

Profil Darah Domba Lepas Sapih yang Diberi Konsentrat Berbasis Protein Nabati atau Hewani

Blood Profile of Weaned Lambs Fed Concentrates Containing Plant- or Animal-Derived Protein

D M Fassah¹, F F Janah¹, F A Rangkuti¹, D Diapari¹, A Tarigan², D A Astuti^{1*}

Corresponding
deviaa@apps.ipb.ac.id,

¹) Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, IPB University, Jl. Agatis Kampus IPB Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

²) Pusat Penelitian Peternakan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Jl. Raya Jakarta-Bogor Km. 46 Cibinong, Bogor, Indonesia

ABSTRACT

This study aimed to evaluate starter concentrate containing plant-derived protein (*Indigofera sp.*) or animal-derived protein (*Black soldier fly* (BSF) larvae meal), on hematological and blood metabolite profiles of weaned Dorper lambs. A total of 21 weaned Dorper male lambs were utilized in a Completely Randomized Design (CRD) with 3 treatment groups and seven replications. The treatment groups included P0 = Martabe Farm feed (control), P1 = forage and starter concentrate containing *Indigofera sp.*, and P2 = forage and starter concentrate containing BSF larvae meal. The parameters measured were nutrient intake, amino acid intake, hematology, and blood metabolites. The concentrate starter containing *Indigofera sp.* or BSF larvae meal significantly increased ($p < 0.05$) nutrients and most of the individual amino acid intake, BUN, and erythrocyte count. It is concluded that the use of plant-based protein (*Indigofera sp.*) or animal-based protein (BSF larvae meal) in starter concentrate enhances nutrient intake and does not interfere with blood homeostasis in weaned Dorper male lambs.

Key words: black soldier fly larvae meal, blood metabolites, hematology, *Indigofera sp.*, weaned lamb

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi pemberian konsentrat starter dengan perbedaan sumber protein yaitu nabati (*Indigofera sp.*) dan hewani (tepung larva BSF) terhadap hematologi dan metabolit darah pada domba Dorper lepas sapih. Sebanyak 21 ekor domba Dorper lepas sapih digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) terdiri dari 3 perlakuan dan 7 ulangan. Perlakuan yang diberikan terdiri dari P0 = pakan Martabe Farm (kontrol), P1 = hijauan + konsentrat starter mengandung *Indigofera sp.*, dan P2 = hijauan + konsentrat starter mengandung tepung larva BSF. Peubah yang diamati pada penelitian ini yaitu konsumsi nutrisi dan asam amino, profil hematologi dan metabolit darah. Hasil penelitian menunjukkan konsentrat starter menggunakan *Indigofera sp.* atau tepung larva BSF nyata meningkatkan ($p < 0,05$) konsumsi nutrisi dan mayoritas individual asam amino, *blood urea nitrogen* (BUN) dan jumlah eritrosit. Simpulan penelitian penggunaan protein nabati (*Indigofera sp.*) atau protein hewani (tepung larva BSF) dalam konsentrat starter dapat meningkatkan konsumsi nutrisi tanpa mengganggu homeostasis darah pada domba Dorper lepas sapih.

Kata kunci: domba lepas sapih, hematologi, *Indigofera sp.*, metabolit darah, tepung larva BSF



PENDAHULUAN

Domba berperan dalam pemenuhan protein hewani nasional yang permintaannya terus meningkat setiap tahun (Rusdiana & Adiati 2020). Salah satu provinsi dengan populasi domba tertinggi adalah Sumatera Utara yaitu sebanyak 778.816 ekor dengan produksi daging domba sebanyak 748,6 ton pada tahun 2022 (BPS 2022). Domba Dorper merupakan domba pedaging unggulan dari persilangan Persia Kepala Hitam dengan domba Dorset (Alemseged & Hacker 2014), yang banyak dikembangkan di Sumatera Utara. Bangsa domba ini pada umur 3,5 sampai 4 bulan dapat mencapai bobot 36 kg. Domba Dorper memiliki kemampuan adaptasi yang unggul, tercermin pada tingkat reproduksi dan pertumbuhannya yang tinggi (Sholikhah et al. 2021).

Fase lepas sapih pada domba merupakan periode kritis karena adanya transisi pakan dari cair ke padat yang sering kali menyebabkan stress, penurunan tingkat konsumsi pakan yang berdampak pada penurunan pertumbuhan dan peningkatan mortalitas (Abdelsattar et al. 2023; Chen et al. 2024; Zamuner et al. 2023). Salah satu strategi untuk mendukung pertumbuhan yang optimal pada fase ini adalah dengan memberikan konsentrat *starter* yang kaya protein dan berperan membantu perkembangan rumen dan juga meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrisi (Li et al. 2020).

Protein dalam konsentrat starter dapat berasal dari dua sumber utama yaitu protein nabati dan protein hewani, yang memiliki karakteristik berbeda dalam mendukung metabolisme ternak. *Indigofera sp.* merupakan salah satu tanaman legum yang potensial karena mudah dibudidayakan dan memiliki produktivitas biomassa sekitar 33-51 ton BK ha⁻¹ tahun⁻¹. *Indigofera sp.* memiliki kandungan kalsium (Ca) dan fosfor (P) sebanyak 0,22% dan 0,18% serta kandungan asam amino yang cukup lengkap (Mayasari & Ismiraj 2019). Sementara itu, tepung larva *Black Soldier Fly* (BSF) kaya akan asam amino esensial, lemak dan mineral. Tepung larva BSF yang dibudidayakan dengan bungkil kelapa sawit memiliki kandungan abu 4,85%, PK 43%, lemak kasar (LK) 19,51%, dan SK 12,27%, (Astuti & Wiryawan 2022).

Kecukupan nutrisi pada fase lepas sapih perlu diperhatikan untuk menunjang produktivitas dan kesehatan ternak. Peubah metabolit (antara lain glukosa, kolesterol dan *blood urea nitrogen*/BUN) dan hematologi mencerminkan status kecukupan nutrisi pada ternak (Astuti et al. 2022). Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi pemberian konsentrat *starter* berbasis sumber protein nabati (*Indigofera sp.*) dan protein hewani (tepung larva BSF) terhadap profil hematologi dan metabolit darah pada domba Dorper lepas sapih. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan informasi mengenai efektivitas kedua sumber protein dalam mendukung kesehatan dan pertumbuhan domba lepas sapih.

METODE

Waktu dan Lokasi

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2023 sampai Januari 2024, setelah mendapatkan persetujuan *Animal Care and Use Committee* (ACUC) IPB no. 122-2022 IPB. Pemeliharaan ternak dilakukan di Martabe Farm, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara, Indonesia. Analisis profil hematologi dan metabolit darah dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ternak Daging dan Kerja, Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, IPB University.

Pemeliharaan Ternak

Sejumlah 21 ekor domba Dorper lepas sapih jantan berumur 2 bulan (BB 18,64 ± 1,51 kg) dikelompokkan secara acak ke dalam tiga perlakuan perlakuan pakan, yaitu: P0: Pakan Martabe (kontrol), P1: Hijauan + konsentrat *starter* berbasis protein nabati (*Indigofera sp.*), P2: Hijauan + konsentrat *starter* berbasis protein hewani (tepung larva BSF). Ternak dipelihara dalam kandang individu yang sudah dilengkapi tempat pakan dan air minum selama 8 minggu yang diawali dengan 2 minggu masa adaptasi. Selama pemeliharaan ternak diberi pakan sebanyak 3 kali sehari (pukul 08.00 WIB, 13.00 WIB, dan 17.00 WIB), sedangkan air minum diberikan *ad libitum*. Pakan Martabe yang digunakan merupakan *complete feed* terdiri atas hijauan dan konsentrat. Pakan P1 dan P2 terdiri atas hijauan (Rumput Zanzibar) dan konsentrat yang disusun *iso energi* dan *iso protein* dengan P0. Pakan P1 dan P2 diberikan dalam bentuk *complete feed*. Pakan diberikan untuk memenuhi kebutuhan BK sebanyak 4,5% dari bobot badan. Komposisi ransum perlakuan disajikan dalam Tabel 1. Komposisi kandungan asam amino pada ransum perlakuan disajikan dalam Tabel 2.

Pengukuran Performa Ternak

Penimbangan ternak dilakukan pada awal pemeliharaan dan dilanjutkan setiap minggu menggunakan timbangan digital berkapasitas 200 kg. Penimbangan dilakukan pada pagi hari sebelum pemberian pakan. Jumlah pakan yang diberikan dan jumlah sisa pakan dicatat setiap hari. Konsumsi nutrisi dihitung dengan mengalikan jumlah konsumsi pakan dengan kandungan nutrisi dalam pakan.

Pengambilan Sampel Darah

Sampel darah dikoleksi pada akhir penelitian setelah dua jam dari pemberian pakan pagi. Darah diambil menggunakan *syringe* ukuran 5 mL sebanyak 3-5 mL melalui vena jugularis. Selanjutnya, sampel darah dimasukkan ke dalam 2 tabung berisi antikoagulan EDTA yang berbeda untuk analisis profil hematologi dan metabolit darah. Analisis metabolit di *sentrifuge* selama 15 menit pada 3000 rpm untuk mendapatkan plasma darah.

Tabel 1 Formula ransum yang digunakan dalam penelitian (%BK)

Bahan pakan	Perlakuan (%)		
	P0	P1	P2
Jagung giling	0,00	10,5	14,70
Onggok	32,00	10,5	16,10
Pollard	0,00	10,5	10,85
Minyak kelapa sawit	0,00	2,8	2,10
Menir kedelai	12,00	0,0	0,00
Bungkil kedelai	0,00	8,4	7,00
Bungkil kelapa sawit	20,00	9,1	8,40
Rumput zanzibar	10,00	30,0	30,0
Tepung larva BSF	0,00	0,0	6,65
<i>Indigofera sp.</i>	20,00	14,0	0,00
CaCO ₃	0,00	1,4	1,40
Dicalcium phosphate	0,00	0,35	0,35
Garam	0,50	0,35	0,35
Premix	0,00	0,35	0,35
Tepung tapioka	0,00	1,05	1,05
Molases	4,00	0,70	0,70
Ultramineral	1,00	0,00	0,00
Urea	0,50	0,00	0,00
Total	100,00	100,00	100,00
Kandungan nutrisi (%)			
Bahan kering	69,09	57,77	90,70
Abu	4,35	4,64	9,61
Protein kasar	11,23	20,16	17,19
Serat kasar	11,01	5,95	9,83
Lemak kasar	1,80	4,33	5,58
BETN*	71,62	64,93	57,80
TDN**	80,31	88,25	82,32
Ca	0,71	1,08	1,08
P	0,44	0,56	0,56

BSF = *blacksoldier fly*, CaCO₃ = *calcium carbonate*, P0: Pakan Martabe (kontrol), P1: Hijauan + konsentrat starter mengandung *Indigofera sp.*, P2: Hijauan + konsentrat starter mengandung tepung larva BSF. BETN= bahan ekstrak tanpa nitrogen, *BETN = 100 - (Abu+SK+PK+LK); **TDN = total digestible nutrient, TDN = 21,6541 + (0,5664 x %PK) + (1,2028 x %LK) + (0,0495 x %SK) + (0,6043 x %BETN) (Wardeh 1981).

Analisis Hematologi dan Metabolit Darah

Metabolit darah terdiri dari glukosa, kolesterol, dan *Blood Urea Nitrogen* (BUN) dianalisis menggunakan kit (Human, no. katalog 112191 untuk glukosa, 101592 untuk kolesterol, dan 110491 untuk BUN). Analisis hematologi darah meliputi analisis hemoglobin, hematokrit, eritrosit, leukosit serta diferensiasi leukosit menggunakan metode menurut Sastradipraja & Hartini (1989).

Analisis Data

Koleksi data dianalisis menggunakan analisis variansi pola searah dengan bantuan *software* SPSS versi 25. Perbedaan yang nyata dianalisis uji Duncan untuk mengidentifikasi perbedaan antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsumsi Nutrien

Variasi sumber protein pada konsentrat starter berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap konsumsi bahan kering, protein kasar, serat kasar maupun lemak kasar pada domba Dorper lepas sapih (Tabel 3). Konsumsi asam amino L-arginin nyata lebih rendah ($p < 0,05$) pada pemberian konsentrat starter menggunakan protein

hewani (tepung larva BSF) dibandingkan dengan kedua perlakuan lain yang berbasis protein nabati. Namun, perlakuan konsentrat starter dengan sumber protein hewani menghasilkan konsumsi asam amino lain tertinggi ($p < 0,05$) dibanding perlakuan lainnya (Tabel 4).

Tabel 2 Komposisi asam amino ransum dengan menggunakan konsentrat starter berbasis protein nabati dan hewani

Nutrien	Kandungan* (% protein)		
	P0	P1	P2
L-Arginin	9,81	8,10	6,89
L-Glisin	5,86	6,25	6,25
L-Histidin	3,27	3,33	3,08
L-Isoleusin	4,36	4,65	4,41
L-Leusin	7,29	8,58	8,22
L-Lisin	3,95	4,29	5,05
L-Metionin	0,14	0,12	0,17
L-Valin	5,45	5,72	3,59
L-Fenilalanin	6,54	6,79	5,05
L-Glutamat	12,19	13,52	16,47

*Hasil Analisis Laboratorium Saraswanti (2023); P0: Pakan Martabe (kontrol), P1: Hijauan + konsentrat starter mengandung *Indigofera sp.*, P2: Hijauan + konsentrat starter mengandung tepung larva BSF.

Tabel 3 Konsumsi nutrisi domba Dorper lepas sapih yang diberi konsentrat *starter* dengan sumber protein nabati atau hewani

Peubah	P0	P1	P2
	--- kg ⁻¹ BBM ^{0,75} ---		
Bahan kering	89,20 ± 6,83 ^a	90,05 ± 9,09 ^a	126,34±6,07 ^b
Protein kasar	10,02 ± 0,77 ^a	15,79±1,59 ^b	19,52±0,94 ^c
Serat kasar	9,82 ± 0,75 ^a	13,91±1,40 ^b	22,95±1,10 ^c
Lemak kasar	1,60 ± 0,12 ^a	3,27±0,33 ^b	5,70±0,27 ^c
BETN	63,88 ± 4,89 ^b	50,98 ± 5,15 ^a	73,03 ± 3,51 ^c

P0: Pakan Martabe (kontrol), P1: Hijauan + konsentrat *starter* mengandung *Indigofera sp.*, P2: Hijauan + konsentrat *starter* mengandung tepung larva BSF, BETN = bahan ekstrak tanpa nitrogen, BB^{0,75} = bobot badan metabolik. Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata (p < 0,05)

Ransum dengan konsentrat *starter* berbasis protein hewani (tepung larva BSF) menghasilkan konsumsi bahan kering serta nutrisi yang lebih tinggi pada domba Dorper lepas sapih dibandingkan kontrol maupun ransum berbasis protein nabati. Hal ini diikuti dengan peningkatan konsumsi asam amino (kecuali L-arginin) pada pemberian konsentrat *starter* asal protein hewani dibandingkan dengan kedua perlakuan lain yang berbasis protein nabati (*Indigofera sp.*). Kandungan L-Arginin pada perlakuan *starter* menggunakan tepung larva BSF lebih rendah dibandingkan kedua ransum lainnya yang mengandung *Indigofera sp.* Legume umumnya kaya akan protein dan asam amino esensial arginin (An et al, 2021; Mecha et al. 2023). Tingginya konsumsi asam amino lain seperti L-Glisin, L-Metionin, dan L-Glutamat pada domba yang mendapatkan konsentrat *starter* mengandung protein hewani dapat disebabkan oleh kandungan asam aminonya yang lebih lengkap dibandingkan sumber protein nabati, seperti *Indigofera sp.* Tepung larva BSF memiliki kandungan asam amino yang lebih lengkap dan seimbang dibandingkan dengan sumber protein nabati seperti bungkil kedelai (Gonçalves et al. 2025). Selain itu, tepung larva BSF memiliki tingkat pencernaan asam amino dan

protein yang tinggi sehingga dapat meningkatkan bioavailabilitasnya untuk ternak (Crosbie et al. 2020; Schiavone et al. 2017).

Konsumsi ransum yang lebih tinggi pada *starter* mengandung tepung larva BSF ini dapat disebabkan karena adanya peningkatan palatabilitas ransum. Hasil ini sejalan dengan Khotijah et al. (2020) bahwa konsumsi BK dapat dipengaruhi oleh palatabilitas ransum yang dicerminkan pada bau, rasa, dan tekstur yang menimbulkan rangsangan dan daya tarik untuk mengkonsumsi ransum tersebut. Robles-Jimenez et al. (2025) menyebutkan bahwa domba lebih menyukai rasa dari bahan pakan hewani asal insekta yang menyebabkan peningkatan konsumsi pakan. Peningkatan konsumsi ransum pada pakan *starter* mengandung tepung larva BSF menunjukkan tingkat palatabilitas yang lebih baik dari bahan pakan sumber protein hewani dibandingkan sumber protein nabati.

Peningkatan konsumsi ransum juga dapat disebabkan kandungan asam amino glutamat yang lebih tinggi pada ransum dengan konsentrat *starter* yang menggunakan tepung larva BSF dibandingkan ransum lainnya (Tabel 2). Asam glutamat, salah satu asam amino esensial yang menimbulkan cita rasa umami disukai oleh domba sehingga meningkatkan konsumsi ransum (Mwangi et al. 2023). Cita rasa umami membantu domba untuk memenuhi kebutuhan proteinnya (Bach et al. 2012). Ransum *starter* dengan sumber protein asal tepung larva BSF menghasilkan palatabilitas ransum terbaik, tercermin pada tingkat konsumsi nutrisi dan asam amino yang lebih tinggi pada domba Dorper lepas sapih.

Profil Metabolit Darah

Pemberian konsentrat *starter* berbasis protein nabati maupun hewani tidak mempengaruhi kandungan glukosa dan kolesterol darah, tetapi secara nyata meningkatkan (p < 0,05) kandungan BUN pada domba Dorper lepas sapih (Tabel 5).

Tabel 4 Konsumsi asam amino domba Dorper lepas sapih yang diberi konsentrat *starter* dengan sumber protein nabati atau hewani

Asam amino (mg kg ⁻¹ BBM ^{0,75})	P0	P1	P2
L-arginin	982,68 ± 75,26 ^b	909,28 ± 91,19 ^b	700,99 ± 33,67 ^a
L-glisin	587,00 ± 44,95 ^a	986,98 ± 99,64 ^b	1155,27 ± 65,57 ^c
L-histidin	327,56 ± 25,08 ^a	525,86 ± 53,09 ^b	601,41 ± 28,89 ^c
L-isoleusin	436,74 ± 33,44 ^a	734,31 ± 74,13 ^b	861,10 ± 41,36 ^c
L-leusin	730,25 ± 55,92 ^a	1354,92 ± 136,79 ^b	1605,05 ± 77,10 ^c
L-lisin	395,67 ± 30,30 ^a	677,46 ± 68,39 ^b	986,07 ± 47,37 ^c
L-metionin	14,02 ± 1,07 ^a	18,95 ± 1,91 ^b	33,19 ± 1,59 ^c
L-valin	545,93 ± 41,81 ^a	903,28 ± 91,19 ^b	700,99 ± 33,67 ^c
L-fenilalanin	655,12 ± 50,17 ^a	1072,25 ± 108,25 ^b	986,07 ± 47,37 ^c
L-glutamat	1221,08 ± 93,51 ^a	2135,03 ± 215,54 ^b	3215,97 ± 154,47 ^c

P0: Pakan Martabe (kontrol), P1: Hijauan + konsentrat *starter* mengandung *Indigofera sp.*, P2: Hijauan + konsentrat *starter* mengandung tepung larva BSF. Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata (p < 0,05)

Perbedaan sumber protein yang digunakan pada konsentrat *starter* berpengaruh pada kandungan nutrisi ransum serta konsumsi nutrisi domba, namun tidak mempengaruhi kadar glukosa darah domba Dorper lepas sapih. Hal ini dapat disebabkan karena adanya mekanisme fisiologis untuk mempertahankan homeostasis darah. Suplai glukosa darah pada ruminansia didapatkan dari glukoneogenesis yang diatur secara hormonal oleh insulin dan leptin (Boucein *et al.* 2021; Vlizlo *et al.* 2022). Hal tersebut memungkinkan ternak ruminansia lebih mengandalkan cadangan energi internal dan regulasi hormonal dibandingkan kandungan nutrisi pakan yang dikonsumsi untuk mempertahankan homeostasis glukosa darah (Meehan *et al.* 2021). Demir & Can (2019) menyatakan bahwa perbedaan level nutrisi pakan tidak mempengaruhi kadar glukosa darah domba. Kadar glukosa pada penelitian ini tergolong normal yaitu sebesar 50 – 100 mg dL⁻¹ (Kaneko 2014).

Kadar kolesterol darah pada penelitian ini tidak berbeda nyata walaupun terdapat variasi pada kandungan dan konsumsi lemak kasar antar perlakuan. Hal tersebut dapat disebabkan peningkatan kandungan lemak kasar juga diikuti oleh tingginya kandungan serat kasar ransum. Serat kasar dapat menghambat proses pencernaan dan penyerapan lemak dalam usus halus, sehingga meskipun konsumsi lemak meningkat, kadar kolesterol darah tidak berubah (Situmorang *et al.* 2021). Selain itu, perubahan kandungan lemak kasar ransum tidak selalu menyebabkan pengaruh pada kadar kolesterol darah karena adanya mekanisme homeostatis (Baila-Rueda *et al.* 2015). Kadar kolesterol darah pada penelitian ini tergolong normal yaitu 43 – 103 mg dL⁻¹ (Jackson & Petter 2002), meskipun menggunakan konsentrat dengan sumber protein asal nabati atau hewani.

Kadar BUN dengan pemberian konsentrat *starter* mengandung *Indigofera sp.* (P1) dan tepung larva BSF (P2) nyata lebih tinggi ($p < 0,05$) dibandingkan kontrol. Hal tersebut dapat disebabkan konsumsi protein pada kedua perlakuan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (Tabel 3). Protein terdegradasi menjadi ammonia di dalam rumen. Ammonia yang diproduksi secara berlebihan akan diserap melalui dinding rumen dan masuk ke dalam sirkulasi darah menuju hati dan selanjutnya dikonversi menjadi urea (Matsumoto *et al.*

2019). Hasil ini juga memungkinkan peningkatan ketersediaan asam amino yang dapat digunakan untuk fungsi imunitas dan pertumbuhan (Scheinin *et al.* 2021). Kadar BUN domba dalam penelitian ini berada pada kisaran normal yaitu 2 – 34 mg dL⁻¹ (Kohn 2005) menunjukkan tidak terdapat efek negatif dari penggunaan kedua sumber protein pada metabolisme nitrogen pada domba.

Profil Hematologi Darah

Sumber protein yang berbeda pada konsentrat *starter* nyata meningkatkan ($p < 0,05$) jumlah eritrosit, namun tidak nyata berdampak pada leukosit, hemoglobin, hematokrit, dan diferensiasi leukosit, meliputi neutrofil, limfosit, monosit, eosinofil dan basofil (Tabel 6) pada domba Dorper lepas sapih.

Eritrosit domba yang diberi perlakuan konsentrat *starter* baik mengandung *Indigofera sp.* maupun tepung larva BSF lebih tinggi dibandingkan pada domba yang diberi perlakuan kontrol, namun tidak ada perbedaan pada persentase hemoglobin dan hematokrit. Hasil tersebut dapat disebabkan karena konsumsi protein pada kedua ransum tersebut lebih tinggi dibandingkan kontrol (Tabel 3). Hasil ini selaras dengan kadar BUN yang meningkat dengan pemberian kedua ransum, yang mencerminkan ketersediaan asam amino (Tabel 5). Kecukupan protein merupakan faktor utama yang diperlukan untuk mendukung hematopoiesis dan eritropoiesis, disamping Fe, vitamin B2, B6, B12, asam folat, dan thiamin (Kopylchuck *et al.* 2022; Ussishkin & Nachmani 2023). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemberian pakan tinggi protein akan meningkatkan retensi nitrogen dalam tubuh yang dapat digunakan untuk mendukung erythropoiesis (Yao *et al.* 2022; Khan *et al.* 2017). pada eritrosit (Föller *et al.* 2013; Wang *et al.* 2020). Selain itu, peningkatan eritrosit dapat disebabkan karena adanya peningkatan laju *turnover* karena adanya peningkatan sintesis glutathion dan kapasitas antioksidan. Tinggi rendahnya kadar hemoglobin darah dipengaruhi ketersediaan asam amino glisin yang merupakan prekursor pembentuk hemoglobin (Garcia-Santos *et al.* 2017). Selain itu, asam amino isoleusin dan leusin berperan pada metabolisme Fe secara tidak langsung mendukung produksi hemoglobin (Enko *et al.* 2020).

Tabel 5 Profil metabolit darah domba lepas sapih yang diberi konsentrat *starter* dengan sumber protein nabati atau hewani

Peubah	P0	P1	P2	Normal
Glukosa (mg dL ⁻¹)	86,55 ± 15,59	91,04 ± 10,26	79,95 ± 5,15	50–100 ¹⁾
Kolesterol (mg dL ⁻¹)	60,85 ± 8,94	68,26 ± 10,27	67,44 ± 5,95	43–103 ²⁾
BUN (mg dL ⁻¹)	8,27 ± 2,67 ^a	20,81 ± 2,97 ^b	21,42 ± 2,38 ^b	2–34 ³⁾

PM: Pakan Martabe (kontrol), P1: Hijauan + konsentrat *starter* mengandung *Indigofera sp.*, P2: Hijauan + konsentrat *starter* mengandung tepung larva BSF; BUN: *blood urea nitrogen*. Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$). ¹Kaneko *et al.* (2014); ²Jackson & Petter (2002); ³Kohn (2005)

Tabel 6 Profil hematologi darah domba lepas sapih yang diberi konsentrat *starter* dengan sumber protein nabati atau hewani

Peubah	P0	P1	P2	Normal
Hemoglobin (g%)	12,17 ± 0,94	12,77 ± 1,33	12,63 ± 1,48	9–15 ¹⁾
Hematokrit (%)	33,71 ± 4,27	34,43 ± 3,69	31,71 ± 5,15	26–45 ¹⁾
Eritrosit (10 ⁶ mm ⁻³)	7,58 ± 1,25 ^a	10,05 ± 1,39 ^b	9,16 ± 2,14 ^b	9–14 ¹⁾
Leukosit (10 ³ mm ⁻³)	7,18 ± 1,11	7,78 ± 1,78	6,69 ± 1,49	4–12 ²⁾
Differensiasi leukosit (%)				
Neutrofil	30,11 ± 2,29	31,31 ± 3,00	32,16 ± 2,46	30–48 ¹⁾
Limfosit	58,32 ± 2,47	56,49 ± 3,64	55,48 ± 2,53	50–70 ¹⁾
Monosit	3,36 ± 0,86	3,18 ± 0,85	3,47 ± 0,57	0–4 ¹⁾
Eosinofil	7,27 ± 1,02	8,09 ± 1,16	7,99 ± 1,20	1–8 ¹⁾
Basofil	0,95 ± 0,02	0,93 ± 0,04	0,90 ± 0,05	0,3–3 ¹⁾

PM: Pakan Martabe (kontrol), P1: Hijauan + konsentrat *starter* mengandung *Indigofera sp.*, P2: Hijauan + konsentrat *starter* mengandung tepung larva BSF. ¹⁾Nilai normal berdasarkan Weiss & Wardrobe (2010) dan ²⁾Mangkoewidjojo dan Smith (1988), Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

Pada penelitian ini, konsumsi glisin, isoleusin dan leusin pada ransum dengan konsentrat *starter* mengandung *Indigofera sp.* dan tepung larva BSF tiga kali lebih tinggi dibandingkan kontrol (Tabel 4). Namun, hal tersebut tidak menyebabkan perbedaan pada persentase hemoglobin dan hematokrit. Hal ini dapat dikarenakan adanya mekanisme homeostasis di dalam tubuh untuk menjaga efisiensi transportasi oksigen dan nutrisi dan menjaga kekentalan darah (Hasegawa et al. 2021; Ruwandani et al. 2024). Jumlah eritrosit dan persentase hemoglobin dan hematokrit tergolong normal yaitu $9-14 \times 10^6 \text{ mm}^{-3}$, 9-15 g%, dan 26%-45% (Weiss & Wardrobe 2010). Penggunaan *Indigofera sp.* dan tepung larva BSF sebagai sumber protein dalam konsentrat *starter* tidak mempengaruhi persentase hemoglobin dan hematokrit, namun meningkatkan jumlah eritrosit yang menunjukkan peningkatan kapasitas transport oksigen, nutrisi yang diperlukan untuk meningkatkan pertumbuhan domba Dorper lepas sapih.

Leukosit berkaitan erat dengan sistem kekebalan tubuh untuk memusnahkan benda asing yang berbahaya bagi tubuh (Firani 2018). Leukosit dan komponennya umumnya meningkat dengan adanya infeksi dan inflamasi, sehingga pada kondisi normal selalu dijaga dalam kondisi normal (Carter 2024). Beberapa asam amino seperti arginin dan metionin dapat mempengaruhi jumlah leukosit dan diferensiasinya (Harbi Abdul-Noor & Hassan 2016; Kono et al. 2021). Walaupun terdapat perbedaan konsumsi protein dan asam amino, hal ini tidak mempengaruhi jumlah leukosit dan komponennya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan sumber protein pada konsentrat *starter* tidak mengganggu sintesis leukosit dan komponennya dalam mendukung imunitas pada domba Dorper lepas sapih. Jumlah leukosit pada penelitian ini tergolong normal yaitu $4 - 12 \times 10^3$ (Mangkoewidjojo & Smith 1988). Persentase neutrofil, limfosit, monosit, eosinofil, dan basofil pada penelitian berada pada kisaran normal yaitu 30% – 48 %, 50% – 70%, 0% – 4%,

1% – 8 %, dan 0,3% – 3% (Weiss & Wardrop 2010). Penggunaan sumber protein nabati (*Indigofera sp.*) dan sumber protein hewani (tepung larva BSF) dalam konsentrat *starter* dapat mendukung sistem imunitas pada domba Dorper lepas sapih.

SIMPULAN

Penggunaan sumber protein nabati (*Indigofera sp.*) dan protein hewani (tepung larva BSF) dalam konsentrat *starter* mampu meningkatkan konsumsi nutrisi dan *Blood Urea Nitrogen* (BUN), *Indigofera sp.* dan tepung larva BSF berpotensi sebagai alternatif bahan pakan sumber protein untuk domba Dorper lepas sapih.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah mendanai penelitian ini melalui pendanaan *Matching Fund* Kedaireka tahun 2023 (no. 2650/IT3.L2/HK.07.00/P/T/2023). Penulis berterima kasih pada Kokom Komalasari, MSi atas bantuan dalam proses analisis hematologi darah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelsattar MM, Zhao W, Saleem AM, Kholif AE, Vargas-Bello-Pérez E & Zhang N. 2023. Physical, metabolic, and microbial rumen development in goat kids: A review on the challenges and strategies of early weaning. *Animals*. 13(15) : 2420
- Abdul-Noor YH & Hassan AF. 2021. The effect of adding protected amino acids in the rumen (methionine and lysine and their mixtures) on some physiological characteristics of male Arabi lambs. *Diyala Agricultural Sciences Journal*. 13(2): 16–23.
- Alemseged Y & Hacker RB. 2014. Introduction of dorper sheep into Australian rangelands: Implications for production and natural resource management. *The Rangeland Journal*. 36(1): 85–90.
- An X, Zhang S, Li T, Chen N, Wang X, Zhang B & Ma Y. 2021. Transcriptomics analysis reveals the effect of *Broussonetia papyrifera* L. fermented feed on meat quality traits in fattening lamb. *Peer Journal*. 9: e11295

- Astuti DA, Maharani N, Diapari D, Khotijah L & Komalasari K. 2022. Profil hematologi induk domba dengan pemberian pakan flushing berbeda. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. 20(2): 44–50.
- Astuti DA & Wiryawan KG. 2022. Black soldier fly as feed ingredient for ruminants. *Animal Bioscience*. 35(2): 356–363.
- Bach A, Villalba JJ & Ipharraguerre IR. 2012. Interactions between mild nutrient imbalance and taste preferences in young ruminants. *Journal of Animal Science*. 90(3): 1015–1025.
- Baila-Rueda L, Mateo-Gallego R, Pérez-Calahorra S, Lamiquiz-Moneo I, de Castro-Orós I, Cenarro A & Civeira F. 2015. Effect of different fat-enriched meats on non-cholesterol sterols and oxysterols as markers of cholesterol metabolism: Results of a randomized and cross-over clinical trial. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 25(9): 853–859.
- Boucsein A, Kamstra K & Tups A. 2021. Central signalling cross-talk between insulin and leptin in glucose and energy homeostasis. *Journal of Neuroendocrinology*. 33(4) : e12944
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2022. *Populasi Domba Menurut Provinsi (Ekor) 2020- 2022*. Jakarta (ID): Badan Pusat Statistik.
- Carter CM. 2024. Alterations in Blood Components. Di dalam: *Reference Module in Biomedical Sciences*. Elsevier.
- Chen L, Foxworth W, Horner S, Hitit M, Kidane N & Memili E. 2024. Risk factor analysis and genetic parameter estimation for pre-weaning mortality traits in boer, spanish, and crossbred goat kids. *Animals*. 14(7) : 1085
- Crosbie M, Zhu C, Shoveller AK & Huber LA. 2020. Standardized ileal digestible amino acids and net energy contents in full fat and defatted black soldier fly larvae meals (*Hermetia illucens*) fed to growing pigs. *Translational Animal Science*. 4(3) : txa104
- Demir H & Can A. 2019. Effect of various levels of dietary whole cottonseed on blood parameters and performance of Awassi lambs under heat stress. *South African Journal of Animal Science*. 49(1): 50-55.
- Enko D, Moro T, Holasek S, Baranyi A, Schnedl WJ, Zelzer S, Mangge H, Herrmann M & Meinitzer A. 2020. Branched-chain amino acids are linked with iron metabolism. *Annals of Translational Medicine*. 8(23): 1569–1569.
- Firani NK. 2018. *Mengenal Sel-Sel Darah dan Kelainan Darah*. Malang (ID): Universitas Brawijaya Press.
- Föllner M, Harris IS, Elia A, John R, Lang F, Kavanagh TJ & Mak TW. 2013. Functional significance of glutamate–cysteine ligase modifier for erythrocyte survival in vitro and in vivo. *Cell Death and Differentiation*. 20(10): 1350–1358.
- Garcia-Santos D, Schranzhofer M, Bergeron R, Sheftel AD & Ponka P. 2017. Extracellular glycine is necessary for optimal hemoglobinization of erythroid cells. *Haematologica*. 102(8): 1314–1323.
- Gonçalves LU, de Oliveira JB, Dantas F de M, Yamamoto FY & dos Santos DKM. 2025. Defatted black soldier fly meal in diets for juvenile pirarucu, *Arapaima gigas*: Digestibility, growth performance and health parameters. *Aquaculture*. 598: 742071.
- Hasegawa S, Nakamura S, Sugiura T, Tsuka Y, Takahashi N, Matsumura K, Okumiya T, Baden M & Shiojima I. 2021. Evaluation of recombinant human erythropoietin responsiveness by measuring erythrocyte creatine content in haemodialysis patients. *BMC Nephrology*. 22(1): 1-9.
- Jackson PGG & Peter DC. 2002. *Clinical Examination of Farm Animal*. Iowa (US): Blackwell Science Ltd.
- Kaneko. 2014. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6th ed. New York (US): Academic Pr.
- Khan MZ, Huang B, Kou X, Chen Y, Liang H, Ullah Q, Khan IM, Khan A, Chai W & Wang C. 2024. Enhancing bovine immune, antioxidant and anti-inflammatory responses with vitamins, rumen-protected amino acids, and trace minerals to prevent periparturient mastitis. *Frontiers in Immunology*. 14: 1-25
- Khotijah L, Nurmiasih N & Diapari D. 2020. Konsumsi nutrien profil dan metabolit darah induk domba dengan ransum kaya lemak asal minyak nabati. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. 18(2): 38–42.
- Kohn RA, Dinneen MM & Russek-Cohen E. 2005. Using blood urea nitrogen to predict nitrogen excretion and efficiency of nitrogen utilization in cattle, sheep, goats, horses, pigs, and rats. *Journal of Animal Science*. 83(4): 879–889.
- Kono M, Yoshida N & Tsokos GC. 2021. Amino acid metabolism in lupus. *Frontiers in Immunology*. 22:12:623844
- Kopylchuk HP & Nykolaichuk IM. 2022. Blood erythrocyte indices in rats under conditions of acetaminophen-induced toxic injury against the background of alimentary protein deficiency. *Medicni Perspektivi*. 27(2): 22–28.
- Li Y, Guo Y, Zhang C, Cai X, Liu P & Li C. 2020. Effects of starter feeds of different physical forms on rumen fermentation and microbial composition for pre-weaning and post-weaning lambs. *bioRxiv doi: https://doi.org/10.1101/2020.08.03.235580*
- Mangkoewidjojo S & Smith JB. 1988. *Pemeliharaan, Pembiakan, dan Penggunaan Hewan Percobaan di Daerah Tropis*. Jakarta (ID): Universitas Indonesia.
- Matsumoto S, Häberle J, Kido J, Mitsubuchi H, Endo F & Nakamura K. 2019. Urea cycle disorders—update. *Journal of Human Genetics*. 64(9): 833–847.
- Mayasari N & Ismiraj MR. 2019. Introduksi pemanfaatan legum *Indigofera zollingeriana* sebagai pengganti sebagian konsentrat pada sapi potong di kelompok peternak putra nusa, Desa Kondangdaja, Kecamatan Cijulang, Kabupaten Pangandaran. *Dharmakarya*. 8(2): 105-110.
- Mecha E, Alves ML, Bento da Silva A, Pereira AB & Rubiales D. 2023. High inter- and intra-diversity of amino acid content and protein digestibility disclosed in five cool season legume species with a growing market demand. *Foods*. 12(7): 1383.
- Meehan DJ, Cabrita ARJ, Maia MRG & Fonseca AJM. 2021. Energy: protein ratio in ruminants: Insights from the intragastric infusion technique. *Animals*. 11(9): 2700.
- Mwangi F, Dallashah A, Kalyesubula M, Reicher N, Sabastian C & Mabweesh SJ. 2023. Diet preference, feed efficiency and expression of the sodium-dependent glucose transporter isoform 1 and sweet taste receptors in the jejunum of lambs supplemented with different flavours. *Animals*. 13(8): 1417.
- Robles-Jimenez LE, Angeles S, Ramirez-Perez AH, Fuente B, Velazquez-Ordoñez V, Cardoso-Gutierrez E, Renna M, Rastello L, Capucchio MT, Hassan T, et al. 2025. In vitro and in vivo investigations on the use of yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) as a novel protein feed ingredient for fattening lambs. *Animal Feed Science and Technology*. 320: 116224.
- Rusdiana S & Adiati U. 2020. Perbanyak dan penyebaran bibit ternak domba compass agrinak mendukung perekonomian peternak. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 15(1): 67–74.
- Ruwandani S, Yunilas & Trisna A. 2024. Effect of UMMB (urea molasses multi-nutrient block) based on coffee skin on erythrocytes, hematocrit and hemoglobin in transport stress of sheep. *Jurnal Peternakan Integratif*. 12(1): 23–28.
- Sammad A, Wang YJ, Umer S, Lirong H, Khan I, Khan A, Ahmad B & Wang Y. 2020. Nutritional physiology and biochemistry of dairy cattle under the influence of heat stress: Consequences and opportunities. *Animals*. 10(5): 793.
- Sastradipradja D & Hartini S. 1989. *Fisiologi Veteriner*. Bogor (ID): IPB Press.
- Scheinin M, Junnila J, Reiner G, MacDonald A & Muntau AC. 2021. Nitrogen Balance after the administration of a prolonged-release protein substitute for phenylketonuria as a single dose in healthy volunteers. *Nutrients*. 13(9): 3189.
- Schiavone A, De Marco M, Martínez S, Dabbou S, Renna M, Madrid J, Hernandez F, Rotolo L, Costa P, Gai F, et al. 2017. Nutritional value of a partially defatted and a highly defatted black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) meal for broiler chickens: Apparent nutrient digestibility, apparent metabolizable energy and apparent ileal amino acid digestibility. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 8(1): 51.
- Sholikhah D, Hilmia N & Hidayat R. 2021. Identifikasi sifat kuantitatif domba dorper jantan generasi pertama yang diberi pakan komplit

- di PT. Agro Investama. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*. 3(2): 61–70.
- Situmorang AH, Yaman MA & Mariana E. 2021. Pengaruh pemberian konsentrat fermentasi dan silase eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap konsumsi pakan, penambahan berat badan, dan kimia darah domba ekor tipis. *Jurnal Agripet*. 21(2): 215–223.
- Ussishkin N & Nachmani D. 2023. A bloody feast—Nutritional regulation of hematopoiesis. *Experimental Hematology*. 127: 1–7.
- Vlizlo V, Ostapiv D, Simonov M, Baumgartner W & Tomchuk V. 2022. Hormonal regulation of the concentration of glucose and its derivatives in the blood of dairy cows during the transit period. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*. 13(4): 16-24
- Wardeh MF. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feeds. Logan (US): Utah State University.
- Weiss DJ, Wardrop KJ. 2010. *Schalm's Veterinary Hematology*. 6th ed. Washington (US): Wiley-Blackwell.
- Yao X & Liu H. 2022. Effects of dietary protein levels on growth, nutrient apparent digestibility, nitrogen emission and serum biochemical indices of small-tailed lambs of Han sheep. *Pratacultural Science*. 39(2):362–370.
- Zamuner F, Carpenter EK, Arcos-Gómez G, Parkinson A, Cameron AWN, Leury BJ & DiGiacomo K. 2023. Evaluation of plasma immunoglobulin G and BW thresholds for predicting preweaning mortality in commercially raised dairy goat kids. *Animal*. 17(10) : 100989