



Submitted Date: July 12, 2023

Accepted Date: September 3, 2023

Editor-Reviewer Article: Eny Puspani & Dsk, Pt. Mas Ari Candrawati

PROFIL LEMAK DARAH BROILER YANG DIBERI RAMSUM KOMERSIAL DISUBSTITUSI LIMBAH ROTI TERFERMENTASI PROBIO-BALITANI

Malango, J. A. L. S., I G. A. A. Putra, dan I. M. Mudita

PS. Sarjana Peternakan, Fakultas Peternakan Universitas Udayana, Denpasar, Bali
e-mail: amanta.lestary121@student.unud.ac.id Telp. +6281283344633

ABSTRAK

Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh pemberian ransum komersial yang disubstitusi limbah roti terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani” dengan level berbeda terhadap profil lemak darah broiler. Penelitian dilaksanakan di Farm Fakultas Peternakan Universitas Udayana, Jalan Raya Sesetan, Denpasar. Analisis Laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, jalan P.B. Soedirman dan Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Bali, jalan Angsoka, Denpasar. Penelitian dilaksanakan selama 35 hari. Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan, terdiri dari ransum komersial tanpa substitusi limbah roti terfermentasi probiotik “Probio-BaliTani” (R0), ransum komersial yang disubstitusi 10% limbah roti terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani” (R1), ransum komersial yang disubstitusi 15% limbah roti terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani” (R2), ransum komersial yang disubstitusi 20% limbah roti terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani” (R3), dan ransum komersial yang disubstitusi 25% limbah roti terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani” (R4). Tiap unit percobaan terdiri dari 4 ekor broiler dengan bobot badan $51,07 \pm 5,53$ g dan *unsexing*. Variabel yang diamati yaitu kadar kolesterol, HDL, LDL, dan trigliserida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian ransum komersial yang disubstitusi limbah roti terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani” level 10 – 25 % (R1, R2, R3, R4) menghasilkan kadar kolesterol, HDL dan trigliserida darah yang berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) dengan R0. Terhadap kadar LDL darah, substitusi pada level 10 - 20% (R1, R2, R3) mengakibatkan terjadinya peningkatan kadar LDL darah, sedangkan pemberian R4 menghasilkan kadar LDL darah yang sama dengan pemberian ransum komersial tanpa substitusi limbah roti terfermentasi/R0. Berdasarkan hasil penelitian, substitusi ransum komersial dengan limbah roti terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani” belum mempengaruhi kolesterol, HDL dan trigliserida, namun substitusi hingga level 20% meningkatkan kadar LDL darah broiler

Kata kunci: broiler, fermentasi, limbah roti, probiotik, lemak darah

BLOOD LIPID PROFILE OF BROILERS FED COMMERCIAL RATIONS SUBSTITUTED WITH PROBIO-BALITANI FERMENTED BAKERY WASTE

ABSTRACT

The study aimed to determine the effect of feeding commercial rations substituted with 1% probiotic fermented bakery waste "Probio-BaliTani" with different levels on broiler blood fat profile. The research was conducted at the Farm of Faculty of Animal Husbandry, Udayana University, Jalan Raya Sesetan, Denpasar. Laboratory analysis was carried out at the Animal Nutrition and Food Laboratory, Jalan P.B. Soedirman and Bali Provincial Health Laboratory Center, Jalan Angsoka, Denpasar. The research was conducted for 35 days. The research design used a completely randomized design (CRD) with 5 treatments and 4 replicates, consisting of commercial rations without substitution of fermented bakery waste probiotics "Probio-BaliTani" (R0), commercial rations substituted with 10% fermented bakery waste 1% probiotics "Probio-BaliTani" (R1), commercial ration substituted with 15% fermented bakery waste 1% probiotic "Probio-BaliTani" (R2), commercial ration substituted with 20% fermented bakery waste 1% probiotic "Probio-BaliTani" (R3), and commercial ration substituted with 25% fermented bakery waste 1% probiotic "Probio-BaliTani" (R4). Each experimental unit consisted of 4 broilers with body weight 51.07 ± 5.53 g and unsexed. The observed variables were cholesterol, HDL, LDL, and triglyceride levels. The results showed that the provision of commercial rations substituted with 1% probiotic fermented bakery waste "Probio-BaliTani" level 10-25% (R1, R2, R3, R4) resulted in blood cholesterol, HDL and triglyceride levels that were not significantly different ($P > 0.05$) with R0. Against blood LDL levels, substitution at the level of 10 - 20% (R1, R2, R3) resulted in an increase in blood LDL levels, while the provision of R4 resulted in the same blood LDL levels as the provision of commercial rations without substitution of fermented bakery waste / R0. Based on the results of the study, substitution of commercial rations with 1% probiotic fermented bakery waste "Probio-BaliTani" has not affected cholesterol, HDL and triglycerides, but substitution up to 20% level increases broiler blood LDL levels.

Key words: broiler, fermentation, bakery waste, probiotics, blood fat

PENDAHULUAN

Secara keseluruhan, lemak darah terbagi menjadi tiga kelompok besar yaitu kolesterol, lipoprotein (HDL, LDL) dan trigliserida. Lemak darah dibutuhkan oleh tubuh untuk digunakan dalam pembentukan sejumlah steroid penting seperti asam folat, hormon-hormon adrenal korteks, estrogen, androgen dan progesterone serta cairan empedu, maupun sebagai cadangan energi tubuh (Hasanuddin *et al.*, 2013). Namun, tingginya kadar lemak darah pada broiler dapat memberikan dampak negatif. Menurut Sumardi *et al.* (2016), kadar kolesterol dan trigliserida darah yang tinggi dapat berdampak terhadap deposisi nutrien di dalam jaringan, yang dapat

menyebabkan produktivitas ayam tidak memenuhi standar Selain itu, kadar lemak broiler yang tinggi dan berlebih, jika dikonsumsi dapat berdampak buruk bagi kesehatan dan menyebabkan penyakit. Oleh karena itu, pemenuhan akan pakan bernutrisi menjadi sangat penting dalam suatu usaha peternakan. Namun, kualitas pakan akan berpengaruh terhadap nilai jual/harga pakan, yang mana semakin baik kualitas pakan, maka harga jual pakan tersebut juga akan semakin tinggi. Oleh karena itu, diperlukan adanya alternatif bahan pakan yang dapat menekan biaya produksi tersebut, salah satunya adalah limbah roti.

Limbah roti memiliki beberapa keunggulan, diantaranya harga yang relatif murah, sehingga dapat menekan biaya produksi ransum dan tidak bersaing dengan kebutuhan manusia yang ketersediaannya banyak, serta memiliki kandungan gizi yang cukup baik (Hidayatullah *et al.*, 2014). Namun, pemanfaatan limbah roti secara langsung dalam produksi ransum beresiko menghasilkan ransum yang dapat membahayakan kesehatan ternak akibat adanya berbagai kontaminan dari mikroba patogen. Oleh karena itu, produksi ransum memanfaatkan limbah roti perlu dibarengi dengan aplikasi teknologi pengolahan pakan, salah satunya berupa fermentasi menggunakan probiotik. Probio-BaliTani memanfaatkan lima isolat bakteri yang terdiri dari *Bacillus subtilis* BR₄LG, *Bacillus subtilis* BR₂CL, *Aneurinibacillus sp.*BT₄LS, *Bacillus sp.* BT₄CL dan *Bacillus sp.* BT₈XY (Mudita *et al.*, 2019). Penelitian Mudita *et al.* (2020) menunjukkan bahwa pemanfaatan probiotik “Probio-BaliTani” membantu proses pencernaan pakan dan meningkatkan kesehatan dalam saluran cerna maupun tubuh inangnya. Dengan meningkatnya tingkat pencernaan dalam tubuh inang (dalam hal ini broiler), maka penyerapan nutrisi menjadi optimal sehingga tidak terjadi penimbunan lemak dalam tubuh.

Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh pemberian ransum komersial yang disubstitusi limbah roti terfermentasi probiotik “Probio-BaliTani” terhadap profil lemak darah broiler.

MATERI DAN METODE

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di Farm Fakultas Peternakan Universitas Udayana, Jalan Raya Sesetan, Denpasar, Bali. Analisis Laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan

Makanan Ternak, jalan P. B. Soedirman dan Balai Labpratorium Kesehatan Provinsi Bali, jalan Angsoka, Denpasar. Penelitian ini dilaksanakan selama 35 hari.

Broiler

Broiler yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayam broiler strain CP 707 produksi PT. Charoen Pokphand Tbk umur 1 hari sebanyak 80 ekor dengan bobot badan $51,07+5,53g$ dan *unsexing*.

Limbah roti

Limbah roti yang digunakan adalah limbah roti tawar yang diperoleh dari pabrik roti Vanessa Bakery, Jl. Astasura I No. 46, Peguyangan, Kecamatan Denpasar Barat, Kota Denpasar, Bali.

Kandang dan perlengkapan

Kandang menggunakan kandang baterai koloni sebanyak 20 petak yang terbuat dari kayu, bilah bambu dan jaring-jaring kawat. Masing-masing unit kadang berukuran 80 x 60 x 75 cm dan tiap unit diisi tempat pakan, tempat air minum dan dinding atau tirai kandang untuk menjaga suhu kandang.

Ransum dan air minum

Ransum komersial yang digunakan selama pemeliharaan adalah ransum yang diproduksi oleh PT. Charoen Phokphan Indonesia Tbk yaitu ransum 511 Bravo. Ransum tersebut disubstitusi limbah roti dengan level berbeda sesuai perlakuan, yaitu 10% (R1), 15% (R2), 20%(R3) dan 25% (R4) terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani” sesuai perlakuan. Air minum pada penelitian ini bersumber dari sumur bor. Pada penelitian ini, baik pakan maupun air minum diberikan secara *adlibitum*. Adapun kandungan nutrien dalam ransum komersial broiler dapat dilihat pada Tabel 1. sebagai berikut:

Tabel 1. Kandungan nutrisi ransum komersial broiler (511 Bravo)

Kandungan Nutrien	Jumlah	
	*511 Bravo	**Standar
Energi Metabolisme (Kkal/kg)	Min. 2900	Min. 2900
Protein Kasar (%)	Min. 20	Min. 19
Lemak Kasar (%)	Min. 5	Maks. 7,4
Serat Kasar (%)	Maks. 5	Maks. 6
Kalsium (Ca) (%)	0,80-1,10	0,90-1,20
Fosfor (P) (%)	Min. 0,50	Min. 0,40
Abu (%)	Maks. 8	Maks. 8
Kadar Air (%)	Maks. 14	Maks. 14

Sumber : *Brosur makanan ternak broiler fase starter dan finisher PT. Charoen Pokphand Indonesia

**Standar nutrisi menurut SNI (2006)

Tabel 2. Kandungan nutrisi ransum komersial disubstitusi limbah roti terfermentasi probiotik “Probio-BaliTani”

Kandungan Nutrien	Perlakuan				
	R0	R1	R2	R3	R4
Protein Kasar (%)	29,57	28,46	25,64	24,27	23,17
Lemak Kasar (%)	4,92	5,08	5,30	5,21	5,03
Serat Kasar (%)	4,29	3,53	2,88	2,57	2,66
Abu (%)	6,502	5,86	6,01	6,58	6,19
Bahan Kering (%)	88,26	88,50	89,11	88,46	88,73
Bahan Organik (%)	93,50	94,14	93,90	93,42	93,81

Sumber : Juniarta (2023 (*Unpublished*))

Peralatan

Peralatan yang digunakan pada penelitian antara lain timbangan kapasitas 10 kg, timbangan digital kepekaan 100 g, terpal sebagai alas mencampur pakan, kantong plastik, label, tali rafia, isolasi, gunting dan pisau sebagai alat memotong. Sementara itu, peralatan yang digunakan untuk pengambilan sampel darah terdiri dari tabung hisap (*vaccum tube*) tutup berwarna merah (tanpa anti-koagulan), termos es (*cooler box*), bahan pengambilan sampel yang terdiri dari tisu, kapas dan alkohol, serta alat untuk pengambilan sampel serum darah yang terdiri dari *centrifuge*, mikropipet dan tabung serum.

Rancangan penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan empat ulangan. Setiap ulangan menggunakan 4 ekor broiler, sehingga secara keseluruhan terdapat 20 unit percobaan yang menggunakan 80 ekor broiler. Adapun 5 perlakuan yang diberikan yaitu:

- R0 : Ransum komersial tanpa substitusi limbah roti terfermentasi probiotik “Probio-BaliTani”
- R1 : Ransum komersial yang disubstitusi 10% limbah roti terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani”
- R2 : Ransum komersial yang disubstitusi 15% limbah roti terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani”
- R3 : Ransum komersial yang disubstitusi 20% limbah roti terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani”
- R4 : Ransum komersial yang disubstitusi 25% limbah roti terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani”

Prosedur pengacakan broiler

Pengacakan broiler dilakukan saat sebelum penelitian dimulai dengan penimbangan 100 ekor ayam. Untuk mendapatkan bobot badan broiler yang homogen, maka dicari rata-rata bobot badan dan standar deviasinya. Broiler yang dipilih adalah broiler dengan kisaran bobot badan diantara kisaran bobot badan yang sesuai yaitu $51,07 \pm 5,53g$ sebanyak 80 ekor. Broiler tersebut kemudian dimasukkan ke dalam petak kandang yang telah diberi label nomor 1 hingga 20. Masing-masing petak diisi broiler sebanyak 4 ekor, sehingga keseluruhan broiler yang digunakan sebanyak 80 ekor.

Fermentasi limbah roti

Proses fermentasi limbah roti dilakukan dengan memotong limbah roti menjadi beberapa bagian yang lebih kecil dengan tujuan untuk mempercepat proses pengeringan dan fermentasi. Setelah itu, limbah roti dikeringkan dengan pengovenan untuk mengurangi kadar air pada limbah roti dan mencegah bertambahnya jamur yang tumbuh. Setelah limbah roti kering, selanjutnya limbah roti dimasukkan ke dalam kantong plastik dan ditambahkan larutan yang mengandung

probiotik “Probio-BaliTani” sebanyak 1% hingga kadar air bahan mencapai 60% (DM basis), lalu dicampur hingga homogen. Setelah homogen, campuran bahan dimampatkan dan diikat menggunakan tali rafia, sehingga kondisi di dalam kantong plastik adalah aerob. Selanjutnya, kantong-kantong plastik berisi campuran bahan tersebut dimasukkan ke dalam tong dan ditutup rapat selama 7 hari. Setelah proses fermentasi selesai, dilanjutkan dengan proses pengeringan bertingkat selama 5 hari pada suhu yang berbeda yaitu 40°C (2 hari), 45°C (2 hari) dan 50°C (1 hari). Setelah melalui proses pengeringan bertingkat, limbah roti digiling menjadi bentuk tepung. Tahap akhir limbah roti dicampur dengan ransum komersial dan siap diberikan pada broiler.

Pembuatan ransum

Penelitian ini menggunakan ransum komersial yang disubstitusi limbah roti dengan level pemberian berbeda sesuai perlakuan terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani”. Limbah roti yang digunakan berasal dari roti tawar kadaluwarsa yang kemudian diolah menjadi bentuk tepung.

Ransum komersial disubstitusi limbah roti terfermentasi probiotik dibuat dengan cara menambahkan tepung limbah roti dengan level berbeda sesuai perlakuan yakni 90% ransum komersial + 10% tepung limbah roti, 85% ransum komersial + 15% tepung limbah roti, 80% ransum komersial + 20% tepung limbah roti dan 75% tepung komersial + 25% tepung limbah roti, lalu kedua bahan tersebut dicampur hingga homogen. Setelah itu, ransum siap diberikan pada broiler.

Pemberian pakan dan minum

Ransum dan air minum diberikan secara *ad libitum* (selalu tersedia) dengan cara mengisi $\frac{3}{4}$ bagian dari tempat pakan agar ransum tidak tercecer.

Pemanenan broiler

Pemanenan broiler dilakukan pada umur 35 hari. Sebelum dipanen, broiler dipuaskan selama 12 jam dan ditimbang. Proses pemuasaan dilakukan agar saluran pencernaan kosong dan bobot badan yang diperoleh adalah bobot badan bersih.

Pengambilan sampel darah

Sampel darah diambil menggunakan metode sebagai berikut:

1. Broiler diletakkan secara perlahan dalam posisi berbaring sambil dipegang.
2. Kepala broiler ditahan ke satu sisi dan pastikan broiler sudah dalam keadaan tenang.

3. Basahi bagian leher yang akan diambil darah menggunakan kapas yang telah dibasahi alkohol.
4. Jika broiler sudah dalam keadaan tenang, sembelih broiler dengan cara memutuskan saluran pernafasan (*trachea*), saluran makan (*esophagus*) dan dua urat leher (pembuluh darah di kanan dan kiri leher) dengan satu kali sayatan tanpa mengangkat pisau.
5. Tampung darah menggunakan tabung hisap (*vaccum tube*) sesuai kebutuhan.

Sampel darah yang dianalisa adalah sampel serum darah. Untuk mendapatkan sampel serum, darah ditampung sebanyak 3 ml dari 1 ekor broiler pada tiap ulangan, sehingga total sampel yang diambil sebanyak 20 sampel. Setelah darah ditampung dalam *vaccum tube* berwarna merah (tanpa antikoagulan), lalu selanjutnya dilakukan centrifuge untuk mendapatkan sampel serum sebanyak 0,5 ml dari tiap ekor. Selanjutnya, sampel serum disimpan dalam termos es (*cooler box*), kemudian segera dibawa ke Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Bali untuk selanjutnya dianalisa

Variabel yang diamati

Terdapat 4 (empat) variabel yang diamati pada penelitian ini yang terdiri dari kadar kolesterol darah, HDL (*High Density Lipoprotein*), LDL (*Low Desity Lipoprotein*) dan trigliserida.

Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan sidik ragam. Jika diantara perlakuan terdapat perbedaan yang nyata ($P < 0,05$), maka analisis dilanjutkan dengan uji jarak berganda dari Duncan (Steel dan Torrie. 1993).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis terhadap kadar kolesterol, HDL (*High Density Lipoprotein*), LDL (*Low Density Lipoprotein*) dan trigliserida pada broiler yang diberi ransum komersial disubstitusi limbah roti terfermentasi “Probio-BaliTani” dapat dilihat Tabel 3.

Tabel 3. Rataan kadar kolesterol, HDL (*High Density Lipoprotein*), LDL (*Low Density Lipoprotein*) dan trigliserida broiler

Variabel	Perlakuan ¹⁾					SEM ²⁾
	R0	R1	R2	R3	R4	
Kolesterol (mg/dl)	100,00 ^{a3)}	109,75 ^a	107,00 ^a	101,50 ^a	100,75 ^a	2,95
HDL (<i>High Density Lipoprotein</i>) (mg/dl)	60,48 ^a	64,18 ^a	58,50 ^a	51,65 ^a	69,40 ^a	2,67
LDL (<i>Low Density Lipoprotein</i>) (mg/dl)	27,20 ^c	39,48 ^{ab}	34,80 ^b	43,50 ^a	26,10 ^c	2,07
Trigliserida (mg/dl)	41,50 ^a	30,50 ^a	42,75 ^a	31,75 ^a	26,25 ^a	2,52

Keterangan:

1. Broiler yang diberi perlakuan R0 (ransum komersial tanpa limbah roti terfermentasi probiotik “Probio-BaliTani”), R1 (ransum komersial yang disubstitusi 10% limbah roti terfermentasi probiotik “Probio-BaliTani”), R2 (ransum komersial yang disubstitusi 15% limbah roti terfermentasi probiotik “Probio-BaliTani”), R3 (ransum komersial yang disubstitusi 20% limbah roti terfermentasi probiotik “Probio-BaliTani”), R4 (ransum komersial yang disubstitusi 25% limbah roti terfermentasi probiotik “Probio-BaliTani”).
2. SEM: *Standard error of the treatment means*
3. Nilai yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda pada baris yang sama, menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).

Kolesterol

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rataan kolesterol darah broiler yang diberi ransum komersial tanpa substitusi limbah roti terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani” sebagai kontrol (R0) adalah 100,00 mg/dl (Tabel 3). Broiler yang mendapat perlakuan R1, R2, R3 dan R4 menyebabkan kadar kolesterol masing-masing 9,75%, 7,00%, 1,50%, dan 0,75% lebih tinggi daripada kontrol (R0) namun secara statistik tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

Hasil analisis kadar kolesterol broiler yang diberi ransum komersial disubstitusi limbah roti terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani” tidak nyata ($P > 0,05$) lebih tinggi daripada ransum komersial sebagai kontrol. Hal ini berarti bahwa substitusi limbah roti hingga level 25% terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani” tidak berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kadar kolesterol darah broiler. Hal ini merupakan suatu hal yang positif mengingat limbah roti kaya akan gula atau karbohidrat mudah larut sehingga sangat potensial meningkatkan kadar kolesterol darah dari broiler, namun akibat adanya proses fermentasi menggunakan probiotik “Probio-BaliTani” mengakibatkan sintesis lemak khususnya kolesterol dari komponen

gula-gula atau karbohidrat mudah larut relatif lebih bisa dibatasi. Hasil analisis ransum perlakuan juga telah menunjukkan walaupun kadar lemak ransum secara kuantitatif mengalami peningkatan, namun secara statistik belum menunjukkan perbedaan nilai yang signifikan (Lampiran 5). Disamping itu, adanya tingkat konsumsi ransum yang tidak berbeda nyata ($P>0,05$) pada pemberian ransum komersial disubstitusi limbah roti pada level 10%, 15%, 20% dan 25% terfermentasi probiotik “Probio-BaliTani” (R1, R2, R3, R4) (Lampiran 6), mengakibatkan pasokan lemak pakan pada broiler menjadi berbeda tidak nyata ($P>0,05$), sehingga kadar kolesterol broiler yang dihasilkan juga berbeda tidak nyata. Menurut (Hargis, 1988), kadar kolesterol darah dipengaruhi oleh faktor pakan, genetik dan obat-obatan.

Pada penelitian ini, meskipun kadar kolesterol pada tiap perlakuan tidak berbeda nyata ($P>0,05$), namun secara kuantitatif hasil rata-rata kadar kolesterol ransum komersial sebagai kontrol adalah yang paling rendah yaitu 100,00 mg/dl dibandingkan ransum perlakuan. Kadar kolesterol darah broiler pada perlakuan kontrol lebih rendah diduga karena perbedaan kandungan lemak dan karbohidrat mudah larut (Bahan ekstrak tanpa nitrogen/BETN) antara ransum komersial dengan ransum perlakuan. Pada ransum perlakuan R1, R2, R3 dan R4 memiliki kandungan lemak yang lebih tinggi dengan kadar serat kasar yang lebih rendah dibandingkan dengan ransum komersial sebagai kontrol. Adapun kandungan lemak pada pakan komersial sebesar 4,92%, adalah yang paling rendah dibandingkan kandungan lemak pada pakan perlakuan R1, R2, R3, R4 berturut-turut yaitu 5,08%, 5,30%, 5,28%, dan 5,03% (Juniarta, (*unpublished*)). Menurut Ngitung dan Umar (2022), lemak adalah zat pakan sebagai sumber kolesterol, trigliserida, asam lemak bebas dan fosfolipid. Kolesterol diperoleh dari karbohidrat dan lemak yang disintesis di dalam hati (Windi *et al.*, 2017). Rendahnya kandungan lemak sebagai sumber kolesterol pada ransum komersial menyebabkan kandungan kolesterol broiler yang dihasilkan juga rendah.

Selain itu, kadar kolesterol juga berkaitan dengan kandungan serat pada ransum. Menurut Danang (2020), serat dalam pakan digunakan sebagai bahan pencahar yang mempercepat laju aliran ransum (*rate of passage*) dalam saluran pencernaan unggas. Dengan begitu, fungsi serat dapat secara optimal bekerja dalam mengikat zat-zat pakan dalam usus halus unggas, dan membawanya keluar dalam ekskreta (kotoran) sebelum banyak diserap oleh *villi* usus akibat *rate of passage* yang cepat. Pada penelitian ini, kandungan serat pada ransum perlakuan lebih rendah

dibandingkan dengan ransum komersial. Adapun kandungan serat kasar R1, R2, R3, R4 berturut-turut adalah 3,53%, 2,88%, 2,57% dan 2,66%, serta serat kasar pada ransum komersial adalah 4,29% (Juniarta, (*Unpublished*)). Rendahnya kandungan serat dalam ransum menyebabkan semakin rendah/lambannya laju aliran pakan, sehingga zat-zat pakan seperti lemak dan karbohidrat sebagai sumber kolesterol dapat dicerna dengan lebih baik/optimal sehingga akan meningkatkan jumlah karbohidrat dan lemak yang diserap, sehingga kadar kolesterol yang dihasilkan pada broiler perlakuan rendah. Meskipun lebih rendah, namun kadar kolesterol pada tiap perlakuan tidak berbeda nyata ($P>0,05$) dibandingkan dengan perlakuan kontrol (R0). Hal ini diduga karena sebagian besar kolesterol pada darah diperoleh dari sintesis yang berasal dari hati. Kolesterol yang terdapat dalam darah sekitar 25% berasal dari pakan, sedangkan selebihnya berasal dari sintesis yang terjadi di dalam tubuh yakni di hati (Hasibuan *et al.*, 2021). Lebih lanjut, menurut Herper *et al.* (1980) menyatakan bahwa sekitar 80% kolesterol pada darah diperoleh dari sintesis dari hati. Berdasarkan pendapat tersebut, diduga jumlah kolesterol pada perlakuan tidak mengalami perubahan dengan kontrol karena kadar kolesterol terbesar dipengaruhi oleh sintesis di hati, yang mana hati akan mensintesis kolesterol jika kolesterol yang dihasilkan dari pakan kurang. Kolesterol (dalam kadar normal) memiliki banyak manfaat bagi tubuh, misalnya sebagai bahan pembentuk dinding sel, pembentukan hormon misalnya hormon seks, pembentukan vitamin D dan sebagai bahan pembentukan asam dan garam empedu yang berfungsi dalam mengemulsi lemak (Ngitung dan Umar, 2022). Kadar kolesterol darah pada penelitian ini masih dalam batas normal, yaitu antara 100-109,75 mg/dl. Hal ini sesuai yang dilaporkan oleh Nggena *et al.* (2019) pada penelitiannya bahwa kisaran normal kolesterol darah broiler adalah antara 77,09 - 110,22 mg/dl.

HDL (*High Density Lipoprotein*)

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata HDL darah broiler yang diberi ransum komersial tanpa substitusi limbah roti terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani” sebagai kontrol (R0) adalah 60,48 mg/dl (Tabel 3). Broiler yang mendapat perlakuan R1 dan R4 tidak nyata menaikkan ($P>0,05$) kadar HDL broiler masing-masing 6,12% dan 14,76% dibandingkan dengan R0. Sedangkan broiler yang mendapat perlakuan R2 dan R3 tidak nyata menurunkan ($P>0,05$) kadar HDL broiler masing-masing 3,27% dan 14,59% dibandingkan dengan R0.

Berdasarkan hasil analisis, kadar HDL pada perlakuan R1 dan R4 tidak nyata ($P > 0,05$) lebih tinggi dibandingkan R0, sedangkan R2 dan R3 tidak nyata ($P > 0,05$) lebih rendah dibandingkan R0. Hal ini berarti bahwa ransum yang disubstitusi limbah roti sampai dengan level 25% terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani” belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan/penurunan kadar HDL. Hal ini merupakan fenomena yang menarik yang kemungkinan besar terjadi sebagai dampak dan hasil interaksi dari kualitas dan kandungan protein kasar, kadar karbohidrat mudah larut/gula dan juga lemak dari ransum perlakuan yang diketahui membawa dampak yang saling berlawanan terhadap kadar HDL dalam darah broiler. Kadar dan kualitas protein yang tinggi akan mengakibatkan sintesis lipoprotein yang merupakan komponen utama HDL akan meningkat, namun peningkatan kandungan gula/karbohidrat mudah larut/BETN dan lemak akan menurunkan sintesis lipoprotein. Menurut Hartoyo *et al.* (2005) kadar HDL di dalam darah sangat dipengaruhi oleh pakan yang masuk, terutama lemak pakan, yang mana lemak dalam pakan terdapat dalam bentuk triasil-glisерol, dicerna oleh enzim lipase dalam usus kecil menjadi asam lemak dan monoasil-glisерol, dan selanjutnya masuk ke dalam peredaran darah melalui sistem limfatik dalam bentuk kolimikron, HDL, LDL, VLDL, dan serum albumin. HDL mengandung 50% lipid dan 50% protein dengan apoprotein apoA-I dan apoA-II yang disintesis di dalam hati dan usus (Jim, 2013). Penurunan kandungan protein kasar dan serat kasar ransum sebagai akibat substitusi ransum komersial dengan 10 - 25% limbah roti terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani” (lampiran 5) sudah tentu akan mengakibatkan pasokan protein bagi ternak akan menurun, sedangkan pasokan gula/karbohidrat mudah larut akan meningkat, sehingga sintesis lipoprotein yang merupakan protein majemuk yang berkonjugasi dengan lemak juga akan menurun dan berakibat pada terjadinya penurunan kadar HDL dalam darah. Hal ini mengingat karbohidrat mudah larut/gula-gula yang terserap akan dibentuk menjadi lemak dalam hati sehingga kadar lemak dari lipoprotein akan lebih tinggi sehingga mendorong terbentuknya *Low Density Lipoprotein*/LDL, bukan *High Density Lipoprotein*/HDL. Disisi lain, walaupun terjadi penurunan pasokan protein kasar bagi broiler akibat peningkatan substitusi limbah roti terfermentasi probiotik “Probio-BaliTani” sampai dengan 25% (R4), namun protein yang bersumber dari mikroba yang disinyalir terdapat pada limbah roti terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani” diduga mempunyai kualitas yang lebih baik daripada kualitas protein kasar dalam ransum komersial, sehingga pada

perlakuan R4 yang mensubstitusi ransum komersial dengan 25% limbah roti terfermentasi probiotik “probio-BaliTani” mengakibatkan kadar HDL darah broiler meningkat secara kuantitatif walaupun belum mampu secara nyata meningkatkan kadar HDL darah.

Murray *et al.*, (2003) menyatakan bahwa tinggi rendahnya HDL dalam darah berhubungan dengan kadar kolesterol serta aktivitas sintesis senyawa steroid dan garam empedu. Korelasi ini berkaitan dengan fungsi HDL dalam pengangkutan kolesterol. HDL akan mengangkut kelebihan kolesterol dan lipoprotein lainnya untuk dibawa kembali ke hati yang selanjutnya akan diuraikan lalu dibuang ke dalam kandung empedu sebagai asam (cairan) empedu (Danang, 2020). Faktor lainnya adalah berkaitan dengan kandungan protein pada pakan. Menurut Danang (2020), HDL dibentuk oleh protein utama yaitu Apo-A (apolipoprotein) dan sedikit lemak dengan kepadatan yang tinggi. Berdasarkan data kandungan ransum yang disubstitusi limbah roti hingga level 25% terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani” memiliki kandungan protein yang lebih rendah daripada ransum komersial sebagai kontrol. Adapun kandungan protein ransum perlakuan R1, R2, R3, R4 berturut-turut yaitu 28,46%, 25,64%, 24,27%, 23,17%, serta kandungan protein ransum komersial adalah 29,57% (Juniarta, *Unpublished*). Kandungan protein yang rendah ini menyebabkan HDL rendah karena protein sebagai sumber utama pembentukan HDL. Menurut Anderson dan Berry (2000), kadar HDL yang tinggi penting karena berkaitan dengan fungsinya sebagai antioksidan dan antikoagulan yang mampu mencegah timbulnya penyakit pada tubuh ternak. Kadar HDL yang tinggi dapat mengangkut kolesterol bebas di dalam jaringan perifer termasuk pembuluh darah ke reseptor HDL di hati yang akan dikeluarkan melalui empedu (Meliandasari *et al.*, 2013). Rataan kadar HDL pada hasil penelitian pada masing-masing perlakuan adalah sebesar 51,65 - 69,40 mg/dl. Kisaran kadar HDL pada penelitian ini masih dalam kisaran normal. Menurut Basmacioğlu dan Ergül (2005) kadar HDL normal pada ayam broiler ≥ 22 mg/dl.

LDL (*Low Density Lipoprotein*)

Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata persentase variabel LDL darah broiler yang diberi ransum komersial tanpa substitusi limbah roti terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani” sebagai kontrol (R0) adalah 27,2 mg/dl (Tabel 4.1). Broiler yang mendapatkan perlakuan R1, R2, R3 nyata menaikkan ($P < 0,05$) kadar LDL masing-masing 45,13%, 27,94%, 59,93% dibandingkan dengan R0. Sedangkan broiler yang mendapat perlakuan R4 tidak nyata

menurunkan ($P>0,05$) kadar LDL sebesar 4,04% dibandingkan dengan R0. Pada perlakuan R3, pemberian ransum komersial yang disubstitusi limbah roti pada level 20% terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani” menghasilkan kadar LDL tertinggi (43,50 mg/dl) yang berbeda nyata dengan perlakuan R0, R1 dan R4, namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan R1.

Pemberian ransum komersial disubstitusi limbah roti terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani” pada level 10%, 15% dan 20% (R1, R2, R3) memberikan pengaruh yang signifikan ($P<0,05$) terhadap peningkatan kadar LDL darah broiler (39,48 mg/dl, 34,80 mg/dl, dan 43,50 mg/dl), sedangkan pada perlakuan R4 mengakibatkan kadar LDL rendah (26,10 mg/dl) yang tidak berbeda nyata ($P>0,05$) dengan R0 yang mempunyai kadar LDL darah 27,20 mg/dl (Tabel 4.1). Terjadinya peningkatan kadar LDL pada perlakuan R1, R2, R3 diduga dipengaruhi oleh peningkatan secara kuantitatif kadar lemak dalam ransum, penurunan serat kasar (diprediksi kadar karbohidrat mudah larut/BETN meningkat) dan penurunan kadar protein kasar ransum pakan (Lampiran 5) serta konsentrasi kolesterol, termasuk HDL dalam darah broiler (Tabel 4.1). Hasibuan *et al.* (2021) menyatakan bahwa kadar LDL di dalam darah dipengaruhi oleh pakan yang dikonsumsi, kecepatan proses biosintesa kolesterol di dalam darah dan pengaruh genetik ternak. Kandungan lemak pada perlakuan R1, R2 dan R3 berturut-turut 5,08%, 5,30% dan 5,21% lebih tinggi dibandingkan perlakuan R0 dan R4 yaitu 4,92% dan 5,03% (Juniarta, *Unpublished*). Menurut Fauzan (2022), tinggi rendahnya kadar LDL broiler dipengaruhi oleh kandungan lemak pada pakan yang dikonsumsi, yang mana pakan dengan kandungan lemak tinggi dapat menyebabkan kenaikan kadar LDL dalam darah sehingga kolesterol dalam darah juga meningkat, karena LDL merupakan lipoprotein yang mengandung banyak kolesterol. Disamping itu, peningkatan pasokan karbohidrat mudah larut/BETN sebagai respon pemberian limbah roti terfermentasi probiotik “Probio-BaliTani” yang kaya akan gula dan dengan kandungan serat kasar rendah mengakibatkan pasokan karbohidrat/gula meningkat, yang akan meningkatkan pula sintesis lemak dalam hati dan akan berpengaruh langsung terhadap peningkatan LDL darah. Sementara itu, penurunan kembali kadar LDL pada R4 diduga sebagai respon positif dari peningkatan substitusi limbah roti terfermentasi 1% “Probio-BaliTani” sampai dengan level 25% yang kemungkinan besar akan meningkatkan pasokan protein berkualitas tinggi yaitu protein mikroba sehingga akan mampu memperbaiki biosintesis kolesterol darah ke arah pembentukan HDL (kolesterol baik) yang sekaligus juga akan meningkatkan sintesis

lipoprotein sehingga kadar LDL darah Kembali turun hingga menjadi tidak berbeda nyata ($P>0,05$) dengan perlakuan kontrol (R0) yang merupakan ransum dengan kandungan protein kasar lebih tinggi dan berbeda nyata ($P<0,05$) 29,57% dibandingkan perlakuan R4 sebesar 23,17% (Lampiran 5). Block (2006) menyatakan bahwa protein mikroba utamanya yang bersumber dari bakteri merupakan sumber protein dan asam amino berkualitas tinggi yang setara dengan kualitas susu, telur dan/atau bahan pakan kaya protein berkualitas tinggi. Peningkatan level pemberian limbah roti terfermentasi 1% “probio-BaliTani” sudah tentu akan meningkatkan pasokan protein berkualitas sehingga sintesis lipoprotein akan meningkat dan kadar LDL akan menurun.

Kadar LDL dalam darah broiler dapat menunjukkan seberapa banyak kolesterol yang diedarkan ke sel-sel dalam tubuh. Menurut Hasanuddin *et al* (2013), kadar LDL dalam darah dipengaruhi oleh konsentrasi kolesterol. Pada perlakuan R1, R2, dan R3 memiliki kadar yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan R0 dan R4. Hal ini dikarenakan kolesterol yang terdapat pada perlakuan R1, R2 dan R3 tinggi, sehingga LDL yang dihasilkan sebagai pengangkut kolesterol juga tinggi. Sementara itu, konsentrasi kolesterol pada perlakuan R0 dan R4 rendah, sehingga LDL yang dibutuhkan juga lebih rendah. LDL (*Low Density Lipoprotein*) adalah salah satu jenis lipoprotein yang terbentuk dari protein utama Apo-B (apolipoprotein-B) dan memiliki fungsi sebagai transpot yang mengangkut kolesterol untuk dibawa ke sel-sel tubuh yang memerlukan termasuk ke sel otot jantung, otak dan lain-lain agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya (Danang, 2020). Rataan kadar LDL penelitian pada masing-masing perlakuan adalah sebesar 26,1-43,5 mg/dl (Tabel 4.1). Menurut (Basmacioğlu dan Ergül, 2005), kadar LDL normal pada ayam adalah <130 mg/dl.

Trigliserida

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata trigliserida darah broiler yang diberi ransum komersial tanpa substitusi limbah roti terfermentasi 1% probiotik “Probiotik-BaliTani” sebagai kontrol (R0) adalah 41,50 mg/dl (Tabel 4.1). Broiler yang mendapat perlakuan R2 memiliki kadar trigliserida yang tidak nyata lebih rendah ($P>0,05$) 3,01% dibandingkan dengan R0. Sedangkan, broiler yang mendapat perlakuan R1, R3, R4 menyebabkan penurunan kadar trigliserida masing-masing 26,51%, 23,49%, 36,75%, namun secara statistik tidak berbeda nyata ($P>0,05$) dibandingkan dengan R0.

Pada variabel trigliserida darah broiler, hasil analisis sidik ragam menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata ($P > 0,05$) pada tiap perlakuan. Hal ini berarti bahwa pemberian ransum yang disubstitusi limbah roti terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani” hingga level 25% belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kadar trigliserida broiler. Trigliserida adalah lemak utama di dalam tubuh yang terbentuk di hati dari gliserol dan lemak yang berasal dari makanan atau kelebihan kalori akibat konsumsi yang berlebih (Heming, 2006). Kadar trigliserida dipengaruhi oleh adanya perubahan sintesis asam-asam lemak yang berasal dari ransum yang dikonsumsi ayam tersebut. Semakin tinggi asam-asam lemak yang dihasilkan dari proses lipogenesis karbohidrat dan protein serta asam-asam amino, maka trigliserida yang disintesa di hati juga mengalami peningkatan dan secara langsung mempengaruhi konsentrasi trigliserida di serum darah (Hasibuan *et al.*, 2021). Kadar trigliserida juga berkaitan dengan karbohidrat dan protein sebagai salah satu sumber kalori bagi trigliserida. Selain lemak, kandungan karbohidrat juga merupakan bahan untuk terjadinya lipogenesis yang menghasilkan asam-asam lemak dan gliserol (Piliang dan Djojosoebagio, 1990). Citrawidi *et al.*, (2012) menyatakan bahwa kadar trigliserida darah sangat dipengaruhi oleh kadar karbohidrat pakan dan sirkulasi asam lemak bebas dalam tubuh, yang mana kandungan karbohidrat berlebih pada pakan yang dikonsumsi akan diubah di hati menjadi asam lemak, kemudian membentuk trigliserida. Pendapat serupa juga dinyatakan (Siregar *et al.*, 2020) dan (Mushawwir *et al.*, 2020) bahwa sumber trigliserida bukan hanya berasal dari lemak makanan (asam lemak jenuh dan tidak jenuh), tetapi juga berasal dari makanan yang mengandung karbohidrat (sederhana dan kompleks). Rataan kadar trigliserida pada masing-masing perlakuan adalah sebesar 26,25-42,75 mg/dl. Kadar trigliserida normal pada ayam adalah < 150 mg/dl (Basmacioğlu dan Ergül, 2005).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian ransum komersial yang disubstitusi dengan limbah roti terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani” pada level 10 hingga 25% belum mempengaruhi kadar kolesterol, HDL dan trigliserida darah broiler, namun substitusi pada level 10 – 20% mengakibatkan terjadinya peningkatan kadar LDL darah,

sedangkan pada level 25% menghasilkan kadar LDL darah yang sama dengan pemberian ransum komersial tanpa substitusi limbah roti terfermentasi 1% probiotik “Probio-BaliTani”

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan limbah roti terfermentasi probiotik “Probio-BaliTani” pada level yang berbeda (di atas 25%) dan/atau menggunakan formulasi ransum yang berbeda.

UCAPAN TERIMAKASIH

Perkenankan penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Rektor Universitas Udayana Prof. Dr. Ir. I Nyoman Gde Antara, M.Eng., IPU, Dekan Fakultas Peternakan Dr. Ir. I Nyoman Tirta Ariana, MS,IPU, ASEAN Eng, dan Koordinator Program Studi Sarjana Peternakan Dr. Ni Luh Putu Sriyani, S.Pt., MP., IPM, ASEAN Eng. atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk mengikuti dan menyelesaikan pendidikan di Program Studi Sarjana Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Udayana.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, E. T dan B. W. Berry. 2000. Sensory, Shear And Cooking Properties Of Lower-Fat Beef Patties Made With Inner Pea Fiber. *J. Food Science*. 65(5): 805–810.
- Antonius, T. W., Sugiharto dan Isroli. 2017. Pengaruh Penambahan Air Rebusan Kunyit dalam Air terhadap Trigliserida, Kolesterol dan Lipoprotein pada Darah Ayam Broiler. *Seminar Nasional: Sekolah Tinggi Penyusunan Pertanian (STPP) Magelang*. 1: 561–568. Available at: <https://jurnal.polbangtanyoma.ac.id/index.php/pros2020yoma/article/view/518>.
- Basmacioğlu, H. dan M. Ergül. 2005. Research On The Factors Affecting Cholesterol Content And Some Other Characteristics Of Eggs In Laying Hens: The Effects Of Genotype And Rearing System. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 29(1): 157–164.
- Block, E. 2006. Rumen Microbial Protein Production: Are We Missing an Oppurtunity to Improve Dietary and Economic Efficiencies in Protein Nutrition of the High Producing Dairy Cow. in *Industry Presentation. High Plains Dairy Conference*. .
- Citrawidi, T. A., Murningsih, W., dan V. D. Y. B. Ismadi. 2012. Pengaruh Pemeraman Ransum Dengan Sari Daun Pepaya Terhadap Kolesterol Darah Dan Lemak Total Ayam Broiler. *Animal Agriculture Journal*. 1(1): 529–540.

- Danang, B. 2020. Manipulasi Kolesterol Pada Ransum Ternak Dan Penanggulangannya. Banjarmasin.
- Fauzan, T. A. 2022. Pengaruh Pemberian Tapak Liman (*Elephantopus Scaber L.*) Terhadap High Density Lipoprotein (HDL) Dan Low Density Lipoprotein (LDL) Serum Darah Broiler. Universitas lampung.
- Hargis, S. P. 1988. Modifying Egg Yolk Cholesterol In The Domestic Fowl. *World Polt Journ Sci.* 44: 17–19.
- Hartoyo, B., Irawan, I., dan N. Iriyanti. 2005. Effect of Fatty Acid Fiber Concentration in Broiler Ration to Cholesterol, HDL, LDL Blood Serum. *Animal Production.* 27–33.
- Hasanuddin S, Yunianto VD and Tristiarti. 2013. Profil Lemak Darah pada Ayam Broiler yang Diberi Pakan Step Down Protein dengan Penambahan Air Perasan Jeruk Nipis sebagai Acidifier. *JITP.* 3(1): 1–21.
- Hasibuan, R. M., Erwan, E., Elviriadi, E., Rodiallah, M., dan S. Maya. 2021. Total Kolesterol HDL, LDL dan Trigliserida Darah Ayam Broiler yang Diberi Tepung Daun Apu-Apu (*Pistia stratiotes*) dalam Ransum Basal. *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan.* 7(2): 92. <https://doi.org/10.24252/jiip.v7i2.21085>.
- Herper, A. H., Rodwell, V. W., dan P. A. Mayer. 1980. Biokimia (Review Of Physiological Chemistry). 17th edn. Edited by Martin Muliawan. Jakarta. Kedokteran E. G. C.
- Jim, E. L. 2013. Metabolisme Lipoprotein. *Jurnal Biomedik (JBM).* 5(3): 149–156. Available at: [file:///C:/Users/Asus/Downloads/Jim 2013.pdf](file:///C:/Users/Asus/Downloads/Jim%202013.pdf).
- Nggena, M., Telupere F. M. S., dan N. T. Tiba. 2019. Kajian Pertumbuhan dan Kadar Kolestrol Broiler yang Disubstitusi Tepung Daun Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) Terfermentasi Em4 dalam Ransum Basal. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia.* 14(1): 75–90.
- Meliandasari, D., Mahfudz, L. D., dan W. Sarengat. 2013. Pengaruh Penggunaan Tepung Rumput Laut (*Gracilaria Verrucosa*) dalam Ransum terhadap Perlemakan Ayam Broiler Umur 42 Hari. *Animal Agriculture Journal.* 2(1): 120–127. Available at: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/aaj/article/view/2077/2095>.
- Mudita, I. M, Cakra, I. G. L. O., Utama, I. N. S., dan I. G. Mahardika. 2019. Formulasi Biokatalis Bakteri Lignoselulolitik Sebagai Pengolah Limbah Pada Asaha Peternakan Sapi Bali *Laporan Penelitian Inovasi Udayana, Universitas Udayana.* . Denpasar.
- Mudita, I M, Sukanata, I W., Partama, I B.G., dan Utama, I N.S. 2020. Produksi Probiotik Bakteri Lignoselulolitik ‘Probio-Balitani’ Sebagai Pengganti AGP Usaha Peternakan Broiler. *Laporan Akhir Penelitian Calon Perusahaan Pemula Udayana.*
- Murray, R. K., Granner, D. K., Mayes, P. A., dan V. W. Rodwell. 2003. Biokimia Harper. Edited by Diterjemahkan oleh A. Hartono. Jakarta. Buku Kedokteran ECG Jakarta.

- Mushawwir, A., Suwarno, N., dan R. Permana. 2020. Profil Total Lemak dan Protein Hati Puyuh Fase Grower dan Layer. *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan*. 6(2): 65–76.
- Ngitung, R., dan M. F. R., Umar. 2022. Penurunan Kadar Lemak dan Kolesterol Ayam Broiler.
- Piliang, W. G., dan S. Djojosoebagio. 1990. Fisiologi Nutrisi. Bogor. Direktorat Institut, Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati.
- Siregar, R. H., Latipudin, D. dan A. Mushawwir. 2020. Profil Lipid Darah Ayam Ras Petelur yang Diberi Kitosan Iradiasi. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*. 2(1): 1–8.
- Sumardi, S., Sutyarso, S., Susanto, G. N., Kurtini, T., Hartono, M., dan R. Ety. 2016. Pengaruh Probiotik Terhadap Kolesterol Darah Pada Ayam Petelur (Layer). *Jurnal Kedokteran Hewan - Indonesian Journal of Veterinary Sciences*. 10(2): 128–131. <https://doi.org/10.21157/j.ked.hewan.v10i2.5042>.