

Evaluasi Histomorfometri Ginjal dan Eritrogram Itik Hibrida setelah Pemberian Imbuhan Pakan Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.)

*Evaluation of Kidney Histomorphometry and Erythrogram of Hybrid Ducks after Feed Inclusion with Moringa Leaf Meal (*Moringa oleifera* Lam.)*

Ribki El Fahmi, Sunarno, Muhammad Anwar Djaelani, Kasiyati*

Departemen Biologi Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro,
Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

*Corresponding author, Email: atikbudi77@gmail.com

Naskah diterima: 14 Agustus 2024, direvisi: 11 Maret 2025, disetujui: 30 Maret 2025

Abstract

Feeding hybrid ducks with low nutritional quality may cause growth and health disorders, such as changes in the kidney structure and erythrogram. Moringa leaf meal contained antioxidants and nutrients that had the potential to be used as a feed supplement to support the growth and health of hybrid ducks. The aim of this study was to evaluate feed inclusion of moringa leaf meal on the kidney structure and erythrogram of hybrid ducks. This study used thirty-two hybrid ducks in a Completely Randomized Design (CRD) consisting of four treatments: K0 (feed without moringa leaf meal), K1: supplementation with 2.5% moringa leaf meal, K2: supplementation with 5% moringa leaf meal, and K3: supplementation with 7.5% moringa leaf meal. Each treatment consists of eight replications. The measured variables of kidney histomorphometry included renal corpuscle diameter, renal corpuscle density, proximal tubule diameter, and distal tubule diameter. Erythrogram variables included erythrocytes, hemoglobin, hematocrit, MCV, MCH, and MCHC. Data were tested and analyzed using ANOVA with a 5% significance level. The results showed that moringa leaf meal supplements had no significant effect ($P > 0.05$) on the kidney histomorphometry and erythrogram of hybrid ducks. It can be concluded that the addition of moringa leaf meal as a feed supplement for hybrid ducks acts as a renoprotector, preserving the histological structure of the kidneys. The phytochemical components of moringa leaf meal also have the potential to maintain the normality of erythropoiesis, ensuring that the erythrogram count remains within the normal range.

Keywords: erythrocytes; nefron; proximal tubule; renal corpuscle

Abstrak

Pakan dengan kualitas nutrisi rendah dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan dan kesehatan seperti perubahan struktur ginjal dan eritrogram itik hibrida. Tepung daun kelor memiliki kandungan antioksidan dan nutrisi yang berpotensi digunakan sebagai suplemen pakan untuk mendukung pertumbuhan dan kesehatan itik hibrida. Tujuan penelitian ini mengevaluasi pemberian imbuhan tepung daun kelor pada struktur ginjal dan eritrogram itik hibrida. Penelitian ini menggunakan tiga puluh dua ekor itik hibrida dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas empat perlakuan, meliputi K0 (pakan tanpa tepung daun kelor), K1: imbuhan tepung daun kelor 2,5%, K2: imbuhan tepung daun kelor 5%, dan K3: imbuhan tepung daun kelor 7,5%. Masing-masing perlakuan terdiri atas delapan ulangan. Variabel histomorfometri ginjal meliputi diameter korpuskulum renal, kepadatan korpuskulum renal, diameter tubulus proksimal dan diameter tubulus distal. Variabel eritrogram, antara lain eritrosit, hemoglobin, hematokrit, MCV, MCH dan MCHC. Data diuji dan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam dengan taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplemen tepung daun kelor tidak mengubah histomorfometri ginjal dan nilai eritrogram itik hibrida ($P > 0,05$).

Kesimpulan dari penelitian ini pemberian tepung daun kelor sebagai imbuhan pakan pada itik hibrida berperan sebagai renoprotektor yang mempertahankan struktur histologi ginjal. Komponen fitokimia tepung daun kelor juga berpotensi menjaga normalitas eritropoiesis sehingga jumlah eritrogram dalam kisaran normal.

Kata kunci: eritrosit; korpuskulum renal; nefron; tubulus proksimal

Pendahuluan

Produksi daging itik di Indonesia meningkat setiap tahunnya seiring dengan peningkatan konsumsi protein hewani. Berdasarkan data Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan tahun 2023, populasi itik yang dibudidayakan secara nasional mengalami peningkatan 48,4 juta ekor atau naik 0,12% pada tahun 2023 dibandingkan tahun sebelumnya (Ditjenakkeswan, 2024). Itik hibrida merupakan salah satu jenis itik yang dibudidayakan dari hasil persilangan itik peking dengan itik lokal, memiliki pertumbuhan yang cepat dan mampu beradaptasi dalam berbagai kondisi lingkungan (Sari *et al.*, 2015). Peningkatan produktivitas itik hibrida dapat ditunjang dengan pemberian pakan yang berkualitas. Itik memanfaatkan pakan untuk hidup pokok, pemeliharaan, reproduksi, dan produksi. Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas pakan itik adalah dengan pemberian imbuhan pakan (*feed additive*) sehingga terjadi peningkatan efisiensi pakan, pertumbuhan, dan kesehatan.

Tepung daun kelor dapat menjadi salah satu alternatif imbuhan pakan yang mengandung berbagai fitonutrien seperti protein 27,1 g, karbohidrat 38,2 g, lipid 2,3 g, kalori 205 kcal, vitamin A (beta karoten) 16,3 g, vitamin B₂ 20,5 mg, kalsium 2.003 mg, zat besi 28,2 mg, tembaga 0,57 mg, kalium 1.324 mg, fosfat 204 mg, dan serat 19,2 g (Mahfuz & Piao, 2019; Jacques *et al.*, 2020). Tepung daun kelor juga mengandung antioksidan flavonoid, asam klorogenat, kaempferol, dan apigenin yang mampu mencegah kerusakan sel dan nekrosis (Owolabi & Ogunnaike, 2014). Erwan *et al.*, (2021) melaporkan kandungan senyawa bioaktif seperti flavonoid, saponin, fitosterol, dan senyawa lainnya yang terkandung dalam daun kelor berpotensi menurunkan trigliserida dalam darah broiler. Hasil penelitian Liu *et al.*, (2016) memperlihatkan imbuhan tepung daun kelor dalam pakan ayam petelur dapat meningkatkan performa produksi telur dan tidak berdampak

negatif pada hati dan ginjal, sementara Kasiyati *et al.*, (2021) menemukan imbuhan tepung daun kelor pada pakan itik pengging fase layer tidak mengubah profil hematologi.

Status kesehatan hewan dapat dievaluasi dari pemeriksaan struktur jaringan dan darah. Beberapa jaringan dari sistem organ yang sering digunakan untuk pemeriksaan dan evaluasi kesehatan hewan adalah jantung dan pembuluh darah, ginjal, hati, otot dan tulang, limpa, timus, serta organ reproduksi. Pemberian nutrisi yang seimbang sangat penting untuk menjaga kesehatan unggas. Unggas yang sehat dapat tumbuh, berkembang, bereproduksi, dan produksi secara optimal. Nutrisi dengan kualitas rendah dapat mengganggu kesehatan hewan dan menurunkan produktivitasnya. Pertumbuhan unggas menjadi terhambat jika pakan yang disediakan defisien protein, mineral dan vitamin. Sistem imun juga mengalami gangguan jika kadar vitamin A dan E di dalam pakan berkurang. Unggas cenderung mudah terserang penyakit, mengalami gangguan metabolisme, dan kurang aktif pada pakan defisien energi. Reproduksi dan produksi telur juga terhambat apabila pakan defisien vitamin E, selenium, dan asam lemak omega-3 (Scanen & Christensen, 2020). Ginjal merupakan salah satu organ vital karena memiliki berbagai peran fisiologis seperti mengatur keseimbangan cairan dan elektrolit, menjaga pH darah yang penting dalam keseimbangan asam-basa yang diperlukan pada semua reaksi biokimiawi tubuh, sebagai tempat untuk ekskresi produk limbah metabolisme, dan sebagai tempat sintesis eritropoietin (EPO). EPO merupakan hormon glikoprotein yang disintesis oleh sel-sel peritubular dan sel-sel interstisial korteks renalis, berperan sebagai stimulan dalam eritropoiesis (proses pembentukan sel darah merah) (Scanen & Dridi, 2022). Ginjal juga berfungsi sebagai *critmeter* yang dapat merasakan tekanan oksigen dan volume ekstraseluler, serta sebagai unit fungsional dalam pengaturan hematokrit

sehingga nilai hematokrit dipertahankan tetap dalam nilai normal (Ngo & Evans, 2018). Secara makroskopis ginjal unggas terdiri atas tiga lobus yang terbagi menjadi divisi kranial, media, dan kaudal. Setiap divisi renal terbagi menjadi banyak subunit yang disusun oleh bagian medula dan korteks. Nefron dan elemen nefron (tubulus, duktus kolektivus, dan lengkung Henle) berada di bagian korteks, namun elemen nefron juga mengisi subunit medula (Konig *et al.*, 2016).

Profil hematologi, baik eritrogram maupun leukogram dapat dijadikan sebagai salah satu indikator untuk mengevaluasi kesehatan hewan. Komponen pengukuran eritrogram antara lain eritrosit, hemoglobin, hematokrit, *Mean Corpuscular Volume* (MCV), *Mean Corpuscular Hemoglobin* (MCH), dan *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC) (Kasiyati *et al.*, 2022). Informasi mengenai pemanfaatan tepung daun kelor sebagai imbuhan pakan itik hibrida yang berdampak pada kesehatan ginjal dan status hematologi masih belum banyak dipublikasi. Informasi penggunaan imbuhan tepung daun kelor pada pakan unggas lebih banyak dipergunakan untuk meningkatkan pertumbuhan, bobot karkas, dan produktivitas unggas sehingga penelitian ini perlu dilakukan dengan tujuan mengevaluasi pemberian tepung daun kelor sebagai imbuhan pakan terhadap histomorfometri ginjal dan nilai eritrogram itik hibrida.

Materi dan Metode

Semua prosedur penelitian telah disetujui oleh Komisi Etik No. 060/EC-H/KEPK/FK-

UNDIP/VI/2024. Penelitian ini menggunakan itik hibrida jantan umur satu minggu, berjumlah 32 ekor yang dibagi ke dalam empat perlakuan, masing-masing perlakuan terdiri atas delapan ekor itik hibrida. Itik diperoleh dari *breeder* Dusun Jatirunggo, Kecamatan Pringapus, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. Itik yang baru datang ditempatkan dalam kandang boks yang telah dilengkapi dengan lampu penghangat dan diberikan minum air gula untuk memulihkan energi selama perjalanan. Pemberian air gula selama dua jam, kemudian diganti dengan air minum tanpa tambahan gula. Aklimatisasi dalam kandang boks dilakukan selama satu minggu. Setelah itik berumur dua minggu dipindahkan ke dalam kandang baterai sampai penelitian berakhir.

Formulasi pakan dan pemberian pakan selama penelitian

Pakan itik hibrida yang digunakan berupa pakan komersial standar, yaitu pakan standar B-11 untuk fase *starter* (1-4 minggu) dan pakan komersial standar B-12 untuk fase *finisher* (5-8 minggu). Stok pakan dibuat satu minggu sekali. Pakan dan minum diberikan secara *ad libitum* terukur. Pada umur 3-4 minggu, jumlah pakan per ekor/hari 100 g, 4-6 minggu jumlah pakan per ekor/hari 115 g, dan umur 7-8 minggu jumlah pakan per ekor/hari 120 g. Pemberian pakan dua kali sehari, yaitu setiap pagi (pukul 07.00 WIB) dan sore (pukul 15.00 WIB) hari. Perlakuan pakan diberikan selama enam minggu, dimulai dari itik umur tiga minggu sampai delapan minggu.

Tabel 1. Komposisi dan kandungan nutrisi pakan itik hibrida yang diberi imbuhan tepung daun kelor

Komposisi Bahan Pakan	Konsentrasi Pakan Perlakuan (%)							
	<i>Starter</i> (1-4 minggu)				<i>Finisher</i> (5-8 minggu)			
	0	2,5	5	7,5	0	2,5	5	7,5
Pakan komersial standar B11 dan B12	100	97,5	95	92,5	100	97,5	95	92,5
Tepung daun kelor	0	2,5	5	7,5	0	2,5	5	7,5
Jumlah	100	100	100	100	100	100	100	100
Kandungan nutrisi hasil analisis laboratorium								
Energi metabolis (kkal/kg)	2970,2	2947,14	2924,08	2901,01	3040	3016,94	3000,88	2949,9
Protein kasar (%)	21,94	22,29	22,64	22,99	18,6	18,98	19,31	19,74
Lemak kasar (%)	3,55	3,49	3,42	3,35	7,26	7,19	7,11	7,07
Serat kasar (%)	3,56	3,52	3,47	3,42	4,26	4,22	4,12	4,00
Ca (%)	0,78	0,79	0,79	0,80	0,87	0,87	0,88	0,88
P (%)	0,51	0,50	0,48	0,47	0,50	0,49	0,47	0,47

Konsentrasi tepung daun kelor yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu 0% (pakan tanpa penambahan tepung daun kelor); 2,5%; 5%; dan 7,5%. Cara pembuatan stok pakan per minggu, yaitu dengan mencampur pakan standar B-11 maupun B-12 dengan tepung daun kelor yang diperoleh dari *market place* Flozindo. Satu bagian pakan komersial standar dihamparkan pada boks persegi, bagian atas pakan ditaburkan satu bagian tepung daun kelor sesuai konsentrasi sampai terbentuk lapisan pakan dengan tepung daun kelor, kemudian diaduk dari bawah ke atas, dari samping kanan ke kiri secara berulang sampai diperoleh campuran pakan dengan tepung daun kelor yang homogen. Komposisi dan kandungan nutrisi pakan sesuai dengan rekomendasi dari Febriana *et al.*, (2023) (Tabel 1).

Pengambilan sampel darah, isolasi organ, dan pembuatan preparat histologi

Pengambilan sampel darah dilakukan pada itik umur 6 minggu menggunakan *syringe* 3 mL melalui *vena brachialis*. Darah kemudian ditampung dalam tabung *Ethylene Diamine Tetra-acetic Acid* (EDTA), disimpan dalam suhu ruang sampai semua sampel terkumpul dan kemudian dibawa ke laboratorium untuk analisis eritrogram. Pengukuran variabel eritrogram meliputi jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, hematokrit, *mean corpuscular volume* (MCV), *mean corpuscular hemoglobin* (MCH), dan *mean corpuscular hemoglobin concentration* (MCHC) menggunakan *Vet Auto Hematology Analyzer M-HEMA100* dengan reagent ABX micro60.

Terminasi itik dilakukan saat itik berumur delapan minggu dengan cara pemotongan yang sesuai dengan prosedur halal. Itik dipuasakan makan terlebih dahulu selama 12 jam kemudian bagian pangkal leher itik disembelih untuk memutus saluran tenggorokan (*trakea*), kerongkongan (*esophagus*), dan vena-arteri jugularis, dilanjutkan dengan penuntasan darah, *scalding* (itik dimasukan dalam air panas 55-60°C selama 2-3 menit), dan pencabutan bulu (Kasiyati *et al.*, 2022). Setelah semua bulu dibersihkan dari badan itik, dilanjutkan isolasi organ dengan membuka rongga perut hingga rongga dada sampai diperoleh ginjal (*ren*). Ginjal yang telah diisolasi, dicuci dengan

NaCl 0,9% kemudian difiksasi dengan *Buffer Neutral Formalin* (BNF) 10%, selanjutnya dibuat preparat histologis dengan metode parafin dan pewarnaan HE (Hematoksilin-Eosin). Pembuatan preparat dengan metode parafin mengacu pada Bancroft & Gamble (2008) melalui beberapa tahapan, yaitu, fiksasi, dehidrasi, penjernihan, infiltrasi, deparafinisasi, pewarnaan, dan *mounting*.

Pengamatan histomorfometri ginjal dilakukan menggunakan mikroskop Leica DM750 dengan perbesaran 400X. Variabel yang diukur adalah diameter dan kepadatan pada korpuskulum renal, tubulus distal serta tubulus proksimal. Pengukuran diameter tubulus proksimal dan tubulus distal dilakukan dengan menarik garis lurus secara vertikal maupun horizontal, kemudian dijumlah dan dirata-rata (Ichsan *et al.*, 2022). Pengukuran kepadatan korpuskulum renal dilakukan dengan menghitung jumlah korpuskulum renal yang dilihat dari lima bidang pandang untuk setiap preparat, kemudian dirata-rata.

Hasil dan Pembahasan

Histomorfometri Ginjal

Hasil analisis data (Tabel 2) menunjukkan diameter korpuskulum renal, diameter tubulus distal dan tubulus proksimal itik hibrida tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Pemberian imbuhan tepung daun kelor dalam pakan tidak mengubah struktur histologi ginjal itik hibrida, diduga bahwa senyawa aktif seperti flavonoid, saponin, dan alkaloid yang terkandung pada tepung daun kelor dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan. Peran antioksidan dalam sistem biologis adalah mengurangi radikal bebas sehingga struktur sel ginjal tidak mengalami kerusakan, ditandai dengan tidak adanya kerusakan atau tidak terjadi perubahan struktur histologi (Gambar 1) maupun mikrometri nefron itik hibrida (Tabel 2). Bata *et al.*, (2018) dalam hasil skrining fitokimia daun kelor menyatakan bahwa daun kelor mengandung alkaloid, flavonoid, polifenol, steroid, dan saponin yang berperan sebagai antioksidan.

Persentase kepadatan korpuskulum renal juga dihitung dan ditampilkan pada Tabel 2, menunjukkan tidak berbeda nyata, diasumsikan

Tabel 2. Rata-rata histomorfometri elemen nefron itik hibrida yang diberikan imbuhan tepung daun kelor dalam pakan

Variabel	Perlakuan				Nilai Normal
	K0	K1	K2	K3	
Ø Korpuskulum renal (μm)	31,60 \pm 4,39	27,17 \pm 2,80	28,75 \pm 4,39	31,67 \pm 3,31	30,17-34,23 ⁽¹⁾
Ø Tubulus proksimal (μm)	32,97 \pm 0,83	34,37 \pm 5,23	28,52 \pm 4,47	25,55 \pm 6,90	25,49-36,12 ⁽²⁾
Ø Tubulus distal (μm)	26,25 \pm 2,92	26,03 \pm 1,78	23,98 \pm 0,77	22,54 \pm 3,84	23,13-31,19 ⁽²⁾
Kepadatan korpuskulum renal (%)	5,33 \pm 1,21	4,33 \pm 1,21	5,00 \pm 1,09	6,16 \pm 0,75	4,25-7,12 ⁽³⁾

Keterangan: Seluruh variabel menunjukkan tidak berbeda nyata ($P>0,05$), K0 (pakan tanpa tepung daun kelor), K1, K2, dan K3 secara berurutan yaitu perlakuan pakan dengan pemberian tepung daun kelor pada kadar 2,5%, 5%, dan 7,5 %. Data yang disajikan berupa nilai rata-rata \pm standar deviasi. Ø: diameter

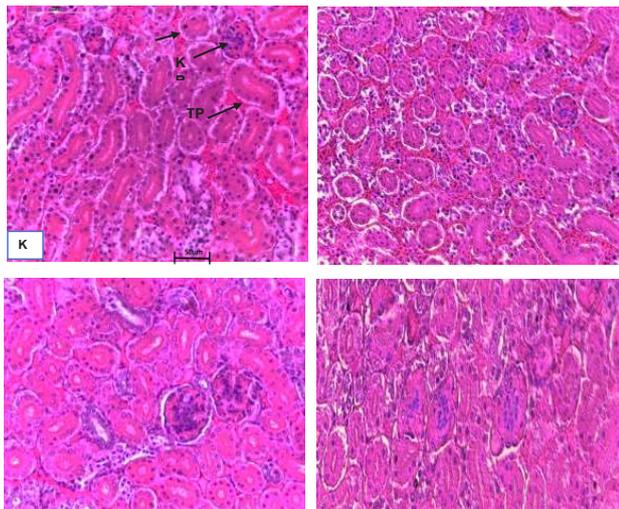
¹Yuziani *et al.* (2023), ²Zainuddin *et al.* (2022), ³Dhyaa *et al.* (2014)

bahwa nutrisi esensial yang terdapat dalam pakan setelah diabsorpsi pada intestinum dan ditranspor ke hati dipergunakan sebagai substrat metabolisme atau mengalami modifikasi lanjutan, kemudian didistribusikan melalui sistem sirkulasi menuju seluruh organ tubuh, termasuk ginjal. Darah yang masuk ke dalam ginjal difiltrasi, komponen di dalam darah yang masih bermanfaat bagi tubuh akan direabsorpsi dan dikembalikan ke dalam sistem sirkulasi, sedangkan sampah metabolik selanjutnya diproses menjadi urin untuk diekskresikan. Korpuskulum renal merupakan unit fungsional ginjal untuk filtrasi darah. Kepadatan korpuskulum renal itik hibrida pada penelitian ini masih dalam kisaran normal. Jadi, imbuhan tepung daun kelor pada pakan itik hibrida tidak mengganggu fungsi ginjal, ditandai oleh jumlah korpuskulum renal relatif tetap. Korpuskulum renal terdiri atas glomerulus dan kapsul bowman yang berperan dalam filtrasi darah untuk membentuk urin. Pengukuran kepadatan korpuskulum renal digunakan sebagai indikator untuk mengevaluasi fungsi filtrasi ginjal. Ojeda *et al.*, (2013) menyatakan bahwa korpuskulum renal adalah struktur yang terdiri atas glomerulus dan kapsul bowman, berperan penting sebagai indikator dalam proses filtrasi. Zulfi *et al.*, (2013) menyatakan bahwa ginjal mengeluarkan zat yang tidak diinginkan dengan menyaring darah dan mensekresikannya dalam urin, sementara zat yang dibutuhkan akan diserap kembali ke dalam darah.

Diameter tubulus proksimal dan distal pada penelitian ini masih berada dalam kisaran normal (Tabel 2). Hasil penelitian ini sesuai dengan laporan Zainuddin *et al.*, (2022) yang

menyatakan diameter normal tubulus proksimal berkisar 25,49-36,12 μm dan tubulus distal berkisar 23,13-31,19 μm . Nilai normal diameter tubulus proksimal dan tubulus distal pada itik hibrida berkaitan dengan komponen fitonutrien tepung daun kelor yang berperan sebagai antioksidan dan antiinflamasi pada struktur ginjal. Radikal bebas di dalam tubuh dapat dihasilkan dari proses metabolisme normal. Dampak negatif dari radikal bebas yang dihasilkan oleh lingkungan internal maupun eksternal sel dapat diminimalkan oleh aktivitas antioksidan tepung daun kelor. Selain itu, komponen pakan yang diberikan selama penelitian tidak mengandung senyawa toksik sehingga tidak berpengaruh pada kinerja ginjal maupun sel-sel epitelium tubulus. Sel-sel epitelium tubulus yang sehat mampu mengontrol regulasi siklus sel sehingga terjadi keseimbangan antara proliferasi dan apoptosis pada sel. Torrealba *et al.*, (2020) menyatakan bahwa keseimbangan antara proliferasi dan apoptosis sangat penting dalam menjaga kesehatan jaringan dan organ sehingga mengindikasikan sel dapat mempertahankan integritasnya.

Pengamatan histologi ginjal itik hibrida pada K0 (kontrol), K1 (kadar 2,5%), K2 (kadar 5%), dan K3 (kadar 7,5%) menghasilkan struktur histologis yang normal (Gambar 1). Tubulus proksimal terlihat memiliki mikrovili yang cukup panjang pada bagian apikal, yang membentuk *brush border* menonjol. Sel-sel pada tubulus distal terlihat lebih pendek dibandingkan dengan sel tubulus proksimal, sehingga *brush border* tidak begitu menonjol. Korpuskulum renal yang diamati meliputi glomerulus dan kapsul Bowman. Beatrice



Gambar 1. Struktur histologi ginjal itik hibrida (Pewarnaan HE, Perbesaran 400X) K0: pakan tanpa tepung daun kelor; K1:pakan dengan pemberian tepung daun kelor pada kadar 2,5%; K2: pakan dengan pemberian tepung daun kelor pada kadar 5%; K3:pakan dengan pemberian tepung daun kelor pada kadar 7,5%. Korpuskulum renal (KR), tubulus proksimal (TP), tubulus distal (TD).

et al., (2023) menyatakan bahwa tubulus kontortus proksimal memiliki ukuran sel yang lebih besar daripada tubulus kontortus distal. Tubulus kontortus distal nampak lebih kecil dari tubulus kontortus proksimal dan tidak memiliki mikrovili atau *brush border*. *Brush border* adalah struktur mikrovili yang terdapat pada sel epitel tubulus. Zainuddin *et al.* (2022) menyatakan bahwa *brush border* adalah struktur mikrovili yang terdiri dari vili-vili kecil yang tidak bergerak (imotil). Fungsi utama *brush border* adalah membantu proses penyerapan cairan berlebih.

Eritrogram

Hasil analisis data menunjukkan pemberian imbuhan tepung daun kelor dalam pakan itik hibrida tidak berpengaruh signifikan ($P>0,05$) pada semua variabel eritrogram, yaitu jumlah eritrosit, hemoglobin, hematokrit, MCV, MCH dan MCHC. Daun kelor memiliki kandungan antioksidan seperti flavonoid, saponin, dan tanin yang berpotensi mempertahankan nilai eritrogram. Rizkayanti *et al.*, (2017) menyatakan bahwa tanaman kelor mengandung banyak molekul antioksidan yang berperan menghambat radikal bebas. Antioksidan berperan dalam menjaga konsistensi membran eritrosit sehingga *reactive oxygen species* (ROS) tidak akan mudah merusak membran sel darah merah. Purwaningsih *et al.*, (2014) menyatakan bahwa antioksidan bekerja dengan cara menstabilkan radikal bebas dengan memberikan elektron tambahan, yang membantu mencegah terjadinya reaksi berantai yang dapat merusak sel. Rata-rata eritrosit, hemoglobin, MCV, MCH, dan MCHC setelah pemberian suplemen tepung daun kelor pada itik penelitian disajikan pada Tabel 3.

Jumlah eritrosit pada penelitian ini berada pada kisaran normal (Tabel 3). Hasil penelitian ini menunjukkan kandungan nutrisi seperti protein, vitamin, dan mineral baik pada pakan kontrol (K0) maupun pakan dengan imbuhan tepung daun kelor (K1, K2, dan K3) telah memenuhi standar kebutuhan itik sehingga dapat mendukung proses eritropoiesis. Ikawati (2018) menyatakan bahwa protein, vitamin, dan zat besi memiliki peran esensial dalam

Tabel 3. Rata-rata eritrogram itik hibrida yang diberikan imbuhan tepung daun kelor dalam pakan

Variabel	Perlakuan			Nilai normal	
	K0	K1	K2		K3
Eritrosit (juta/ μ L)	2,95 \pm 0,20	2,96 \pm 0,26	3,16 \pm 0,26	2,84 \pm 0,20	2,03-3,50 ⁽¹⁾
Hemoglobin (g/dL)	14,60 \pm 1,16	15,20 \pm 1,11	16,10 \pm 1,24	14,40 \pm 1,02	10,57-16,56 ⁽²⁾
Hematokrit (%)	38,40 \pm 2,82	40,20 \pm 2,93	42,70 \pm 4,19	38,00 \pm 2,24	38,84-42,96 ⁽³⁾
MCV (fL)	131,20 \pm 5,19	135,16 \pm 2,26	135,68 \pm 1,36	134,92 \pm 3,55	90-140 ⁽⁴⁾
MCH (pg)	49,40 \pm 1,37	50,86 \pm 1,93	50,98 \pm 1,29	50,68 \pm 0,68	49,74-52,62 ⁽⁵⁾
MCHC (g/dL)	38,02 \pm 2,20	37,80 \pm 1,77	37,74 \pm 0,76	37,84 \pm 1,48	36,09-42,82 ⁽⁵⁾

Keterangan: Seluruh variabel menunjukkan perbedaan tidak nyata ($P>0,05$). K0 (pakan tanpa tepung daun kelor), K1, K2, dan K3 secara berurutan, yaitu perlakuan pakan dengan pemberian tepung daun kelor pada kadar 2,5%, 5%, dan 7,5 %. Data yang disajikan berupa nilai rata-rata $\bar{x} \pm$ standar deviasi.

¹Viasatika *et al.* (2022), ²Abdel-Hamid *et al.* (2023), ³Evandharu *et al.*, (2016), ⁴Zanu *et al.*, (2012), ⁵Fatmawati *et al.* (2021)

proses eritropoesis. Eritropoesis terjadi pada sumsum merah tulang. Aliviameita & Puspitasari (2019) menyatakan bahwa tahapan proses maturasi eritrosit terdiri atas enam tahap, yaitu *pronormoblast*, *normoblast* basofilik, polikromatofilik *normoblast*, *ortokromic normoblast*, retikulosit, dan eritrosit matur. Hemoglobin terdiri atas dua rantai alfa dan beta, dengan masing-masing rantai mengandung gugus heme. Nova *et al.*, (2019) mengemukakan bahwa kadar hemoglobin berbanding lurus dengan jumlah eritrosit. Hemoglobin berperan sebagai pengikat dan pengangkut oksigen untuk diedarkan ke seluruh tubuh. Kadar hemoglobin pada penelitian ini juga berada pada kisaran normal (Tabel 3).

Nilai hematokrit dalam penelitian ini relatif sama antar-perlakuan dan berada dalam kondisi normal (Tabel 3). Hematokrit adalah persentase yang menunjukkan perbandingan antara jumlah eritrosit dan volume total darah. Perubahan nilai hematokrit bergantung pada volume sel-sel darah yang dibandingkan dengan volume darah keseluruhan. Chairani *et al.*, (2022) dan Evandharu *et al.*, (2016) menyatakan jumlah eritrosit berkorelasi positif dengan nilai hematokrit. Nilai hematokrit yang sesuai dengan standar dapat mempertahankan kondisi normal atau status sehat pada ternak, sedangkan peningkatan nilai hematokrit mengindikasikan terjadi peningkatan viskositas darah. Kusumasari *et al.*, (2012) berpendapat bahwa penurunan atau peningkatan nilai hematokrit dipengaruhi oleh kondisi tubuh hewan itu sendiri, stres, dan kecukupan pakan.

Mean Corpuscular Volume (MCV) digunakan sebagai salah satu indikator eritrogram untuk menentukan ukuran sel darah merah (Rosidah *et al.*, 2020). Nilai MCV dalam penelitian ini dalam kisaran normal (Tabel 3). MCV normal pada itik hibrida menunjukkan itik hibrida tidak mengalami perubahan fisiologis setelah pemberian suplemen tepung daun kelor. Fatmawati *et al.*, (2021) menyatakan bahwa nilai MCV normal dapat digunakan sebagai indikator kesehatan ternak. MCV memiliki keterkaitan erat dengan kondisi normal persentase hematokrit, hemoglobin dan jumlah eritrosit. Nilai MCV yang normal menunjukkan bahwa kebutuhan oksigen serta nutrisi terutama rasio energi

dengan protein telah tercukupi. Selain MCV, nilai *Mean Corpuscular Hemoglobin* (MCH) juga dianalisis dalam penelitian ini, digunakan untuk menentukan jumlah rata-rata hemoglobin pada setiap satu sel eritrosit. Nilai MCH pada penelitian ini masih dalam kisaran normal (Tabel 3). Artinya, hemoglobin secara optimal dapat mengikat dan mengantarkan oksigen ke jaringan sehingga oksigen dapat digunakan untuk berbagai proses metabolisme seluler. Hasil penelitian ini mendukung temuan Nisa *et al.*, (2022) bahwa nilai MCH yang normal mengindikasikan hewan tidak mengalami anemia. Variabel eritrogram lainnya yang dievaluasi dalam penelitian ini adalah *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC), memperlihatkan masih dalam kisaran normal (Tabel 3). MCHC normal mengindikasikan eritrosit berada dalam kondisi sehat dan dapat berfungsi dengan baik, sehingga kapasitas pengangkutan oksigen oleh eritrosit menuju jaringan dapat berlangsung secara efisien. Kasiyati *et al.*, (2022) menyatakan nilai MCHC dapat dijadikan sebagai parameter untuk mengetahui konsentrasi hemoglobin di setiap unit eritrosit.

Ginjal dan eritrogram berkorelasi positif, yaitu saling mendukung peran dan fungsinya masing-masing dalam tubuh. Imbuhan pakan tepung daun kelor mengandung protein, vitamin, dan mineral yang penting sebagai substrat dalam produksi eritrosit. Asam amino yang terkandung dalam pakan sangat diperlukan sebagai struktur utama pembentuk eritrosit. Zat besi (Fe) merupakan komponen esensial pembentuk hemoglobin, tanpa ketersediaan zat besi yang cukup sintesis hemoglobin menjadi terhambat dan menyebabkan anemia. Vitamin B yang terkandung dalam daun kelor sangat diperlukan untuk sintesis DNA dan proliferasi eritrosit di dalam sumsum merah tulang, sementara vitamin C diperlukan untuk membantu penyerapan zat besi dari intestinum dan berperan sebagai kofaktor dari berbagai reaksi enzimatik pada metabolisme seluler. Vitamin A atau beta karoten dalam daun kelor juga memiliki peran dalam regulasi hematopoiesis, yaitu sebagai faktor diferensiasi eritroblast menjadi eritrosit. Koury dan Ponka (2004) menyatakan syarat eritropoesis adalah tersedianya nutrisi yang cukup, yaitu folat, vitamin B₁₂, dan zat besi.

Kekurangan ketiga jenis nutrisi tersebut dapat menurunkan produksi eritrosit dan jumlah eritrosit yang bersirkulasi. Eritropoiesis diregulasi oleh hormon eritropoietin (EPO) yang disintesis oleh sel-sel peritubular dan interstisial korteks renalis. Pada tahap awal sintesis eritrosit memerlukan EPO dalam jumlah tinggi karena proliferasi dan viabilitas sel progenitor eritroid sangat bergantung pada konsentrasi EPO.

Komponen nutritif tepung daun kelor seperti protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral juga diperlukan dalam menjaga dan mempertahankan struktur sel korpuskular renalis, sementara kandungan antioksidan dalam tepung daun kelor seperti flavonoid, fenol, terpenoid, maupun alkaloid berperan dalam melindungi sel-sel korpuskulum, sel peritubular, maupun sel korteks renalis dari dampak radikal bebas atau ROS yang dihasilkan dari kinerja ginjal maupun proses metabolisme energi normal. Panche *et al.*, (2016) mengemukakan bahwa flavonoid dapat mencegah kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas dengan berbagai cara, salah satunya adalah dengan membersihkan radikal bebas secara langsung. Flavonoid dioksidasi oleh radikal sehingga menghasilkan radikal yang lebih stabil dan kurang reaktif. Dengan kata lain, flavonoid menstabilkan ROS melalui reaksi dengan senyawa reaktif dari radikal tersebut.

Kesimpulan

Pemberian tepung daun kelor sebagai imbuhan pakan pada itik hibrida berperan sebagai renoprotektor yang mempertahankan struktur histologi ginjal. Komponen fitokimia tepung daun kelor juga berpotensi menjaga normalitas eritropoiesis sehingga eritrogram dalam kisaran normal dengan status sehat.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didanai oleh dana PNBPFakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro, nomor kontrak 622/UN7.5.2/HK/2022.

Daftar Pustaka

- Abdel-Hamid, T. M., M.A. Nasr, N.A. Saleh & W.R. Sherief. (2023). Growth Performance, Hematological Characteristics and Carcass Merits in Four Different Duck Breeds. *Journal of Advanced Veterinary Research*.13(6): 922-926.
- Aliviameita, A. & P. Puspitasari. (2019). *Buku Ajar Mata Kuliah Hematologi*. Umsida Press: 1-56.
- Bancroft, J.D. & M. Gamble. (2008). *Theory and Practice of Histological Techniques*. 6th Ed. Churchill Livingstone Elsevier. China.
- Bata, M., S. Wijaya & H. Setiawan. (2018). Standarisasi Simplisia Kering Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dari Tiga Daerah Berbeda. *Jurnal Farmasi Sains dan Terapan*. 5(1):45-52.
- Beatrice, C., F.A. Amalo, I.T. Maha & H. Nitbani, H. (2023). Gambaran dan Anatomi Ginjal Sapi Sumba Ongole (*Bos indicus*). *Jurnal Veteriner Nusantara*. 6(1):10-17.
- Chairani, C., V. Susanto, S. Monitari & M. Marisa. (2022). Nilai Hematokrit pada Pasien Hemodialisa dengan Metode Mikrohematokrit dan Otomatik. *Jurnal Kesehatan Perintis*. 9(2):89-93.
- Dhyaa, A., F.R. Ali, S.K. Azhar & A.A. Myson. (2014). Comparative Anatomical and Histological Features of the Kidney in Harrier (*Circus aereginosus*), Chicken (*Gallus domesticus*) and Mallard Duck (*Anas platyrhynchos*). *The Iraqi Journal of Veterinary Medicine*. 38(1):017-003.
- Direktorat Jendral Peternakan dan Kesehatan Hewan (Ditjenakkeswan). 2024. *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan*. Jakarta. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Erwan, E., S. Y. Wulandari & E. Irawati. (2021). Pengaruh Penggunaan Beberapa Level Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dalam Ransum Basal terhadap Plasma Metabolit Ayam Broiler. *Jurnal Ilmu Peternakan dan Veteriner Tropis (Journal of Tropical Animal and Veterinary Science)*. 11(1):81-85.
- Evandharu, F., I. Isroli & E. Suprijatna. (2016). Pengaruh Penggunaan Tepung Limbah Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*)

- Fermentasi dalam Ransum terhadap Profil Hematologis Itik Pengging Betina. *Jurnal Pengembangan Penyuluhan Pertanian*. 13(24):32-38.
- Fatmawati, E. R., T.A. Sarjana, E. Suprijatna, S.I. Santoso & A. Setiadi. (2021). The Influence of Pistia Powder (*Pistia stratiotes* L.) in Ration on the Performance Index and Red Blood Cell Profile of Male Magelang Duck. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan (Indonesian Journal of Animal Science)*. 31(1):10-17.
- Febriana, W., T. Suprihatin & Kasiyati. (2023). Influence of Moringa Leaf Meal as a Feed Additive on Antibody and Bursa Histomorphometry of Hybrid Ducklings. *JITV*. 28(4):251-258.
- Ichsan, M., H. Febriani & S. Syukriah. (2022). Efek Pemberian Ekstrak Etanol Rimpang Jeringau terhadap Gambaran Morfohistologi Ginjal Tikus Pasca Induksi Natrium Nitrit. *Jurnal Ilmu Biologi dan Terapan* 6(2):1-13.
- Ikawati, K. (2018). Pengaruh Buah Bit (*Beta vulgaris*) terhadap Indeks Eritrosit pada Remaja Putri dengan Anemia. *Journal of Nursing and Public Health*. 6(2): 60-66.
- Jacques, A.S., S.S.S. Arnaud, O.O.H. Frejus & D.T. Jacques. (2020). Review on Biological and Immunomodulatory Properties of *Moringa oleifera* in Animal and Human Nutrition. *Pharmacognosy and Phytotherapy*. 12(1):1-9.
- Kasiyati, K., M. A. Djaelani & Sunarno. (2021). Respons Hematologi Itik Pengging yang Diberi Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera*. Lam.) sebagai Imbuhan Pakan. *Jurnal Veteriner*. 22(1):8-15.
- Kasiyati, K., A.R. Pratama & M. A. Djaelani. (2022). Profil Hematologi Itik Pekin pada Fotoperiode Berbeda yang Dikombinasikan dengan Suplemen Tepung Daun Kelor. In *Prosiding SNBPS (Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek)*. 6(1):73-82.
- Koury, M.J. & P. Ponka. (2004). New Insight into Erythropoiesis: The Roles of Folate, Vitamin B12, and Iron. *Annu Rev Nutr*. 24:105-131
- Konig, H.E. R. Korbel & H.G. Liebich. (2016). *Avian Anatomy Textbook and Color Atlas*. Taylor & Francis. 5M Publishing Ltd. UK.
- Kusumasari, Y., V. Yuniyanto & E. Suprijatna. (2012). Pemberian Fitobiotik yang Berasal dari Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa*) terhadap Kadar Hemoglobin dan Hematokrit pada Ayam Broiler. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 1(4):129-132.
- Liu, W., J. Wang, H. Zhang, S. Wu & G. Qi. 2016. Evaluation of *Moringa oleifera* Leaf in Laying Hens: Effects on Laying Performance, Egg Quality, Plasma Biochemistry and Organ Histopathological Indices. *Italian Journal of Animal Science* 15(4):658-665.
- Mahfuz, S. & X. S. Piao. 2019. Application of Moringa (*Moringa oleifera*) as Natural Feed Supplement in Poultry Diets. *Animals* 9(7):431-435.
- Ngo, J. P. & R.G. Evans. (2018). Multitasking: a Challenge for the Kidney. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 314(4):540-543.
- Nisa, K., H. Solin, N. Hikmah, E. Lestari, R. Ardiansyah & S. R. Amani, S. R. (2022). Pengaruh Pemberian Ekstrak Andaliman terhadap Jumlah Hematokrit, MCV, MCH dan MCHC pada Jenis Tikus Putih (*Rattus norvegicus* L.) yang di Induksi Boraks. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Hewani (JURRIH)*. 1(2):52-65.
- Nova, T. D., S.D. Anggraeni, M. Wardiansyah & E. P. Ramadhani. (2019). Frekuensi Pemberian Ransum secara Periodik dan Level Protein terhadap Karkas dan Gambaran Darah Itik Lokal Sikumbang Janti. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 21(2):64-75.
- Ojeda, J. L., J.M. Icardo & A. Domezain. (2013). Renal Corpuscle of the Sturgeon Kidney: an Ultrastructural, Chemical Dissection, and Lectin-Binding Study. *The Anatomical Record Part A: Discoveries*

- in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology*. 272(2):563-573.
- Owolabi, J. O. & P. O. Ogunnaike. (2014). Histological Evaluation of the Effects of Moringa Leaf Extract Treatment on Vital Organs of Murine Models. *Journal of Medical Science*. 2(10):245-257.
- Panche, A.N., A.D. Diwan & S.R. Chandra. (2016). Flavonoid: An Overview. *Journal of Nutritional Science*. 5(c47):1-15.
- Purwaningsih, S., E. Salamah & T. Budiarti. (2014). Formulasi *Skin Lotion* dengan Penambahan Karagenan dan Antioksidan Alami dari (*Rhizophora mucronata* Lamk.). *Jurnal Akuatika*. 5(1):55-62.
- Rizkayanti, R., A. Diah, & M. Jura. (2017). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air dan Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Akademika Kimia*. 6(2):125-131.
- Rosidah, I., S. Ningsih, T.N. Renggan, K. Agustini & J. Efendi. (2020). Profil Hematologi Tikus (*Rattus norvegicus*) Galur *Sprague dawley* Jantan Umur 7 Dan 10 Minggu. *Jurnal Biosains Indonesia*. 7(1):136-145.
- Sari, M. L., F. Lubis & K. Dewi. (2015). Pengaruh Pemberian Probiotik dan Tepung Kunyit (*Curcuma domestica* Val.) dalam Ransum terhadap pH, Warna, dan Aroma Daging Itik Pegagan. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*. 4(1):55-58.
- Scanes, C.G. & K.D. Christensen. 2020. *Poultry Science*. 5th Ed. Waveland Press inc. Illinois.
- Scanes, C.G. & S. Dridi. 2022. *Sturkie's Avian Physiology*. 7th Ed. Elsevier. London
- Torrealba, N., G. Rodríguez-Berriguete, R. Vera, B. Fraile, G. Olmedilla & M. Royuela. (2020). Homeostasis: Apoptosis And Cell Cycle In Normal And Pathological Prostate. *The Aging Male*. 23(5):335-345.
- Viaistika, Y. M., F.D. Evadewi & T. Sukmaningsih. (2022). Analisis Eritrosit, Hematokrit dan Hemoglobin Itik Manila dengan Penambahan Tepung Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) dalam Ransum. *Media Peternakan*. 24(2):71-78.
- Yuziani, Y., A.T. Harefa & Z. Khairunnisa. (2023). Uji Efek Nefroprotektif Ekstrak Etanol Daun Kari (*Murraya koenigii* L.) terhadap Kadar Blood Urea Nitrogen (BUN) dan Kreatinin Tikus Putih Jantan Galur Wistar (*Rattus Norvegicus*) yang Diinduksi Doksorubisin. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu kesehatan*. 2(2):98-125.
- Zainuddin, Z., F. Syahputri, D. Masyitha, S. Aisyah & L. V. Riandi. (2022). Gambaran Histologi dan Histomorfometri Ginjal Kalkun (*Meleagris gallopavo*) pada Tingkatan Umur Berbeda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*. 7(1):13-21.
- Zanu, H. K., P. Asiedu, M. Tampuori, M. Abada & I. Asante. (2012). Possibilities of Using Moringa (*Moringa oleifera*) Leaf Meal as a Partial Substitute for Fishmeal in Broiler Chickens Diets. *Online Journal of Animal and Feed Research*. 2(1):70-75.
- Zulfi, Z., S. Ilyas & S. Hutahaean. (2013). Pengaruh Pemberian Vitamin C dan E terhadap Gambaran Histologis Ginjal Mencit (*Mus musculus* L.) yang Dipajankan Monosodium Glutamat (MSG). *Saintia Biologi*. 1(3):1-6.