

Pengaruh Enkapsulat Ekstrak Buah Parijoto (*Medinilla speciosa*) pada Ransum terhadap Profil Sekum Ayam Broiler Dipelihara dengan Kepadatan Tinggi

The Effect of Parijoto Fruit Extract (Medinilla speciosa) Encapsulated in Feed on the Caecum Profile of Broiler Chickens Raised at High Density

Lilik Krismiyo^{1,2*}, Vitus Dwi Yunianto², Sri Sumarsih², Sugiharto²

¹ Program Studi Doktor Peternakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang

² Departemen Peternakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang

* lilikkrismiyo@lecturer.undip.ac.id

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengkaji penambahan enkapsulat ekstrak buah parijoto (*Medinilla speciosa*) pada ransum terhadap profil sekum ayam broiler yang dipelihara dengan kepadatan tinggi. Ternak percobaan yang digunakan ayam broiler unsexed strain Ross umur 8 hari sebanyak 290 ekor dengan bobot badan rata-rata sebesar 196,01±1,12 g. Ekstrak buah parijoto (EBP) dan enkapsulat ekstrak buah Parijoto (EEBP) sebagai perlakuan. Penelitian didesain dengan rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan, sehingga terdapat 20 unit percobaan. Perlakuan yang diterapkan meliputi T0 (ayam dipelihara dengan kepadatan normal (10 ekor/m²) tanpa EBP/EEBP), T1 (ayam dipelihara dengan kepadatan tinggi (16 ekor/m²) tanpa EBP/EEBP), T2 (ayam dipelihara dengan kepadatan tinggi (16 ekor/m²) dengan EBP 0,08%) dan T3 (ayam dipelihara dengan kepadatan tinggi (16 ekor/m²) dengan EEBP 0,08%). Parameter yang diukur meliputi total bakteri asam laktat (BAL), pH, total *Escherichia coli*, produksi SCFA (asetat, propionate dan butirrat), total asam, panjang dan bobot relatif sekum. Data dianalisis ragam pada taraf signifikansi 5%, jika berpengaruh dilanjutkan uji Duncan pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan enkapsulat ekstrak buah parijoto pada ransum berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap total BAL, pH, total *E. coli*, total asam dan produksi SCFA, tetapi tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$) terhadap panjang dan bobot relatif sekum. Kesimpulan adalah penambahan enkapsulat ekstrak buah parijoto sebanyak 0,08% (T3) pada ransum dapat meningkatkan total bakteri asam laktat dan produksi SCFA (asetat, propionate dan butirrat) serta menurunkan pH, total *E. coli* dan total asam digesta sekum pada ayam broiler yang dipelihara dengan kepadatan tinggi, meskipun panjang dan bobot relatif sekum sama.

Kata kunci — ayam broiler, buah parijoto, kepadatan tinggi, profil sekum

ABSTRACT

The study aimed to examine the addition of encapsulated parijoto fruit extract (*Medinilla speciosa*) in feed on the cecal profile of broiler chickens raised at high density. The experimental livestock used were 290 unsexed Ross broiler chickens aged 8 days with an average body weight of 196.01±1.12 g. Parijoto fruit extract (PFE) and encapsulated parijoto fruit extract (EPFE) were used as treatments. The study was designed using a completely randomized design with 4 treatments and 5 replicates, resulting in 20 experimental units. The treatments applied included T0 (chickens reared at normal density (10 birds/m²) without PFE/EPFE), T1 (chickens reared at high density (16 birds/m²) without PFE/EPFE), T2 (chickens raised at high density (16 birds/m²) with 0.08% PFE), and T3 (chickens raised at high density (16 birds/m²) with 0.08% EPFE). The parameters measured included total lactic acid bacteria (LAB), pH, total *E. coli*, SCFA production (acetate, propionate, and butyrate), total acid, length, and relative weight of the cecum. The data were analyzed at a significance level of 5%. If there was a significant effect, Duncan's test was continued at a significance level of 5%. The results showed that the addition of encapsulated parijoto fruit extract to the feed had a significant effect ($p<0.05$) on total LAB, pH, total *E. coli*, total acid, and SCFA production, but had no significant effect ($p>0.05$) on the length and relative weight of the cecum. The conclusion is that the addition of 0.08% encapsulated parijoto fruit extract (T3) to the feed can increase total lactic acid bacteria and SCFA production (acetate, propionate, and butyrate) and decrease pH, total *E. coli*, and total digesta acid in the cecum of broiler chickens raised at high density, even though the length and relative weight of the cecum remained the same.

Keywords — broiler chicken, high density, parijoto fruit, caecum profile

1. Pendahuluan

Ayam broiler merupakan komoditas unggas yang berperan penting dalam pemenuhan kebutuhan protein hewani di Indonesia. Peningkatan konsumsi daging ayam menuntut adanya efisiensi produksi di tingkat peternakan. Salah satu strategi yang umum dilakukan adalah peningkatan kepadatan kandang untuk memaksimalkan populasi dalam satuan luas tertentu. Namun demikian, kepadatan tinggi seringkali berdampak negatif terhadap kesehatan saluran pencernaan, terutama pada bagian caecum (sekum) yang merupakan pusat fermentasi dan aktivitas bakteri penting dalam pencernaan unggas. Kondisi stres akibat kepadatan dapat memicu dysbiosis mikroflora, penurunan imunitas, hingga meningkatnya risiko infeksi bakteri patogen seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella* spp [1].

Sebagai upaya peningkatan kesehatan saluran pencernaan, pemanfaatan senyawa bioaktif asal tanaman menjadi salah satu alternatif non-antibiotik yang prospektif. Buah parijoto (*Medinilla speciosa*), tanaman lokal Indonesia, diketahui kaya mengandung antosianin, flavonoid, dan fenolik yang memiliki sifat antioksidan, antibakteri dan imunomodulator [2]. Senyawa bioaktif tersebut berpotensi mendukung keseimbangan bakteri menguntungkan, memperkuat integritas mukosa usus, serta menghambat pertumbuhan bakteri patogen di saluran pencernaan.

Namun demikian, senyawa bioaktif pada buah parijoto relatif mudah terdegradasi oleh kondisi ekstrem selama pencernaan seperti pH, enzim, dan suhu. Oleh karena itu, penggunaan teknologi enkapsulasi menjadi solusi untuk melindungi bioaktif agar tetap stabil hingga mencapai bagian saluran pencernaan yang ditargetkan, khususnya caecum. Enkapsulasi dapat meningkatkan bioavailabilitas, ketahanan terhadap degradasi, serta kontrol pelepasan senyawa aktif [3].

Penelitian bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan enkapsulasi ekstrak buah parijoto pada ransum terhadap profil caecum ayam broiler yang dipelihara dengan kepadatan tinggi masih sangat terbatas dan perlu dieksplorasi lebih lanjut. Kajian ini penting untuk mengetahui dampak aplikatif fitobiotik lokal dalam meningkatkan kesehatan usus, performa

produksi, dan kesejahteraan ayam broiler pada kondisi pemeliharaan intensif. Dengan demikian, pemanfaatan buah parijoto terenkapsulasi berpotensi menjadi inovasi feed additive alami yang mendukung keberlanjutan industri perunggasan tanpa ketergantungan terhadap antibiotik pemacu pertumbuhan.

2. Metodologi

Ternak, Bahan dan Perlengkapan

Ternak percobaan yang digunakan adalah ayam broiler unsexed strain Ross umur 8 hari sebanyak 290 ekor dengan bobot badan rata-rata sebesar $196,01 \pm 1,12$ g. Ransum basal disusun berdasarkan fase starter (8-21 hari) dengan protein kasar 21,33% dan energi metabolis 2.996,85 kkal/kg, sedangkan fase finisher dengan protein kasar 19,25% dan energi metabolis 3.026,32 kkal/kg. Ekstrak buah parijoto (EBP) dan enkapsulat ekstrak buah Parijoto (EEBP) sebagai perlakuan.

Bahan ekstraksi dan enkapsulasi meliputi tepung buah parijoto, etanol 96%, kertas saring halus, alumunium foil, maltodekstrin dan aquadest. Peralatan yang digunakan sonikator, timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g, beaker glass 1 liter, evaporator, magnetic stirrer dan freeze dryer.

Rancangan Penelitian dan Perlakuan

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan, sehingga terdapat 20 unit percobaan. Perlakuan yang diterapkan sebagai berikut :

- P0 = ayam dipelihara dengan kepadatan normal (10 ekor/m²) tanpa EBP/EEBP
- P1 = ayam dipelihara dengan kepadatan tinggi (16 ekor/m²) tanpa EBP/EEBP
- P2 = ayam dipelihara dengan kepadatan tinggi (16 ekor/m²) dengan EBP 0,08%
- P3 = ayam dipelihara dengan kepadatan tinggi (16 ekor/m²) dengan EEBP 0,08%

Prosedur Ekstraksi dan Enkapsulasi

Proses ekstraksi buah Parijoto dimulai dengan menguapkan air menggunakan oven suhu 50°C hingga kering kemudian dihaluskan menjadi tepung. Proses ekstraksi mengacu pada metode [4] yaitu tahapan ekstraksi tepung buah Parijoto dilarutkan dalam etanol 96% dengan



perbandingan 1:10 (b/v), lalu diekstrak menggunakan sonikator dengan suhu 37°C dan panjang gelombang 50 Hz selama 60 menit. Hasil larutan yang telah disonikasi didiamkan selama 1 hari, kemudian disaring menggunakan kertas saring. Filtrat yang tersaring kemudian diuapkan menggunakan evaporator hingga etanol menguap menghasilkan ekstrak buah Parijoto berbentuk pasta.

Proses enkapsulasi mengacu pada metode [5] yaitu melarutkan maltodekstrin dalam aquades dengan perbandingan 1:3 (b/v) sebagai penyalut. Hasil ekstrak buah Parijoto dicampurkan dengan larutan maltodekstrin dengan perbandingan 3:1 (v/v), kemudian dihomogenkan menggunakan magnetic stirer. Hasil campuran larutan maltodekstrin dan ekstrak buah parijoto dikeringkan beku menggunakan freeze dryer, sehingga menghasilkan serbuk kristal ekstrak buah Parijoto.

Pemeliharaan Ayam

Ayam dipelihara selama 35 hari. Penambahan ekstrak buah Parijoto yang dienapsulasi dilakukan pada saat ayam umur 8 hari. Cara pemberian perlakuan ekstrak buah Parijoto yang dienapsulasi berdasarkan dengan konsumsi ransum harian dikali dengan taraf perlakuan yang telah ditentukan pada tiap unit percobaan. Pemberian air minum pada ayam broiler dilakukan secara ad libitum.

Pengukuran Parameter

Data diambil pada akhir pemeliharaan hari ke 35. Parameter yang diukur meliputi total bakteri asam laktat (BAL), pH, *Escherichia coli*, total short chain fatty acids/SCFA (asetat, propionat dan butirrat), asam laktat, panjang dan bobot relatif caecum.

Digesta di dalam caecum dikeluarkan dan diambil, kemudia isinya ditempatkan dalam tabung steril. Caecum ditimbang untuk mendapatkan beratnya (g), dan panjangnya (cm) diukur menggunakan pita ukur. Kandungan digesta diukur menggunakan pH meter. Digesta dianalisis untuk mengetahui total BAL menggunakan metode hitung plate total sesuai dengan [6] dengan menambahkan 9 ml larutan pelarut (0,9% NaCl fisiologis) ke dalam sampel 1 g dan dihomogenisasi (sebagai pengenceran 1).

Pengenceran bertahap dilakukan hingga 7. Sampel (0,1 ml dari tiga seri pengenceran terakhir) dikumpulkan dan dikultur dalam media MRSA yang diperkaya 1% CaCO₃ menggunakan metode penyebaran plate. Sampel yang dikultur diinkubasi selama 48 jam pada 37°C. Koloni dihitung menggunakan metode hitung koloni total. Pengukuran *E. coli* dilakukan sesuai dengan [7] dengan modifikasi. Sampel digesta (1 ml sampel digesta dikumpulkan dan ditambahkan 5 ml larutan tryptic soy broth (TSB), lalu diinkubasi pada 37°C selama 24 jam). Tahap berikutnya adalah subkultur pada agar MacConkey (MCA) dan agar eosin methylene blue (EMBA), yang diinkubasi pada 37°C selama 24 jam. Koloni berwarna pink, bulat, dan cekung pada MCA serta koloni berwarna logam pada EMBA diwarnai dengan pewarnaan Gram dan diuji untuk total *E. coli* menggunakan metode hitung plate total. Data total BAL dan *E. coli* dihitung menggunakan transformasi Log 10 sebelum analisis statistik.

Metode [8] digunakan untuk melakukan pengujian asam total, dengan hasil titrasi dinyatakan sebagai persentase asam laktat. Sebanyak 10 ml sampel digesta dicairkan dan ditempatkan dalam labu Erlenmeyer, diikuti dengan penambahan 2-3 tetes indikator fenoltalein (PP). Sampel kemudian dititrasi dengan 0,1 N NaOH hingga warna pink stabil tercapai, menandakan titik akhir. Kandungan asam total dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Total asam} = \frac{V1 \times N \times B}{V2 \times 1000} \times 100\%$$

Keterangan : V1= volume NaOH

V2=volume sampel yang diukur

N=normalitas NaOH

B=bobot molekul

Uji SCFA dilakukan sesuai dengan metode yang dijelaskan oleh [9], di mana 5 ml digesta di sentrifugasi selama 10 menit pada kecepatan 8500 rpm. Supernatant dipisahkan menggunakan 45 µL millex. Filtrat diambil, dan 20 µL diinjeksikan ke dalam sistem HPLC. Larutan standar terdiri dari asam asetat, asam propionat, asam butirrat, dan asam laktat dengan konsentrasi 500, 1000, dan 2500 ppm. Konsentrasi SCFA ditentukan setelah waktu retensi masing-masing standar dibandingkan dengan waktu retensi sampel.



Analisis Statistik

Data dianalisis varians pada taraf signifikansi 5%, dan jika perlakuan memiliki efek yang signifikan dilakukan uji Duncan pada taraf signifikansi 5% untuk menentukan perbedaan antara perlakuan.

3. Pembahasan

Total bakteri, pH dan total asam

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan enkapsulat ekstrak buah parijoto pada ransum berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap total BAL dan Coliform digesta sekum ayam broiler yang dipelihara dengan kepadatan tinggi (Tabel 1). Total BAL pada T3 nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan dengan T0, T1 dan T2. Kondisi kepadatan tinggi terjadi peningkatan hormon stres (kortikosteron), menghambat imunitas dan merangsang pertumbuhan bakteri patogen. Penggunaan enkapsulasi memungkinkan pelepasan senyawa aktif secara terkontrol dibagian saluran pencernaan terutama sekum yang merupakan tempat fermentasi bakteri pada ayam. Bahan penyalut seperti maltodekstrin dapat melewati proventrikulus dengan pH asam (2-4), dapat dihidrolisis oleh enzim pencernaan (karbohidrat) dan melindungi oksidasi selama di dalam saluran pencernaan [10]. Kandungan senyawa aktif pada ekstrak buah parijoto yaitu flavonoid berperan sebagai antioksidan dan antibakteri. Aktivitas antioksidan mengurangi stres oksidatif pada mukosa usus, mempertahankan integritas epitel usus dan meningkatkan total BAL.

Total *E. coli* pada T3 menunjukkan hasil yang nyata ($p < 0,05$) lebih rendah dibandingkan dengan T0, T1 dan T2. Kondisi total *E. coli* pada T3 bersinergis dengan peningkatan total BAL. Penurunan total *E. coli* mengurangi kompetisi nutrisi, sehingga BAL lebih mudah tumbuh atau berkembang. Total BAL yang tinggi memproduksi SCFA dan asam laktat, sehingga lingkungan usus dan sekum menjadi rendah serta berdampak pada kesehatan usus dan sekum.

Tabel 1. Rata-rata total bakteri, pH dan total asam di sekum ayam broiler

Parameter	Perlakuan				p-value
	T0	T1	T2	T3	
BAL ¹⁾	4,6±0,21 ^c	4,49±0,1	5,56±0,3	5,96±0,1	0,00
<i>E. coli</i> ¹⁾	3,67±0,1	6 ^c	9 ^b	9 ^a	0
pH	1 ^c	3,74±0,1	3,36±0,2	2,96±0,2	0,00
Total asam	7,27±0,3	3 ^c	7 ^b	4 ^a	0
	3 ^{bc}	7,52±0,2	6,96±0,2	6,84±0,7	0,00
	0,37±0,0	4 ^c	8 ^{ab}	a	2
	4 ^b	0,22±0,0	0,38±0,0	0,46±0,0	0,00
		4 ^c	2 ^b	3 ^a	0

Keterangan: ¹⁾LofgCFU/g ²⁾%

Superskrip yang berbeda pada baris sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Kondisi pH sekum pada T3 nyata ($p < 0,05$) lebih rendah dibandingkan T0 dan T1, hal diakibatkan aktivitas BAL yang lebih dominan sehingga berdampak pada perubahan pH. pH sekum yang rendah dapat menurunkan total *E. coli*, karena pada kondisi asam, bakteri *E. coli* yang umumnya bersifat *acid-sensitive* mengalami gangguan pada integritas membran selnya. Ion H⁺ yang tinggi akan menembus dinding sel dan menyebabkan penurunan pH intraseluler, sehingga menghambat aktivitas enzim metabolik yang esensial bagi pertumbuhan bakteri [11]. Selain itu, lingkungan asam mengganggu proses transpor nutrisi dan menurunkan kemampuan bakteri Gram negatif seperti *E. coli* dalam mempertahankan gradien proton, yang sangat diperlukan untuk sintesis ATP. Asam organik yang terbentuk dari fermentasi mikroba mengionisasi membran bakteri hingga menimbulkan proton *motive stress*, menyebabkan denaturasi protein dan kerusakan struktur lipid membrane [12]. Kombinasi efek tersebut menghambat proses pembelahan sel dan menyebabkan kematian bakteri melalui lisis. Dengan demikian, pH sekum yang rendah berperan penting dalam menciptakan lingkungan yang tidak ideal bagi pertumbuhan *E. coli*, sekaligus mendukung dominasi mikroba menguntungkan.

Total asam pada T3 menunjukkan hasil nyata ($p < 0,05$) lebih rendah dibandingkan dengan T0, T1 dan T2. pH sekum memiliki hubungan langsung dengan total asam, terutama asam organik hasil fermentasi bakteri seperti asam asetat, propionat, dan butirat. Ketika aktivitas fermentasi meningkat, karena tersedianya substrat serat atau oligosakarida—bakteri sekum menghasilkan lebih banyak asam



organik. Peningkatan total asam ini menyebabkan konsentrasi ion H^+ dalam lumen sekum meningkat, sehingga nilai pH menurun (menjadi lebih asam) [11]. Dengan kata lain, semakin tinggi total asam yang diproduksi, semakin rendah pH sekum. Kondisi ini tidak hanya mencerminkan aktivitas fermentasi yang aktif, tetapi juga berperan dalam modulasi komposisi mikroba usus. Lingkungan yang lebih asam cenderung menguntungkan bakteri asam toleran seperti *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*, sekaligus menghambat bakteri patogen yang sensitif terhadap keasaman [13]. Oleh karena itu, total asam dalam sekum merupakan indikator penting yang menentukan stabilitas pH dan keseimbangan ekosistem bakteri usus pada ternak.

Produksi SCFA, Panjang dan Bobot Sekum

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan enkapsulat ekstrak buah parijoto pada ransum berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap produksi SCFA, panjang dan bobot relatif sekum ayam broiler yang dipelihara dengan kepadatan tinggi (Tabel 2).

Tabel 2. Rata-rata produksi SCFA, panjang dan bobot relatif sekum ayam broiler

Parameter	Perlakuan				p-value
	T0	T1	T2	T3	
Asetat ¹⁾	33,48±1,74 ^b	30,91±1,11 ^c	33,98±1,17 ^b	35,67±0,65 ^a	0,000
Propionat ¹⁾	7,64±0,4 ^c	5,94±0,94 ^d	9,99±0,56 ^b	11,67±0,35 ^a	0,000
Butirat ¹⁾	5,34±0,33 ^a	3,93±0,52 ^b	5,16±0,74 ^a	5,75±0,62 ^a	0,003
Total SCFA ¹⁾	46,45±1,67 ^c	40,78±1,81 ^d	49,13±0,7 ^b	53,09±0,95 ^a	0,000
Panjang ²⁾	8,7±0,59	8,57±0,58	8,98±1,24	8,98±0,54	0,798
Bobot ³⁾	0,19±0,01	0,17±0,02	0,19±0,04	0,21±0,02	0,199

Keterangan: ¹⁾($\mu\text{mol/g}$), ²⁾(cm/kg), ³⁾(%)

Superskrip yang berbeda pada baris sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Jumlah asetat, propionat dan SCFA pada T3 nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan dengan T0, T1 dan T2 dapat didukung total BAL (Tabel 1) pada ayam dengan kepadatan tinggi dengan ditambahkan enkapsulasi ekstrak parijoto (T3). Bakteri asam laktat berperan penting dalam

fermentasi karbohidrat tak tercerna, menghasilkan asam laktat sebagai produk utama dan SCFA seperti asetat dan propionat sebagai produk lanjutan melalui proses fermentasi silang (cross-feeding) antar bakteri [14]. Ketika populasi BAL meningkat, aktivitas fermentatif mereka juga meningkat sehingga produksi asetat dan propionat cenderung lebih tinggi. Asetat biasanya merupakan SCFA yang paling dominan karena banyak terbentuk dari fermentasi serat oleh BAL maupun mikroba komensal lain yang sinergis [15]. Propionat dihasilkan dari jalur fermentasi lanjutan yang juga dipengaruhi oleh keberadaan BAL sebagai penyedia substrat (misalnya laktat) bagi bakteri pengubah laktat menjadi propionat [16]. Dengan demikian, kenaikan populasi BAL biasanya berkorelasi positif dengan peningkatan konsentrasi asetat dan propionat, yang mencerminkan fermentasi sekum yang stabil dan sehat. Hubungan ini menunjukkan bahwa BAL tidak hanya berfungsi sebagai bakteri protektif terhadap patogen, tetapi juga sebagai penggerak utama keseimbangan metabolisme fermentatif di sekum ayam.

Jumlah butirat pada T2 dan T3 nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan T0 dan T1, karena pemberian ekstrak buah parijoto maupun enkapsulat ekstrak parijoto tidak meningkatkan jumlah asam butirat dibandingkan ayam kontrol mengindikasikan bahwa senyawa aktif pada parijoto tidak secara langsung menstimulasi bakteri penghasil butirat di sekum. Senyawa bioaktif parijoto seperti flavonoid, tanin, dan antosianin lebih dominan berperan sebagai agen antibakteri ringan dan penyeimbang mikrobiota, bukan sebagai substrat fermentasi utama untuk pembentukan butirat. Selain itu, proses enkapsulasi yang seharusnya melindungi senyawa aktif hingga mencapai sekum tidak selalu menjamin peningkatan ketersediaan substrat fermentatif bagi bakteri butirat [17]. Ekstrak yang terenkapsulasi maupun tidak, kemungkinan tidak menyediakan karbohidrat kompleks atau prebiotik yang dibutuhkan untuk sintesis butirat. Kondisi ini menunjukkan bahwa peran parijoto lebih besar dalam modulasi komposisi bakteri (misalnya peningkatan BAL) daripada peningkatan fermentasi butirat, sehingga produksi asam butirat tetap stabil dan tidak berbeda signifikan dengan kontrol. Dengan demikian, baik ekstrak parijoto maupun bentuk

enkapsulasinya tidak memberikan efek fermentatif spesifik pada jalur pembentukan asam butirat dalam mikrobiota sekum ayam.

Tidak adanya pengaruh ekstrak buah parijoto maupun enkapsulat ekstrak parijoto terhadap panjang dan bobot relatif sekum ayam broiler menunjukkan bahwa senyawa bioaktif dalam parijoto seperti flavonoid, tanin, dan antosianin tidak menstimulasi perubahan morfologi organ pencernaan, khususnya sekum. Perubahan panjang atau bobot relatif sekum pada ayam umumnya terjadi jika terdapat peningkatan substrat fermentasi, adaptasi mikrobiota yang besar, atau adanya inflamasi yang memicu hipertrofi jaringan [18]. Ekstrak parijoto, baik dalam bentuk langsung maupun hasil enkapsulat, lebih banyak berperan dalam modulasi bakteri atau sifat antibakteri ringan, bukan sebagai sumber serat atau prebiotik yang dapat merangsang perkembangan sekum. Selain itu, tidak adanya respon inflamasi atau peningkatan fermentasi sekunder akibat pemberian ekstrak tersebut membuat jaringan sekum tidak mengalami pembesaran maupun pemanjangan. Dengan demikian, morfologi sekum tetap stabil karena parijoto tidak memberikan rangsangan fisiologis yang cukup untuk memodifikasi pertumbuhan jaringan, sehingga panjang dan bobot sekum broiler tetap sama dengan perlakuan kontrol maupun kepadatan tinggi.

Ayam yang dipelihara dengan kepadatan tinggi tanpa diberikan ekstrak atau enkapsulat ekstrak buah parijoto (T1) pada ransum menunjukkan hasil lebih rendah dilihat dari total BAL dan produksi SCFA serta lebih tinggi total *E. coli*, pH dan total asam. Ayam yang dipelihara dengan kepadatan tinggi mengalami stres lingkungan yang berdampak langsung pada kondisi mikrobiota dan fermentasi di sekum. Stres kepadatan memicu peningkatan hormon stres seperti kortikosteron, yang dapat menurunkan imunitas mukosa dan menghambat proliferasi BAL yang umumnya bersifat protektif. Penurunan BAL menyebabkan berkurangnya fermentasi karbohidrat menjadi SCFA, sehingga produksi SCFA terutama asetat, propionat, dan butirat menjadi lebih rendah. Rendahnya SCFA menyebabkan pH sekum meningkat karena berkurangnya ion H^+ hasil fermentasi [11]. pH sekum yang lebih tinggi

menciptakan lingkungan yang kurang asam dan lebih menguntungkan bagi bakteri patogen seperti *E. coli*, sehingga populasinya meningkat. Selain itu, tingginya pH sering kali diikuti oleh peningkatan total asam terukur, bukan karena produksi SCFA meningkat, melainkan akibat penumpukan metabolit asam yang tidak terkonversi secara optimal menjadi SCFA oleh mikrobiota sehat [19]. Dengan demikian, kepadatan tinggi menciptakan dampak negatif yaitu stres menurunkan BAL diikuti SCFA turun kemudian pH naik serta *E. coli* meningkat dan fermentasi terganggu, sehingga keseimbangan mikrobiota sekum ayam menjadi tidak stabil.

4. Kesimpulan

Penambahan enkapsulat ekstrak buah parijoto sebanyak 0,08% (T3) pada ransum dapat meningkatkan total bakteri asam laktat dan produksi SCFA (asetat, propionate dan butirat) serta menurunkan pH, total *E. coli* dan total asam digesta sekum pada ayam broiler yang dipelihara dengan kepadatan tinggi, meskipun panjang dan bobot relatif sekum sama.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM UNDIP untuk pendanaan tahun 2025 yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini. Dukungan dana tersebut memungkinkan penulis menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan penelitian, mulai dari pengumpulan data, analisis, hingga penyusunan naskah ilmiah.

6. Daftar Pustaka

- [1] Y. A. Attia *et al.*, "Gut dysbiosis: causes and prevention strategies—a review," *Ann. Anim. Sci.*, vol. 25, no. 4, pp. 1297–1311, 2025.
- [2] R. L. Vifta and F. P. Luhurningtyas, "Nanoparticle from *Medinilla speciosa* with various of encapsulating agent and their antioxidant activities using ferric reducing assay," vol. 11, no. 1, pp. 22–29, 2020.
- [3] J. Grgić, G. Šelo, M. Planinić, M. Tišma, and A. Bucić-Kojić, "Role of the encapsulation in bioavailability of phenolic compounds," *Antioxidants*, vol. 9, no. 10, p. 923, 2020.
- [4] M. Gouda *et al.*, "Recent innovations of ultrasound green technology in herbal phytochemistry: A review," *Ultrason. Sonochem.*, vol. 73, p. 105538, 2021.



- [5] I. Agusetyaningsih *et al.*, “Effect of encapsulated *Cosmos caudatus* leaf extract on the physiological conditions, immune competency, and antioxidative status of broilers at high stocking density,” *Ann. Anim. Sci.*, vol. 22, no. 2, pp. 653–662, 2022.
- [6] R. T. Manalu, S. Bahri, M. Melisa, and S. Sarah, “Isolasi dan karakterisasi bakteri asam laktat asal feses manusia sebagai antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*,” *Sainstech Farma J. Ilmu Kefarmasian*, vol. 13, no. 1, pp. 55–59, 2020.
- [7] P. T. Force, “AOAC International Final Report and Executive Summaries From The Aoac International Presidential Task Force on Best Practices in Microbiological Methodology Contract Deliverable Due to The U . S . Food and Drug Administration Presidential Task Force on,” 2006.
- [8] G. Campbell-platt, “Edited by,” 2010.
- [9] I. A. Suryono and P. R. Wikandari, “Profil produksi short chain fatty acids dan asam laktat dari fermentasi Yakon (*Smallanthus sonchifollius*) dengan bakteri kultur starter *Lactobacillus plantarum* B1765,” *Unesa J. Chem.*, vol. 8, no. 3, 2019.
- [10] P. B. Sironi, A. M. Mazotto, M. F. de Lima, R. I. Nogueira, Â. S. M. Miguel, and A. B. Vermelho, “Hydrolyzed feather keratin obtained by microbial fermentation encapsulated with maltodextrin—A sustainable approach to increase digestible protein in feed,” *Biocatal. Agric. Biotechnol.*, vol. 40, p. 102297, 2022.
- [11] S. A. Freeman, S. Grinstein, and J. Orlowski, “Determinants, maintenance, and function of organellar pH,” *Physiol. Rev.*, 2022.
- [12] N. Guan and L. Liu, “Microbial response to acid stress: mechanisms and applications,” *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, vol. 104, no. 1, pp. 51–65, 2020.
- [13] S. Mallick and S. Das, “Acid-tolerant bacteria and prospects in industrial and environmental applications,” *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, vol. 107, no. 11, pp. 3355–3374, 2023.
- [14] Y. Wang *et al.*, “Metabolism characteristics of lactic acid bacteria and the expanding applications in food industry,” *Front. Bioeng. Biotechnol.*, vol. 9, p. 612285, 2021.
- [15] L. Xu *et al.*, “In vitro simulated fecal fermentation of mixed grains on short-chain fatty acid generation and its metabolized mechanism,” *Food Res. Int.*, vol. 170, p. 112949, 2023.
- [16] P. Louis, S. H. Duncan, P. O. Sheridan, A. W. Walker, and H. J. Flint, “Microbial lactate utilisation and the stability of the gut microbiome,” *Gut Microbiome*, vol. 3, p. e3, 2022.
- [17] K. Bauer-Estrada, C. Sandoval-Cuellar, Y. Rojas-Muñoz, and M. X. Quintanilla-Carvajal, “The modulatory effect of encapsulated bioactives and probiotics on gut microbiota: Improving health status through functional food,” *Food Funct.*, vol. 14, no. 1, pp. 32–55, 2023.
- [18] X. Zhang *et al.*, “Chicken jejunal microbiota improves growth performance by mitigating intestinal inflammation,” *Microbiome*, vol. 10, no. 1, p. 107, 2022.
- [19] J. Firrman *et al.*, “The impact of environmental pH on the gut microbiota community structure and short chain fatty acid production,” *FEMS Microbiol. Ecol.*, vol. 98, no. 5, p. fiac038, 2022.

