemistry, and immune responses. Frontiers in Veterinary Science. 7: 389.

Badan Pusat Statistik. 2025. Populasi Ayam Ras Petelur Menurut Provinsi (Ekor), 2025. Jakarta: Badan Pusat Statistik.

Botta, B., Gattam, S. S. R., dan Datta, A. 2022. Eggshell crack detection using deep convolutional neural networks. Journal of Food Engineering. 315: 110798.

Chen, X., Zhou, X., Li, S., Zhang, H., dan Liu, Z. 2023. Effects of tea residues-fermented feed on production performance, egg quality, antioxidant capacity, caecal microbiota, and ammonia emissions of laying hens. Frontiers in Veterinary Science. 10: 1–11.

Collin, D. 2018. Management and Cost Accounting. Edisi ke-10. United Kingdom: Cengage Learning EMEA.

Coman, V., Teleky, B., Mitrea, L., Martău, G., Szabo, K., Călinoiu, L., dan Vodnar, D. 2020. Bioactive potential of fruit and vegetable wastes. Advances in Food and Nutrition Research. 91: 157–225.

Correa, F., Luise, D., Simongiovanni, A., Lecuelle, S., dan Trevisi, P. 2026. Review: Additives delivery through drinking water to support gut health in swine and poultry – A systematic literature review. Animal. (5): 101822.

Du, G., Shi, J., Zhang, J., Liu, X., Yuan, C., Zhang, B., Zhang, Z., dan Harrison, M. 2021. Exogenous probiotics improve fermentation quality, microflora phenotypes, and trophic modes of fermented vegetable waste for animal feed. Microorganisms. 9(3): 644.

El-Saadony, M. T., Yaqoob, M. U., Hassan, F. U., Alagawany, M., Arif, M., Taha, A. E., Elnesr, S. S., El-Tarabily, K. A., dan Abd El-Hack, M. E. 2022. Applications of butyric acid in poultry production: The dynamics of gut health, performance, nutrient utilization, egg quality, and osteoporosis. Animal Health Research Reviews. 23(2): 136–146.

Garrison, R. H., Noreen, E. W., dan Brewer, P. C. 2015. Managerial Accounting. Edisi ke-15. New York: McGraw-Hill.

Guo, W., Xu, L., Guo, X., dan Wang, W. 2022. The impacts of fermented feed on laying performance, egg quality, immune function, intestinal morphology and microbiota of laying hens in the late laying cycle. Animal. 16: 100676.

Hakim, S., Henuk, Y. H., Sembiring, I., dan Hasnudi. 2017. Characterization and comparation test of chicken eggs strain Isa Brown and Hy-Line Brown in different areas. Jurnal Peternakan Integratif. 5(2): 1–7.

Hy-Line International. 2025. Performance Summary Hy-Line Brown. USA: Hy-Line International.

Indratama, D., dan Yenita. 2020. Uji efektivitas antibiotik ekstrak daun belimbing wuluh (Averrhoa bilimbi L.) terhadap pertumbuhan Staphylococcus aureus secara in vitro. Jurnal Pandu Husada. 1(10): 61–65.

Jufri, I. A., dan Aisyah. 2025. Perbandingan produktivitas ayam ras petelur terhadap sistem kandang terbuka dan sistem kandang tertutup. Anggaran: Jurnal Publikasi Ekonomi dan Akuntansi. 3(2): 390–406.

Kavtarashvili, A., Fisinin, V. I., Buyarov, V. S., dan Kolokolnikova, T. N. 2019. The effects of lighting regimes on the oviposition time and egg quality in laying hens (review). Agricultural Biology. 54(6): 1095–1109.

Ketta, M., dan Tumova, E. 2016. Eggshell structure, measurements, and quality-affecting factors in laying hens: A review. Czech Journal of Animal Science. 61(7): 299–309.

Kuhi, D., dan France, J. 2019. Modelling cumulative egg production in laying hens and parent stocks of broiler chickens using classical growth functions. British Poultry Science. 60: 564–569.

Lee, J., Oh, S., dan Heo, J. M. 2025. Application of dietary organic acids in laying hens production: A comprehensive review. Journal of Animal Science and Technology. 67(6): 1185–1206.

Leeson, S., dan Summers, J. D. 2021. Commercial Poultry Nutrition. Edisi ke-4. Nottingham: Nottingham University Press.

Li, Z., Qin, B., Chen, T., Kong, X., Zhu, Q., Azad, M., Cui, Y., Lan, W., dan He, Q. 2024. Fermented Aronia melanocarpa pomace improves the nutritive value of eggs, enhances ovarian function, and reshapes microbiota abundance in aged laying hens. Frontiers in Microbiology. 15: 1422172.

Lokapirnasari, W. P., Huda, K., Soeharsono, S., Hidanah, S., Harijani, N., dan Kurnijasanti, R. 2019. Pengaruh pemberian probiotik Lactobacillus acidophilus dan Bifidobacterium terhadap produksi ayam petelur yang diinfeksi Escherichia coli. Jurnal Sain Peternakan Indonesia. 14(2): 154–160.

Nesheim, M. C., Austic, R. E., dan Card, L. E. 1979. Poultry Production. Edisi ke-12. Philadelphia: Lea and Febiger.

Purnamasari, D. K., Syamsuhaidi, S., Sumiati, S., dan Alfian, G. M. A. 2022. Produktivitas dan efisiensi pakan ayam ras petelur dengan mengefisiensikan penggunaan konsentrat. Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia. 8(2): 112–119.

Sirri, F., Zampiga, M., Berardinelli, A., dan Meluzzi, A. 2018. Variability and interaction of some egg physical and eggshell quality attributes during the entire laying hen cycle. Poultry Science. 97: 1818–1823.

Standar Nasional Indonesia. 2023. Telur Konsumsi. SNI 3926:2023. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Sugiharto, S., dan Ranjitkar, S. 2019. Recent advances in fermented feeds towards improved broiler chicken performance, gastrointestinal tract microecology and immune responses: A review. Animal Nutrition. 5: 1–10.

Sukarini, N. 2020. Fermentation of carrot juice waste (Daucus carota L) with probiotics and utilization in races of chicken layers on egg production and quality. Bantara Journal of Animal Science. 2(2): 73–81.

Zhang, J., Gao, M., Sun, C., dan Yang, N. 2026. Mechanistic understanding of female reproductive aging based on the chicken model. Journal of Animal Science and Biotechnology. 17(112): 2–14.