

Respons Parameter Eritrogram Sapi Perah Peranakan Friesian Holstein Laktasi terhadap Suplementasi Daun Lamtoro (*Leucaena leucocephala*)

Response of Lactating Friesian Holstein Crossbred Dairy Cows Erythrogram Parameters to Lamtoro Leaf (*Leucaena leucocephala*) Supplementation

N H Imaniah^{*}, F D S Falah¹, D F Nugroho¹, M Archadiya¹

Corresponding email:
nidaulhusnaaa@ulm.ac.id

¹Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat, Jl. A. Yani Km.36, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

ABSTRACT

Optimizing the physiological status of lactating dairy cows is greatly influenced by feed quality, particularly the availability of adequate protein and minerals to support systemic functions. This study was conducted to evaluate the erythrocyte response of lactating Peranakan Friesian Holstein (PFH) dairy cows supplemented with lamtoro leaves (*Leucaena leucocephala*). Twelve lactating PFH dairy cows, aged 3–4 years, in the 4th to 8th month of lactation, and with an average body weight of 450 kg, were placed in a Randomized Block Design (RBD) consisting of two treatments and six blocks. The diet consisted of a 40:60 ratio of forage to concentrate, with the concentrate comprising rice bran, coconut meal, coffee husks, wheat flour, vitamins, minerals, and soybean meal. Lamtoro leaf supplementation was 10% for P0 and 20% for P1 based on the dry matter of the forage. Blood samples were collected via the jugular vein for analysis of hemoglobin (Hb), red blood cell count (RBC), hematocrit (Hct), and indices including Mean Corpuscular Volume (MCV), Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH), and Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC). Data were analyzed using ANOVA followed by Duncan's test. The results showed that the addition of lamtoro had a significant effect ($p < 0.05$) on MCV, MCH, and MCHC, while hemoglobin and red blood cell count showed a positive upward trend. MCV ($p < 0.01$) increased significantly from 39.90 fL in P0 to 47.8 fL in P1. MCH also increased from 11.54 pg to 12.31 pg. MCHC increased from 29.94% to 33.73% ($p < 0.05$), indicating better hemoglobin saturation. RDW remained stable at 33.62% and 33.81%, reflecting uniform erythropoiesis. The conclusion of this study is that lamtoro supplementation up to 20% improves several erythrocyte indices, indicating improved erythrocyte characteristics in lactating dairy cows.

Key words: dairy cow, erythrogram, hemoglobin, *Leucaena leucocephala*, nutrition

ABSTRAK

Optimalisasi status fisiologis sapi perah yang sedang menyusui sangat dipengaruhi oleh kualitas pakan, terutama ketersediaan protein dan mineral yang memadai untuk mendukung fungsi-fungsi sistemik. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi respons eritrogram sapi perah Peranakan Friesian Holstein (PFH) yang sedang menyusui dan diberi suplemen daun lamtoro (*Leucaena leucocephala*). Sebanyak dua belas sapi perah PFH yang sedang menyusui, berusia 3–4 tahun, pada bulan ke-4 hingga ke-8 masa laktasi, dan dengan berat badan rata-rata 450 kg, digunakan dalam penelitian ini. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari dua perlakuan dan enam kelompok. Ransum terdiri dari pakan hijauan dan pakan konsentrat dengan perbandingan 40:60. Pakan konsentrat terdiri dari dedak padi, tepung kelapa, kulit kopi, tepung gandum, vitamin, mineral, dan ampas tahu. Suplementasi daun lamtoro sebesar 10% untuk P0 dan 20% untuk P1 berdasarkan bahan kering pakan hijauan. Sampel darah diambil melalui vena jugularis untuk analisis hemoglobin (Hb), jumlah sel darah merah (RBC), hematokrit (Hct), serta indeks-indeks termasuk *Mean Corpuscular Volume* (MCV), *Mean Corpuscular Hemoglobin* (MCH), dan *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC). Data dianalisis menggunakan ANOVA diikuti dengan uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan lamtoro memiliki pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) terhadap MCV, MCH, dan MCHC, sedangkan hemoglobin dan jumlah sel darah merah menunjukkan tren kenaikan yang positif. MCV ($p < 0,01$) nyata meningkat dari 39,90 fL pada P0 menjadi 47,8 fL pada P1. MCH juga meningkat dari 11,54 pg menjadi 12,31 pg. MCHC meningkat dari 29,94% menjadi 33,73% ($p < 0,05$), yang menunjukkan saturasi hemoglobin yang lebih baik. RDW stabil pada 33,62% dan 33,81%, yang mencerminkan eritropoiesis yang seragam. Simpulan dari penelitian ini bahwa suplementasi lamtoro hingga 20% meningkatkan beberapa indeks eritrosit, yang menunjukkan peningkatan karakteristik eritrosit pada sapi perah yang sedang menyusui.

Kata kunci: eritrogram, hemoglobin, *Leucaena leucocephala*, nutrisi, sapi perah



PENDAHULUAN

Sapi perah Peranakan Friesian Holstein (PFH) merupakan sumber utama produksi susu di Indonesia, namun produktivitasnya seringkali terbatas oleh rendahnya kualitas pakan hijauan yang tersedia di wilayah tropis. Tantangan utama bagi peternak sapi perah laktasi adalah menyediakan pasokan protein dan energi yang konstan serta mineral mikro yang memadai untuk mendukung sintesis susu di jaringan parenkim ambing (Ammar et al. 2024). Dalam sistem produksi ternak tropis, ketersediaan pakan berkualitas tinggi sering berfluktuasi, terutama pada musim kemarau. Kondisi ini mendorong pemanfaatan hijauan alternatif dengan kepadatan nutrisi yang lebih tinggi dibandingkan rumput alam atau jerami padi. Salah satu tanaman leguminosa yang telah lama diakui keunggulannya adalah lamtoro (*Leucaena leucocephala*), karena kandungan protein kasarnya yang tinggi, mencapai 20-30% dari bahan kering (De Angelis et al. 2021).

Status hematologis, khususnya profil eritrogram, merupakan indikator fundamental bagi kesehatan dan status nutrisi sapi perah. Eritrogram mencakup jumlah total eritrosit, konsentrasi hemoglobin, nilai hematokrit, dan indeks sel darah merah seperti MCV (*Mean Corpuscular Volume*) dan MCH (*Mean Corpuscular Hemoglobin*). Pada sapi laktasi, kebutuhan oksigen sangat meningkat untuk mendukung proses metabolisme intermediat dan biosintesis konstituen susu. Hemoglobin, sebagai molekul pengangkut oksigen utama, memerlukan pasokan asam amino (untuk rantai globin) dan zat besi (untuk gugus heme) yang stabil dari saluran pencernaan (Kolarš et al. 2025). Kekurangan nutrisi prekursor ini akan langsung tercermin pada penurunan peubah darah, yang pada gilirannya dapat menyebabkan penurunan performa produksi dan efisiensi reproduksi (Mordak et al. 2024).

Suplementasi lamtoro menawarkan solusi strategis karena profil asam aminonya yang lengkap dan kandungan mineral mikronya yang melimpah, termasuk zat besi (Fe), tembaga (Cu), dan seng (Zn) (De Angelis et al. 2021). Namun, penggunaan lamtoro dalam pakan ruminansia tidak lepas dari perdebatan mengenai keberadaan senyawa antinutrisi, yaitu mimosin dan tanin. Mimosin (β -[N-(3-hydroxy-4-pyridone)]- α -amino propionic acid) adalah asam amino non-protein yang dapat menghambat fungsi kelenjar tiroid dan menyebabkan gejala toksisitas seperti penurunan nafsu makan (McSweeney et al. 2025). Meskipun demikian, penelitian di wilayah tropis menunjukkan bahwa ruminansia dapat beradaptasi terhadap mimosin melalui kolonisasi bakteri rumen khusus yaitu *Synergistes jonesii*, yang mampu mendegradasi mimosin dan turunannya (DHP) menjadi senyawa yang tidak beracun (Dalzell 2002).

Lamtoro disisi lain juga mengandung tanin terkondensasi (*condensed tannins*) yang memiliki peran ganda dalam fisiologi nutrisi. Pada tingkat yang

terkendali (2-4% dari bahan kering), tanin mampu membentuk kompleks protein-tanin yang stabil pada pH rumen yang netral (Naumann et al. 2017). Mekanisme ini melindungi protein pakan dari degradasi mikroba yang berlebihan di rumen, sehingga meningkatkan aliran *Rumen Undegradable Protein* (RUP) ke abomasum. Di lingkungan asam abomasum (pH < 3,5), kompleks ini terdisosiasi, melepaskan asam amino berkualitas tinggi untuk diserap di usus halus (Cai et al. 2022). Ketersediaan asam amino *bypass* ini sangat krusial bagi sintesis hemoglobin dan eritrosit, karena menyediakan bahan dasar yang lebih mudah diserap dan dimanfaatkan tubuh sehingga lebih efisien dibandingkan dengan protein mikroba saja (Min et al. 2021).

Beberapa penelitian terdahulu telah mengevaluasi pengaruh lamtoro terhadap produksi susu dan pencernaan pakan, namun analisis mendalam mengenai respons sistem hematologi, khususnya keterkaitan antara level suplementasi dengan perubahan indeks eritrosit pada sapi PFH laktasi, masih sangat terbatas (Permana et al. 2025). Terdapat indikasi bahwa suplementasi leguminosa kaya protein dapat memperbaiki volume rata-rata sel darah merah (MCV) dan kandungan hemoglobin per sel (MCH) tanpa harus meningkatkan jumlah total eritrosit secara masif, yang mencerminkan efisiensi eritropoiesis yang lebih tinggi (Fasae et al. 2025). Pemahaman mengenai batas aman suplementasi lamtoro dan pengaruhnya terhadap peubah darah sangat diperlukan untuk merumuskan manajemen pakan yang berbasis pada kesejahteraan dan kesehatan ternak.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respons parameter eritrogram pada sapi PFH laktasi yang diberikan suplementasi daun lamtoro. Informasi yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah dalam pemanfaatan lamtoro sebagai sumber protein berkualitas tinggi yang aman dan efektif bagi sapi perah laktasi di Indonesia.

METODE

Materi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan, menggunakan sebanyak 12 ekor sapi perah Peranakan Friesian Holstein (PFH) dalam masa laktasi dipilih sebagai subjek penelitian. Kriteria seleksi mencakup umur ternak antara 3 hingga 4 tahun, berada pada bulan laktasi ke-4 hingga ke-8 (pertengahan laktasi), dan memiliki berat badan rata-rata kurang lebih 450 kg. Sapi ditempatkan dalam kandang individu (*tie-stall*) untuk memudahkan kontrol konsumsi pakan dan pembersihan sisa pakan setiap hari.

Prosedur Penelitian

Ransum penelitian disusun dengan rasio hijauan terhadap konsentrat sebesar 40:60. Hijauan menggunakan rumput raja dan konsentrat basal yang terdiri dari dedak padi, bungkil kelapa, kulit kopi, pollard, mineral, vitamin, dan ampas tahu. Suplementasi

daun lamtoro sebanyak P0 sebanyak 10% dan P1 sebanyak 20% dari berat hijauan. Pengambilan sampel darah dilakukan pada akhir periode penelitian. Darah diambil melalui vena jugularis menggunakan jarum steril 18G dan langsung dimasukkan ke dalam tabung Vacutainer yang mengandung antikoagulan *Ethylene Diaminetetraacetic Acid* (EDTA) 10%. Pengambilan darah dilakukan pada pagi hari sebelum sapi diberikan pakan untuk menghindari fluktuasi parameter darah akibat aktivitas metabolisme pascamakan. Sampel darah segera dibawa ke laboratorium dalam *cool box* (suhu -4°C) untuk dianalisis.

Peubah eritrogram yang diukur meliputi:

1. Hemoglobin (Hb): diukur menggunakan metode sianometemoglobin (*Drabkin methode*) (Jain, 1993)
2. Eritrosit (RBC/*Red Blood Cells*): Dihitung menggunakan hematology analyzer (Brooks et al. 2020)
3. Nilai Hematokrit (Hct): Ditentukan dengan metode mikrohematokrit (Thrall et al. 2012)
4. Indeks Eritrosit: Dihitung secara matematis berdasarkan nilai hemoglobin, eritrosit, dan hematokrit menggunakan rumus (Jain, 1993)
 - *Mean Corpuscular Volume* (MCV) (fL) = $(\text{Hct} / \text{RBC}) \times 10$.
 - *Mean Corpuscular Hemoglobin* (MCH) (pg) = $(\text{Hb} / \text{RBC}) \times 10$.
 - *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC) (%) = $(\text{Hb} / \text{Hct}) \times 100$.
5. *Red Cell Distribution Width* (RDW): Untuk mengukur variasi ukuran eritrosit (Brooks et al. 2020)

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 perlakuan dan 6 kelompok sebagai ulangan (total 12). Sapi dikelompokkan : 1. bobot badan rata-rata 450 kg, 2. Umur 3 tahun laktasi ke 4, 3. Umur 4 tahun laktasi ke 5, 4. Umur 3 tahun laktasi ke 6, 5. Umur 4 tahun laktasi ke 7, dan 6. umur 3 tahun laktasi ke 8. Perlakuan yaitu suplementasi daun lamtoro sebanyak 10% (P0), 20% (P1) dari berat hijauan.

Data yang terkumpul dianalisis secara statistik menggunakan Analisis Ragam (ANOVA) satu arah dalam kerangka Rancangan Acak Kelompok. Jika terdapat pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) atau sangat nyata ($p < 0,01$), analisis dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) untuk melihat perbedaan antar rataan perlakuan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Eritrosit, Hemoglobin, dan Hematokrit

Suplementasi daun lamtoro pada berbagai level memberikan respons fisiologis yang bervariasi pada sistem peredaran darah sapi PFH laktasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah total eritrosit dan

konsentrasi hemoglobin tidak mengalami perubahan yang signifikan statistik pada level suplementasi P1 (20%) dibandingkan dengan P0 (10%) (Tabel 1).

Berdasarkan hasil pada Tabel 1, suplementasi daun lamtoro hingga level 20% (P1) tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peubah hemoglobin, jumlah eritrosit, dan hematokrit pada sapi perah PFH laktasi. Namun demikian, secara hasil uji terlihat adanya kecenderungan peningkatan nilai hemoglobin dari 7,95 g dL⁻¹ menjadi 8,14 g dL⁻¹ serta jumlah eritrosit dari 5,71 menjadi 6,00 × 10⁶ μL⁻¹. Hal ini menunjukkan bahwa suplementasi lamtoro tetap memberikan respons fisiologis positif, meskipun belum cukup kuat untuk menghasilkan perbedaan nyata. Tidak signifikannya perubahan tersebut mengindikasikan bahwa jumlah eritrosit cenderung dipertahankan stabil melalui mekanisme homeostasis untuk menjaga kapasitas transport oksigen dalam tubuh (Thrall et al. 2012).

Nilai hemoglobin pada kedua perlakuan masih berada pada kisaran batas bawah normal sapi perah, yaitu sekitar 8–15 g dL⁻¹ (Jain 1993). Kondisi ini menunjukkan bahwa ternak berada dalam fase metabolik tinggi selama laktasi, sehingga kebutuhan nutrisi, khususnya protein dan zat besi, meningkat untuk mendukung sintesis hemoglobin (Kolarš et al. 2025). Selain itu, pada sapi laktasi terjadi fenomena *nutrient partitioning*, di mana nutrisi lebih diprioritaskan untuk produksi susu dibandingkan pembentukan sel darah merah (Mordak et al. 2024). Oleh karena itu, meskipun lamtoro dikenal sebagai sumber protein dan mineral yang baik, level suplementasi yang diberikan kemungkinan belum optimal untuk meningkatkan parameter eritrogram secara kuantitatif.

Nilai hematokrit menunjukkan kecenderungan penurunan dari 26,65% menjadi 24,51%, namun masih berada dalam kisaran normal bawah. Penurunan ini diduga berkaitan dengan fenomena hemodilusi, yaitu peningkatan volume plasma darah pada sapi laktasi untuk mendukung distribusi nutrisi dan oksigen ke jaringan ambing (Torres-Chablé et al. 2024). Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa suplementasi lamtoro lebih berperan dalam menjaga stabilitas fisiologis darah dibandingkan meningkatkan jumlah eritrosit secara langsung.

Mean Corpuscular Volume (MCV) dan *Mean Corpuscular Hemoglobin* (MCH)

Hasil yang paling menonjol dalam penelitian ini adalah peningkatan nyata pada MCV dan MCH disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1 Hasil analisis eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit

Peubah	Satuan	P0	P1	<i>P-value</i>
Hemoglobin	g dl ⁻¹	7,95 ± 0,35	8,14 ± 0,50	0,343
Eritrosit	X 10 ⁶ μl ⁻¹	5,71 ± 0,63	6,004 ± 0,78	0,373
Hematokrit	%	26,65 ± 1,98	24,51 ± 3,34	0,179

P0 Suplementasi daun lamtoro 10%, P1 suplementasi daun lamtoro 20%.

Tabel 2 Hasil analisis *Mean Corpuscular Volume* (MCV) dan *Mean Corpuscular Hemoglobin* (MCH)

Parameter	Satuan	P0	P1	P-value
MCV	fL	39,90 ± 3,57 ^a	47,8 ± 3,17 ^b	0,000
MCH	Pg	11,54 ± 0,98 ^a	12,31 ± 0,31 ^b	0,039

P0 Suplementasi daun lamtoro 10%, P1 suplementasi daun lamtoro 20%. Superskrip berbeda (a, b) pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,01$).

MCV meningkat secara sangat nyata ($p < 0,01$) dari P0 39,90 fL pada kontrol menjadi P1 47,8 fL pada sapi yang disuplementasi lamtoro. MCV adalah indikator ukuran rata-rata satu sel eritrosit. Nilai 39,90 fL pada P0 berada sedikit di bawah kisaran referensi normal (40–60 fL), yang menunjukkan kecenderungan mikrositosis atau ukuran sel darah merah yang kecil pada sapi yang hanya diberikan pakan basal standar. Ukuran sel yang kecil seringkali dikaitkan dengan defisiensi zat besi (Fe) kronis atau kekurangan pasokan asam amino fungsional untuk sintesis hemoglobin di dalam sel. Hal ini menunjukkan bahwa tubuh sapi laktasi memberikan respons adaptif terhadap peningkatan asupan nutrisi dari lamtoro dengan memperbaiki kualitas individu sel darah merah daripada hanya menambah jumlah unit selnya. Fenomena ini mencerminkan peningkatan efisiensi proses eritropoiesis di sumsum tulang yang didorong oleh ketersediaan prekursor protein dan mineral yang mudah tersedia (Kolarš *et al.* 2025).

Peningkatan nilai MCV dari 39,90 fL pada P0 menjadi 47,8 fL pada P1 menunjukkan adanya perbaikan volume eritrosit, dan nilai tersebut masih berada dalam kisaran fisiologis normal pada sapi perah, khususnya sapi Holstein fase laktasi akhir yang memiliki rentang MCV sekitar 40–56 fL. Sementara itu, nilai MCH meningkat dari 11,54 pg menjadi 12,31 pg menunjukkan adanya peningkatan kandungan hemoglobin per eritrosit, namun masih berada di bawah kisaran referensi normal sapi perah (± 14 –20 pg), sehingga peningkatan tersebut belum sepenuhnya mencapai kondisi fisiologis optimal. Ukuran sel yang lebih besar dalam rentang normal memberikan keuntungan fisiologis berupa luas permukaan membran yang lebih besar untuk pertukaran gas O₂ dan CO₂ (Hanaa *et al.* 2018). Variasi nilai MCV dan MCH ini dipengaruhi oleh faktor fisiologis seperti umur, paritas, dan fase laktasi, di mana peubah hematologi pada sapi perah dapat mengalami perubahan signifikan seiring perkembangan fase produksi. Perubahan ini dapat dikaitkan langsung dengan kandungan protein kasar lamtoro yang tinggi (25,1%) dan efisiensi sistem tanin protein kompleks. Tanin dalam lamtoro melindungi protein dari degradasi rumen, sehingga asam amino berkualitas tinggi tersedia lebih melimpah di usus halus untuk mendukung pembentukan sitoskeleton eritrosit yang lebih kuat dan berukuran normal (Naumann *et al.* 2017). Dengan demikian, peningkatan MCV pada penelitian ini dapat diinterpretasikan sebagai respons positif terhadap perbaikan status nutrisi tanpa mengindikasikan kondisi patologis, meskipun nilai MCH masih menunjukkan kecenderungan rendah

dibandingkan nilai rujukan (Chen *et al.* 2022; Herman *et al.* 2018)

Sejalan dengan MCV, MCH juga meningkat dari 11,54 pg menjadi 12,31 pg. MCH mengukur jumlah rata-rata hemoglobin di setiap sel eritrosit. Peningkatan ini menunjukkan bahwa lamtoro tidak hanya memperbaiki ukuran fisik sel (MCV) tetapi juga densitas hemoglobin di dalamnya. Hal ini sangat dipengaruhi oleh asupan mineral zat besi (Fe) yang melimpah pada daun lamtoro (De Angelis *et al.* 2021). Meskipun tanin berpotensi mengikat mineral, mekanisme adaptasi ternak ruminansia terhadap tanin tingkat moderat mencegah gangguan absorpsi Fe yang signifikan (Delimont *et al.* 2017). Peningkatan MCH mencerminkan bahwa gugus heme diproduksi secara lebih efisien di sumsum tulang, memberikan kapasitas pengikatan oksigen yang lebih tinggi per unit sel darah merah (Kolarš *et al.* 2025).

Peningkatan MCV dan MCH yang diamati menunjukkan peningkatan status nutrisi sapi secara sistemik. Sapi perah laktasi memiliki prioritas metabolik yang sangat tinggi untuk produksi susu (*nutrient partitioning*), yang seringkali menyebabkan sistem organ lain, termasuk sumsum tulang, bersaing untuk mendapatkan nutrisi (Mordak *et al.* 2024). Jika asupan protein dan mineral terbatas, sumsum tulang akan memproduksi eritrosit dengan prioritas menjaga jumlahnya tetap cukup, namun dengan kualitas yang lebih rendah (volume kecil dan hemoglobin rendah). Sebaliknya, dengan suplementasi lamtoro, tersedia surplus asam amino dan Fe yang memungkinkan sumsum tulang memproduksi eritrosit yang berukuran optimal (Kolarš *et al.* 2025). Hal ini mengindikasikan bahwa suplementasi lamtoro membantu memenuhi kebutuhan nutrisi basal dan laktasi secara simultan, sehingga tidak terjadi kompetisi nutrisi yang merugikan sistem hematologi.

***Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC) dan *Red Cell Distribution Width* (RDW)**

Hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa suplementasi daun lamtoro pada perlakuan P1 meningkatkan nilai MCHC nyata meningkat dibandingkan kontrol (P0) sedangkan RDW tidak menunjukkan perbedaan signifikan. MCHC mengukur konsentrasi rata-rata hemoglobin dalam volume tertentu sel darah merah (Hanaa *et al.* 2018). Pada kelompok P0, rataan MCHC sebesar 29,94% secara klinis mengindikasikan kondisi hipokromik ringan (Halliday *et al.* 2019). Kondisi ini sering terjadi pada sapi perah laktasi di daerah tropis yang mengalami defisiensi nutrisi fungsional untuk sintesis hemoglobin di tengah tuntutan produksi susu yang tinggi (Halliday *et al.* 2019). Peningkatan MCHC menjadi 33,73% menunjukkan bahwa sel-sel darah merah tidak hanya berukuran lebih besar (MCV naik), tetapi juga memiliki saturasi hemoglobin yang lebih padat. Hal ini membuktikan efektivitas mekanisme perlindungan protein oleh tanin lamtoro yang meningkatkan suplai asam amino globin

Tabel 3 Hasil analisis *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC) dan *Red Cell Distribution Width* (RDW)

Parameter	Satuan	P0	P1	P-value
MCHC	%	29,94 ± 4,81 ^a	33,73 ± 6,48 ^b	0,063
RDW	%	33,62 ± 2,28	33,81 ± 9,7	0,953

P0 Suplementasi daun lamtoro 10%, P1 suplementasi daun lamtoro 20%. Superskrip berbeda (a, b) pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada peubah MCHC ($p < 0,05$).

dan mineral Fe ke sirkulasi darah. Peningkatan konsentrasi hemoglobin intra-seluler ini sangat krusial bagi sapi laktasi untuk mempertahankan efisiensi metabolisme energi tanpa harus meningkatkan viskositas darah secara berlebihan (Torres-Chablé *et al.* 2024).

Peubah RDW pada penelitian ini antara P0 (33,62%) dan P1 (33,81%) tidak berbeda nyata. RDW merupakan indeks variasi ukuran volume eritrosit atau anisositosis dalam sirkulasi (Hanaa *et al.* 2018). Kestabilan RDW menunjukkan bahwa tidak terjadi pelepasan mendadak eritrosit imatur (retikulositosis) atau adanya populasi sel abnormal yang merusak profil darah. Ini memperkuat temuan bahwa suplementasi lamtoro hingga level 20% mendukung proses eritropoiesis yang sehat dan stabil tanpa menimbulkan stres fisiologis pada organ hematopoietic (Delimont *et al.* 2017). Sapi perah pada kedua kelompok perlakuan tetap memiliki populasi sel darah merah yang homogen, yang merupakan indikator status kesehatan ternak yang baik selama masa laktasi.

SIMPULAN

Suplementasi daun lamtoro (*Leucaena leucocephala*) pada level 20% (P1) meningkatkan nilai MCV, MCH, dan MCHC dibandingkan perlakuan 10%. Nilai RDW yang relatif stabil mengindikasikan bahwa proses eritropoiesis berlangsung secara normal tanpa variasi ukuran sel yang berlebihan. Hemoglobin dan jumlah eritrosit menunjukkan tren peningkatan. Suplementasi lamtoro hingga 20% berpotensi meningkatkan kualitas eritrosit pada sapi perah laktasi.

DAFTAR PUSTAKA

Ammar H, Kholif AE, Horst EH, de Haro Marti, ME, de Almeida Teixeira IAM, Hlel N, Morsy TA, Fahmy M, Gouda GA, Mateos I, López S & Chahine M. 2024. Chemical composition and in vitro rumen fermentation kinetics of leaves and stems of *Moringa oleifera* and *Leucaena leucocephala* as potential feedstuffs for sheep. *Cogent Food and Agriculture*, 10(1): 1-13 <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2405881>

Brahmachari AK. 2012. *Evaluation of mimosine toxicity in goat and buffalo erythrocyte system in vitro*. 2: 66-69.

Brooks MB, Harr KE, Seelig DM, Wardrop KJ & Weiss DJ. 2020. Schalm's veterinary hematology. *Schalm's Veterinary Hematology, Seventh Edition*, 1-1393. <https://doi.org/10.1002/9781119500537>

Cai D, Qiu Q, Sahoo A, Wan F, Shen W, Wang Z, Yin L, Liu L, Lan X, He J, Tang S, Tan Z & Yang Y. 2022. Tannic acid reduced apparent protein digestibility and induced oxidative stress and inflammatory response without altering growth performance and ruminal

microbiota diversity of Xiangdong black goats. *Frontiers in Veterinary Science* 8

Chen H, Yu B, Liu C, Cheng L, Yu J, Hu X & Xiang M. 2022. Hematology reference intervals for holstein cows in Southern China: A study of 786 subjects. *Veterinary Sciences* 9(10). <https://doi.org/10.3390/vetsci9100565>

Dalzell S. 2002. *An Investigation into the extent and causes of leucaena toxicity in Queensland*. North Sydney (AU): Meat & Livestock Australia.

De Angelis A, Gasco L, Parisi G & Danieli PP. 2021. A multipurpose leguminous plant for the mediterranean countries: *Leucaena leucocephala* as an alternative protein source: a review. In *Animals* 11 (8). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ani11082230>

Delimont NM, Fiorentino NM, Kimmel KA, Haub MD, Rosenkranz SK & Lindshier, BL. 2017. Long-Term Dose-Response Condensed Tannin Supplementation Does Not Affect Iron Status or Bioavailability. *Current Development in Nutrition* 1-14. <http://cdn.nutrition.org>.

Fasae OA, Sanusi GO, Quadri OU, Ogunsuji BE & Arowojeka UA. 2025. Performance, blood profile, rumen characteristics, and anthelmintic effects of *Leucaena leucocephala* leaf meal concentrate diets on West African Dwarf sheep. *Agricultura Tropica et Subtropica*, 58(1): 22-32. <https://doi.org/10.2478/ats-2025-0003>

Halliday MJ, Giles HE, Padmanabha J, McSweeney CS, Dalzell SA & Shelton HM. 2019. The efficacy of a cultured synergistes ionesii inoculum to control hydroxypyridone toxicity in *Bos indicus* steers fed leucaena/grass diets. *Animal Production Science* 59(4): 696-708. <https://doi.org/10.1071/AN17853>

Hanaa AJA-G, Muntha YYA-S & Hawraa MA. 2018. *Effect of Stage of Lactation on Blood Picture of Crossed (Friesian X Local) Cattle*. *Indian Journal of Research* 7 (4). www.worldwidejournals.com

Herman N, Trumel C, Geffré A, Braun JP, Thibault M, Schelcher F & Bourges-Abella, N. 2018. Hematology reference intervals for adult cows in France using the Sysmex XT-2000iV analyzer. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 30(5): 678-687. <https://doi.org/10.1177/1040638718790310>

Jain C. 1993. *Essentials of veterinary hematology*. Philadelphia: Lea and Febiger, 76-250.

Kolarš B, Jovin VM, Živanović N, Minaković I, Gvozdenović N, Dickov Kokeza, I & Lesjak M. 2025. Iron deficiency and iron deficiency anemia: A comprehensive overview of established and emerging concepts. In *Pharmaceuticals* 18 (8): 1104. <https://doi.org/10.3390/ph18081104>

McSweeney CS, Halliday M & Mackie RI. 2025. Rumen synergistota: new insights into their role in mimosine and fluoroacetate toxicity of ruminant livestock. In *Applied and Environmental Microbiology* 91(8):1-16. <https://doi.org/10.1128/aem.00380-25>

Min BR, Pinchak WE, Hume ME & Anderson RC. 2021. Effects of condensed tannins supplementation on animal performance, phylogenetic microbial changes, and in vitro methane emissions in steers grazing winter wheat. *Animals*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/ani11082391>

Mordak R, Popiel J, Dobrzański Z, Kołacz R & Bielas W. 2024. Correlations between Selected Blood Markers of Hematological Profile and Milk Components in Dairy Cows. *Preprint.org*. <https://doi.org/10.20944/preprints202405.1813.v1>

Naumann HD, Tedeschi LO, Zeller WE & Huntley NF. 2017. The role of condensed tannins in ruminant animal production: Advances, limitations and future directions. In *Revista Brasileira de Zootecnia* 46 (12): 929-949). <https://doi.org/10.1590/S1806-92902017001200009>

Nguyen TTG, Wanapat M, Phesatcha K & Kang S. 2017. Effect of inclusion of different levels of *Leucaena* silage on rumen microbial population and microbial protein synthesis in dairy steers fed on rice straw. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 30(2) : 181-186. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0948>

Permana IG, Arif SIZ, Pambudi FR, Despal & Rosmalia A. 2025. Effect of *Leucaena leucocephala* protein supplement on nutrient intake, milk yield and quality, hematology, metabolites and economy

- efficiency in Etawah Crossbreed goats. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences* 20(2): 192-203. <https://doi.org/10.3844/ajavsp.2025.192.203>
- Thrall M A, Weiser G, Allison R & Campbell TW. 2012. *Veterinary Hematology and Clinical Chemistry*. 1437. https://books.google.com/books/about/Veterinary_Hematology_and_Clinical_Chemi.html?hl=id&id=PjCanfyADvIC
- Torres-Chablé OM, Ojeda-Robertos NF, Zamudio-Ortiz PS, Chay-Canul AJ, Segura-Correa JC, Severino-Lendecky VH & Peralta-Torres JA. 2024. Haematological status of cows in different physiological stages under humid tropic conditions. *Acta Scientiae Veterinariae* 52: 1949 <https://doi.org/10.22456/1679-9216.138187>