

HEMATOLOGI PERBANDINGAN HEWAN VERTEBRATA: LELE (*Clarias batracus*), KATAK (*Rana sp.*), KADAL (*Eutropis multifasciata*), MERPATI (*Columba livia*) DAN MENCIT (*Mus musculus*)

Diah Wulandari Rousdy¹, Riza Linda¹

¹Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura,
Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak,
email: diah.w.rousdy@gmail.com

COMPARATIVE HEMATOLOGY OF VERTEBRATE: CATFISH (*Clarias batracus*), FROG (*Rana sp.*), LIZARD (*Eutropis multifasciata*), PIGEON (*Columba livia*) AND MICE (*Mus musculus*)

ABSTRACT

Hematology studies between Vertebrate classes can provide supporting data related to animal activities and adaptation to their habitat. Low Vertebrate ektoterm showed different hemotological profil than endoderm Vertebrate. The aims of this study is to compare hematological profile between Vertebrate which includes five classes animal taxon. Animal species was taken randomly, considered to represent the five classes taxon: *Clarias batracus* from Class Pisces, *Rana sp.* from Class Amphibia, *Eutropis multifasciata* from Class Reptilia, *Columba livia* from Class Aves and *Mus musculus* from Class Mammalia. Hematology parameters were observed was hemoglobins, HCT, erythrocyte count, leukocyte count, leukocyte differential, MCV, MCH and MCHC. The result showed Vertebrate from Class Pisces (catfish), amphibian (frogs) and reptiles (lizards) had hemoglobin, hematocrit, erythrocytes higher than Aves and Mammals. Leucocytes count in Class Pisces, Amphibians, Reptiles and Aves range 12.000-19.000 cells/mL higher than mammal leukocyte 5000 cells/mL. Differential leukocyte in catfish, frogs, lizards, pigeons and mice have the highest percentage of lymphocytes (37-62%).

Keywords: catfish, frog, hematology, lizard, mice, pigeon, vertebrate

ABSTRAK

Studi hematologi hewan kelas Vertebrata dapat memberikan data pendukung terkait aktivitas hewan dan adaptasi terhadap habitatnya. Hewan Vertebrata tingkat rendah yang ektoterm mempunyai profil hematologi yang berbeda dengan Vertebrata tinggi yang sebagian besar endoterm. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan profil hematologi antar hewan Vertebrata yang meliputi lima kelas hewan takson. Hewan sampel diambil secara acak dari populasi hewan yang mewakili lima kelas takson: *Clarias batracus* dari kelas Pisces, *Rana sp.* dari kelas Amfibi, *Eutropis*

multifasciata dari kelas Reptil, *Columba livia* dari kelas Aves dan *Mus musculus* dari kelas Mammalia. Parameter hematologi yang diamati adalah hemoglobin, hematokrit, jumlah eritrosit, jumlah leukosit, leukosit diferensial, MCV, MCH dan MCHC. Hasil pengukuran hematologi menunjukkan Vertebrata dari kelas Pisces (lele), Amfibi (katak) dan Reptil (kadal) memiliki hemoglobin, hematokrit, eritrosit lebih tinggi dari pada Aves dan Mamalia. Jumlah leukosit di kelas Pisces, Amfibi, Reptil, dan Aves berkisar 12.000-19.000 sel/mL lebih tinggi dari leukosit mamalia yakni 5000 sel/mL. Pengamatan leukosit diferensial pada ikan lele, katak, kadal, merpati, dan tikus menunjukkan persentase limfosit tertinggi (37-62%) dibanding jenis leukosit lain.

Kata kunci: ikan lele, katak, hematologi, kadal, mencit, merpati, vertebrata

PENDAHULUAN

Darah merupakan komponen dalam sistem sirkulasi yang berperan penting dalam mendistribusikan berbagai senyawa esensial yang dibutuhkan tubuh. Darah hewan Vertebrata terdiri atas sel-sel darah yang tersuspensi di dalam plasma dan beredar menuju organ-organ tubuh. Unsur seluler atau sel darah terbagi menjadi sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan keping darah (trombosit). Bentuk, ukuran, dan persentase jumlah eritrosit dan leukosit berbeda untuk setiap jenis hewan Vertebrata (Smith and Jarecki, 2011). Eritrosit Mamalia diketahui tidak memiliki inti sel, namun tidak demikian dengan eritrosit hewan dari kelas Pisces, Amphibia, Reptilia, dan Aves yang memiliki inti. Demikian pula dengan jumlah dan tipe sel leukosit yang memiliki gambaran berbeda untuk tiap jenis hewan.

Studi mengenai profil darah antara kelas Vertebrata dapat menyediakan data pendukung dalam mempelajari aktivitas dan habitat hewan. Ukuran dan bentuk sel eritrosit serta kandungan hemoglobin dapat mengindikasikan kemampuan respirasi hewan yang kemudian merupakan hasil adaptasi terhadap habitat yang berbeda (Hartman and Lessler, 1964).

Rousdy, D. W. dan Linda, R. Hematologi Perbandingan Hewan Vertebrata

Parameter hematologi dan kimia darah juga dapat digunakan untuk memantau status kesehatan dan fisiologi suatu populasi hewan (Lander *et al.*, 2003). Jumlah leukosit dan persentase hematokrit akan meningkat apabila hewan terinfeksi mikroorganisme atau berada dalam kondisi stres akibat berada dalam cekaman lingkungan (Alamanda *et al.*, 2007; Hollamby *et al.*, 2004). Gambaran leukosit diferensial dapat digunakan para ahli ekologi sebagai acuan penentuan proses adaptasi hewan terhadap lingkungan baru (Davis *et al.*, 2008). Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai perbandingan profil hematologi dari hewan Vertebrata.

MATERIAL DAN METODE

Subjek Penelitian

Hewan Vertebrata yang digunakan sebagai objek berasal dari lima kelas takson. Masing-masing kelas takson terdiri dari empat ulangan individu. Pemilihan individu hewan sehat dan berkelamin jantan. Vertebrata dari lima Kelas takson yang diwakili oleh hewan *Clarias batracus* (ikan lele) dari Kelas Pisces, *Rana cancrivora* (katak) dari kelas Amphibia, *Eutropis multifasciata* (kadal) dari kelas Reptilia, *Columba livia* (burung merpati) untuk kelas Aves dan *Mus musculus* (mencit) mewakili kelas Mammalia.

Prosedur Penelitian

Hewan dibius dengan kloroform. Sampel darah ikan diambil sebanyak 1 mL melalui arteri caudalis. Pembuluh darah arteri caudalis berada tepat di bawah vertebra. Sampel darah burung merpati diambil dari vena jugularis. Sampel darah katak dan kadal yang berukuran kecil diambil dengan menusukkan jarum langsung ke jantung. Pengambilan sampel darah mencit dengan cara ujung tabung hematokrit ditusukkan pada vena orbitalis di mata. Darah yang keluar ditampung dalam mikrotube yang telah diisi antikoagulan NaEDTA.

Kadar Hb ditentukan dengan metode Sahli, yaitu hemoglobin direaksikan dengan HCl 0,1N sehingga terbentuk senyawa hematin yang berwarna coklat tua.

Leukosit diferensial dihitung menggunakan preparat apus menggunakan pewarna Giemsa (Gunarso, 1989). Persentase hematokrit dihitung menggunakan tabung mikrokapiler yang diisi darah dan disentrifugasi pada kecepatan 6000 rpm selama 10 menit. Eritrosit dan leukosit total dihitung menggunakan hemositometer dengan pengencer larutan Natt-Herick untuk non-mamalia (Salasia dkk., 2001) dan Larutan Turk Hayem untuk Mammalia.

Analisis dan Interpretasi Data

Means Corpuscular Haemoglobin Concentration (MCHC) merupakan nilai konsentrasi rata-rata hemoglobin dalam total sel darah. *Means Corpuscular Haemoglobin* (MCH) adalah kandungan hemoglobin tiap sel eritrosit sedangkan *Means Corpuscular Volume* (MCV) merupakan volume eritrosit rata-rata. Nilai total sel eritrosit dan leukosit, MCH, MCV, dan MCHC dihitung menggunakan rumus berikut (Kori-Siakpere *et al.*, 2005):

$$\text{Jumlah eritrosit } (/ \mu\text{L}) = \frac{\text{jumlah eritrosit}}{80} \times 4000 \times 200$$

$$\text{Jumlah leukosit } (/ \mu\text{L}) = \frac{\text{jumlah leukosit}}{64} \times 160 \times 200$$

$$\text{MCHC (g/dL)} = \frac{\text{Hemoglobin (g/dL)}}{\text{Hematokrit (\%)}} \times 100$$

$$\text{MCH (pg)} = \frac{\text{Hemoglobin (g/dL)}}{\text{Eritrosit } (10^6/\mu\text{L})} \times 10$$

$$\text{MCV (fL)} = \frac{\text{Hematokrit (\%)}}{\text{Eritrosit } (10^6/\mu\text{L})} \times 10$$

Semua data hematologi kemudian dianalisis statistik menggunakan *Analysis of Varians* (ANOVA) satu jalur. Apabila terdapat perbedaan antara perlakuan ($P < 0,05$) maka analisis dilanjutkan menggunakan Uji Duncan (*Duncan Multiple Range Test*). Semua analisis statistik dilakukan melalui program SPSS versi 18. Data yang diperoleh kemudian ditampilkan dalam nilai rata-rata \pm standar deviasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis profil hematologi untuk lima kelas Vertebrata menunjukkan nilai hematologi dipengaruhi oleh respons yang berbeda tiap organisme terhadap lingkungan atau habitat hidupnya. Tabel 1 menampilkan komparasi hematologi untuk parameter hemoglobin, hematokrit, eritrosit, MCV, MCH, MCH dan ukuran eritrosit antar kelas Vertebrata. Hewan Vertebrata akuatik cenderung mempunyai kadar hemoglobin, jumlah eritrosit total dan persentase hematokrit lebih rendah dibandingkan vertebrata terestrial. Nilai MCV dan MCH pada Vertebrata rendah mempunyai nilai lebih tinggi.

Tabel 1. Hasil Analisis Parameter Hematologi untuk Hemoglobin, Hematokrit, Eritrosit, MCHC, MCH dan MCV

Parameter	Pisces (<i>C. batracus</i>)	Amphibia (<i>R. cancrivora</i>)	Reptilia (<i>E. multifasciata</i>)	Aves (<i>C. livia</i>)	Mammalia (<i>M. musculus</i>)
Hemoglobin (g/dL)	7,52±1,29	5,76±1,14	7,36±0,93	11,4±0,68	12,98±0,67
Hematokrit (%)	33,70±1,59	21,18±3,97	29,9±3,41	45,14±1,00	43,55±6,53
Eritrosit (10 ⁶ /μL)	1.622.000 ±330711	794.000 ± 103344	1.628.000 ±187536	2.686.000 ±115887	4.519.000 ±960456
MCV (fL)	214,21±41,2 9	271,19±61,04	184,55±20,47	168,25±6,04	97,97±10,15
MCH (pg)	46,71±3,78	72,42±9,06	46,17±11,5	42,45±2,05	29,87±6,87
MCHC (g/dL)	22,28±3,36	27,96±8,47	25,13±6,25	25,24±1,22	30,23±3,65
Ukuran Eritrosit	10,34 x 8,46	17,04 x 12,11	14,58 x 9,68	12,5 x 8,14	6,20 x 6,20

Data ditampilkan dalam nilai rata-rata ± standar deviasi.

Anggota dari Kelas Pisces yang diwakili oleh ikan lele (*C. batracus*), Kelas Amphibia, katak (*R. cancrivora*) dan Kelas Reptilia, kadal kebun (*E. multifasciata*) memiliki kadar hemoglobin (Hb) cenderung lebih rendah (5,76-7,52 g/dL) dibandingkan kelas Aves (*C. livia*) dan Kelas Mammalia (*M. musculus*) dengan kadar Hb (11,4-12,98 g/dL). Ikan lele, katak, dan kadal mempunyai habitat hidup

di air sehingga termasuk dalam hewan akuatik dan semi-akuatik, sedangkan burung merpati dan mencit termasuk hewan teresterial.

Hewan akuatik dan semi-akuatik cenderung memiliki kadar Hb lebih rendah dibandingkan hewan teresterial disebabkan kandungan oksigen dalam air lebih rendah dibandingkan medium udara sehingga oksigen yang terikat oleh protein Hb akan lebih sedikit. Perbandingan hematologi antara hewan dengan habitat yang berbeda ini didukung oleh hasil penelitian Gul *et al.* (2011) yang menyatakan kadar Hb hewan anura teresterial *Pelobates syriacus* lebih tinggi (12,95 g/dL) dibandingkan anura semi-akuatik *Rana damatina* (8,2 g/dL).

Jumlah ritrosit dari yang terendah ke yang tertinggi masing-masing adalah katak memiliki jumlah eritrosit (794.000 sel/mL), ikan lele (1.662.000 sel/mL) dan kadal kebun (1.628.000 sel/mL), ketiganya adalah hewan ektoterm cenderung lebih rendah dibandingkan burung merpati dan mencit masing-masing 2.686.000 sel/mL dan 4.519.000 sel/mL. Hal ini sesuai penelitian Hartman dan Lessler (1964) bahwa jumlah eritrosit pada hewan ektoterm akan lebih rendah dibandingkan hewan endoterm. Hal ini dapat dijelaskan bahwa ikan, katak dan kadal termasuk dalam hewan ektoterm sebab suhu tubuh bervariasi mengikuti perubahan suhu lingkungan. Burung merpati dan mencit mampu menjaga suhu tubuh konstan melalui proses metabolisme sehingga termasuk hewan endoterm (Willmer *et al.*, 2000). Perbedaan regulasi panas tubuh antara hewan ektoterm dan endoterm didukung oleh jumlah eritrosit dan hemoglobin yang berperan mengikat oksigen. Oksigen yang diikat hemoglobin dalam eritrosit akan digunakan hewan endoterm untuk metabolisme dan meregulasi panas tubuh.

Jumlah eritrosit burung merpati hasil penelitian ini (2.686.000 sel/mL) mendekati jumlah eritrosit ayam *Gallus gallus* yakni 3.000.000 sel/mL (Kayadoe dkk, 2008) dibandingkan burung elang yakni 1.880.000 sel/mL (Santosa dkk, 2003). Perbedaan jumlah eritrosit antar spesies burung ini selain karena faktor genetik juga disebabkan oleh perilaku dan aktivitas hewan. Burung elang adalah hewan predator yang lebih banyak menghabiskan waktunya terbang udara sehingga oksigen yang diambil saat hinggap lebih banyak digunakan untuk aktivitas terbang.

Rousdy, D. W. dan Linda, R. Hematologi Perbandingan Hewan Vertebrata

Katak (*R. cancrivora*.) memiliki nilai hematokrit terendah (21,18%) sedangkan burung merpati (*C. livia*) memiliki kadar hematokrit tertinggi (45,14%). Jumlah eritrosit darah secara langsung berkorelasi dengan persentase hematokrit (HCT). *Mean Corpuscular Volume* (MCV) menunjukkan rasio antara hematokrit dan jumlah eritrosit. Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 1) katak dan ikan lele memperoleh nilai MCV paling tinggi (271-214 fL) dibandingkan hewan lainnya. Semakin tinggi nilai MCV menunjukkan jumlah eritrosit paling mempengaruhi nilai hematokrit dibandingkan unsur seluler darah lainnya.

Mean Corpuscular Haemoglobin (MCH) menunjukkan kandungan hemoglobin dalam eritrosit. Katak, ikan lele, dan kadal memiliki nilai MCH terbesar (72,42-46,12 pg). Semakin tinggi nilai MCH maka kandungan hemoglobin dalam eritrosit semakin besar pula. Katak meski kandungan hemoglobin dan jumlah eritrosit relatif rendah namun memiliki nilai MCH paling tinggi. Hal ini disebabkan oleh ukuran sel eritrosit katak paling besar (panjang 17,04 μm ; lebar 12,1 μm) diantara hewan Vertebrata lainnya.

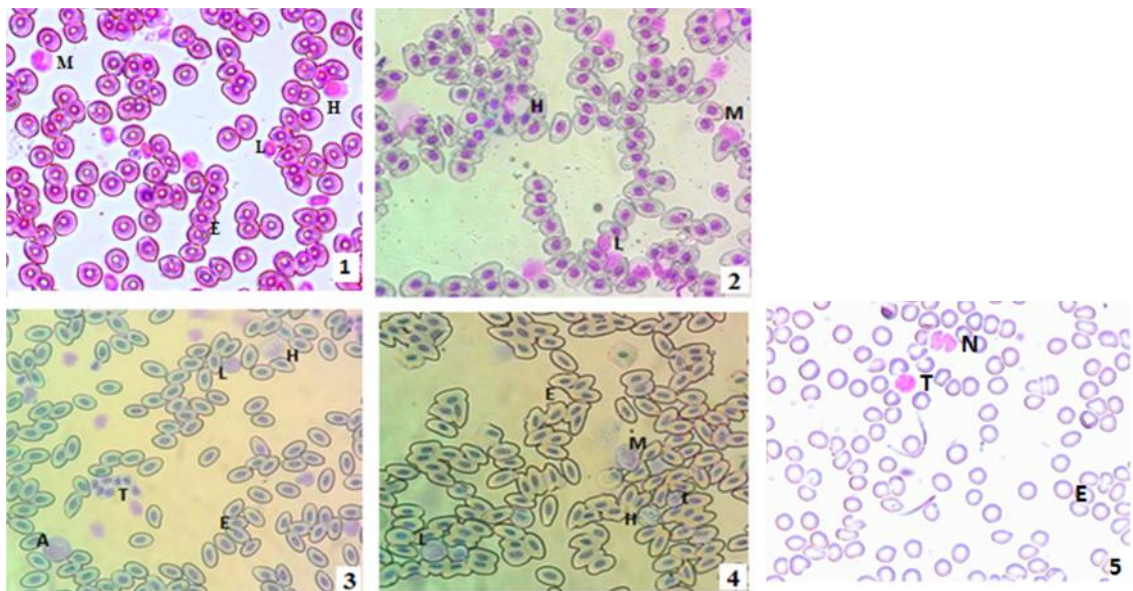
Mamalia mempunyai eritrosit yang tidak berinti, sedangkan hewan dari kelas Pisces, Amphibia, dan Reptilia mempunyai eritrosit berinti. Eritrosit berinti yang dimiliki ikan lele, katak, kadal dan burung mempunyai ukuran sel lebih besar dibandingkan eritrosit tidak berinti yang dimiliki mencit. Ukuran eritrosit ini berkorelasi dengan nilai MCV. Ukuran eritrosit yang paling besar dimiliki katak (*Rana cancrivora*) yakni 17,04 x 12,11 μm . Ukuran eritrosit katak ini lebih kecil bila dibandingkan dengan hasil penelitian Hartman and Lessler (1964) yakni 27,9 x 15,4 μm . Perbedaan ukuran eritrosit katak ini disebabkan oleh perbedaan tingkat maturasi eritrosit, eritrosit matang cenderung memiliki ukuran lebih besar (Campbell, 2004).

Perbedaan ukuran eritrosit selain disebabkan faktor genetik, juga disebabkan oleh faktor anatomi pembuluh darah kapiler. Mammalia (mencit) memiliki ukuran eritrosit terkecil dan berbentuk cakram bikonkaf. Bentuk dan ukuran eritrosit ini berhubungan dengan efisiensi pengangkutan oksigen dalam eritrosit menuju jaringan terkecil. Ukuran eritrosit mamalia yang kecil dapat melewati kapiler darah mamalia yang berukuran kurang 7,5 μm . Katak memiliki ukuran eritrosit

paling besar, setara dengan diameter kapiler katak yang berkisar 12,5-13,4 μm (Hartman and Lessler, 1964).

Leukosit merupakan jenis sel darah yang terlibat langsung dalam sistem pertahanan tubuh dari partikel asing dan mikroorganisme yang masuk ke dalam tubuh. Jumlah leukosit berbeda antar kelas Vertebrata (Tabel 2). Jumlah leukosit tertinggi ditunjukkan oleh darah ikan lele (19.800 sel/mL), diikuti dengan burung merpati (16.800 sel/mL), katak (13.200 sel/mL) dan kadal (12.400 sel/mL). Jumlah leukosit terendah dimiliki oleh kelas Mammalia yakni 4.975 sel/mL.

Pada pengamatan histologi sel darah menunjukkan variasi bentuk dari sel eritrosit dan leukosit Vertebrata. Eritrosit kelas Reptilia (kadal) mempunyai bentuk paling oval dibandingkan Kelas Vertebrata lainnya. Eritrosit Mammalia tidak berinti dan memiliki bentuk bulat oval. Tampilan histologi juga menunjukkan bahwa eritrosit yang tidak memiliki inti hanya eritrosit pada Mammalia. Gambaran leukosit juga sangat bervariasi. Leukosit jenis azurofil hanya ditemukan pada kadal (Gambar 1). Jenis limfosit memiliki persentase terbanyak dibandingkan jenis leukosit lain.



Gambar 1. Histologi Sel Darah Vertebrata. (1) Sel Darah Lele; (2) Sel Darah Katak; (3) Sel Darah Kadal; (4) Sel Darah Burung Merpati; (5) Sel Darah Mencit Ket. E. Eritrosit; L. Limfosit; M. Monosit; H. Heterofil; A. Azurofil; T. Trombosit

Tabel 2. Hasil Pengukuran Parameter Hematologi untuk Leukosit Total dan Leukosit Diferensial

Parameter	Kelas Pisces (<i>C. batracus</i>)	Kelas Amphibia (<i>R. cancrivora.</i>)	Kelas Reptilia (<i>E. multifasciata</i>)	Kelas Aves (<i>C. livia</i>)	Kelas Mammalia (<i>M. musculus</i>)
Leukosit 10 ⁶ /μL)	19.800±3114	13.200±3114	12.400±5594	16.800±3684	4.975±1560
Limfosit (%)	65,25±6,65	51,25±10,31	37,25±7,80	61,00±4,97	56,00±10,55
Monosit (%)	12,00±7,44	10,25±2,87	5,50±1,29	11,00±1,41	12,25±6,13
Neutrofil /Heterofil (%)	19,00±9,13	29,25±5,97	14,00±6,48	22,75±3,86	22,25±7,63
Basofil (%)	2,00±0,82	3,00±1,41	9,25±3,30	1,25±0,96	3,75±2,98
	1,75±1,26	6,25±5,97	15,00±0,82	4,00±1,83	5,75±2,06
	-	-	19,00±8,91	-	-

Data ditampilkan dalam nilai rata-rata ± standar deviasi.

Jumlah leukosit mencerminkan proses evolusi sistem imunitas. Vertebrata tingkat rendah seperti ikan dan katak, jumlah leukositnya dipengaruhi oleh suhu dan fotoperiode (Zapata *et al.*, 1992) sehingga variasi jumlah leukosit antar individu sangat besar. Jumlah leukosit Vertebrata rendah seperti Kelas Pisces, Amphibia, Reptil dan Aves sangat banyak (lebih 10.000 sel/mL) sedangkan pada Mammalia jumlah leukosit normal 4000-10.000 sel/mL. Banyaknya jumlah leukosit Vertebrata tingkat rendahnya disebabkan oleh belum terspesialisasinya organ limfoid. Campbell (2004) menyatakan bahwa nodus limpa dan germinal center tidak dimiliki hewan ektoterm (kelas Pisces, Amphibia, Reptil) sehingga sebagian besar leukosit bersirkulasi di darah.

Hasil penentuan jumlah leukosit diferensial diperoleh data ikan lele, katak, kadal, burung merpati, dan mencit memiliki persentasi limfosit tertinggi di antara jenis leukosit lainnya (37-62%). Persentase leukosit diferensial ini berbeda dengan Primata dan manusia yang mempunyai jumlah neutrofil paling tinggi. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan proses maturasi limfosit pada manusia dipengaruhi

oleh involusi timus (Ganong, 2005) sehingga pada manusia jumlah limfosit lebih rendah dibandingkan neutrofil.

Berdasarkan pengamatan preparat apus, bentuk sel eritrosit pada hewan Vertebrata selain Mammalia berbentuk oval dan mempunyai inti sel. Sel eritrosit katak dari Kelas Amphibia mempunyai ukuran paling besar di antara hewan Vertebrata lain yakni 17,04 x 12,11µm. Sedangkan eritrosit mammalia dicirikan tidak mempunyai nukleus, berbentuk cakram bikonkaf dan berukuran paling kecil dibanding eritrosit Vertebrata lain yakni 6,2x6,2 µm (Tabel 1, Gambar 1).

Jenis leukosit diferensial terdiri dari neutrofil, basofil, eosinofil, monosit dan limfosit, kecuali pada kadal ditemukan leukosit lain yakni azurofil. Bentuk limfosit berukuran besar, mempunyai inti bulat berwarna ungu, biasa terdapat di tepi sel (eksentrik). Sitoplasma terpusas biru pucat dan sedikit pada tepi sel. Monosit merupakan leukosit berukuran besar, inti berbentuk ginjal. Sitoplasma monosit biru keruh dengan granul kecil atau vakuola. Kadang-kadang tepian sitoplasma membentuk pseudopodia atau *cytoplasmic protrusions*.

Sel heterofil atau neutrofil pada kadal, burung dan mamalia berbentuk sferis, nukleus tidak berlobus. Sedangkan neutrofil pada sebagian besar Amphibia mempunyai nukleus berlobus (Arikan & Cicek, 2014). Nukleus terpusas ungu-biru tua. Sitoplasma sedikit di bagian tepi sel dan terpusas biru pucat. Neutrofil burung mempunyai ciri khas sitoplasma tak berwarna dan terdapat granul berbentuk batang atau sferis. Granul sitoplasma heterofil bersifat refraktil saat pengamatan dengan mikroskop (Clark *et al.*, 2009).

Pada kadal ditemukan jenis leukosit yang berbeda dengan Vertebrata lainnya, yakni azurofil. Sel azurofil berbentuk seperti monosit dengan inti berbentuk ginjal (berlobus), namun sitoplasma mengandung granula azurofilik yang berwarna pink. Trombosit mempunyai ciri yang sama diantara jenis Vertebrata lain yakni berbentuk oval kecil, inti penuh dan dijumpai dalam kelompok (*cluster*).

Vertebrata Kelas Pisces (ikan lele), Amphibia (katak) dan Reptil (kadal) mempunyai kadar hemoglobin, hematokrit, jumlah eritrosit lebih rendah dibandingkan Kelas Aves dan Mammalia. Jumlah leukosit Vertebrata rendah

Rousdy, D. W. dan Linda, R. Hematologi Perbandingan Hewan Vertebrata

seperti Kelas Pisces, Amphibia, Reptil dan Aves lebih dari 10.000 sel/mL sedangkan pada Mammalia jumlah leukosit rata-rata \pm 5000 sel/mL. Jumlah leukosit diferensial diperoleh data ikan lele, katak, kadal, merpati dan mencit memiliki persentasi limfosit tertinggi diantara jenis leukosit lainnya (37-62%).

KESIMPULAN

Berdasarkan pengamatan hematologi diperoleh hasil hewan Vertebrata Kelas Pisces (ikan lele), Amphibia (katak) dan Reptil (kadal) mempunyai kadar hemoglobin, hematokrit, jumlah eritrosit lebih rendah dibandingkan Kelas Aves dan Mammalia. Jumlah leukosit Vertebrata rendah seperti Kelas Pisces, Amphibia, Reptil dan Aves lebih dari 10.000 sel/mL sedangkan pada Mammalia jumlah leukosit rata-rata \pm 4000 sel/mL. Jumlah leukosit diferensial diperoleh data ikan lele, katak, kadal, merpati dan mencit memiliki persentasi limfosit tertinggi diantara jenis leukosit lainnya (37-62%).

DAFTAR PUSTAKA

- Adeyemo, O. K. 2007. "Haemathological Profile of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) Exposed To Lead". *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7:163-169.
- Alamanda, I.A., N.S. Handajani, A., Budihardjo. 2007. "Penggunaan Metode Hematologi dan Pengamatan Endoparasit Darah untuk Penetapan Kesehatan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) di Kolam Budidaya Desa Mangkubumen Boyolali". *Biodiversitas* 8(1): 34-38
- Arikan, H. & K. Cicek. 2014. "Haematology of Amphibians and Reptiles: a review". *North-Western Journal of Zoology*, 10(1): 190-209.
- Campbell, T.W. 2004. *Hematology of Lower Vertebrates*. American College of Veterinary Pathologists & American Society for Veterinary Clinical Pathology, Middleton WI, USA. Hal 1214.
- Clark, P., Boardmann, W., S.Raidal. 2009. *Atlas of Clinical Avian Hematology*. USA: Willey-Blackwel. Hal: 62-64.

- Davis, A.K., D.L.Maney, J.C. Maerz. 2008. "The Use of Leukocyte Profiles to Measure Stress in Vertebrates: A Review for Ecologists". *Functional Ecology*, 22(5): 760-772.
- Ganong, W. F. 2005. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Edisi ke-22. Jakarta: EGC.
- Gul, C., Tosunoglu, M., D. Erdogan, D.Ozdamar. 2011. "Change in The Blood Composition of Some Anurans". *Acta Herpetologica*, 6(2): 137-147.
- Gunarso, W. 1989. *Mikroteknik*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Pusat Studi Ilmu Hayati. Bogor: IPB.
- Hartman, F.A. & M.A. Lessler. 1964. "Erythrocyte Measurements in Fishes, Amphibia, and Reptiles". *Biological Bulletin*, 126(1): 83-88.
- Hollamby S., J.A. Azikuru, , J.G.Sikarskie, J.B. Kaneene, J.N. Stuht, S.C. Fitzgerald, W.W. Bowerman, K. Cameron, R. Gandolf, G.N. Hui Dranzoa C, Rumbelha. 2004. "Clinical Pathology and Morphometrics of African Fish Eagles In Uganda". *Journal of Wildlife Diseases*, 40(3): 523-532
- Kayadoe, M., P. Sambodo, Y. Aronggean. 2008. Perbandingan Gambaran Darah Maleo Gunung (*Aerpodius arfakianus*) dan Unggas yang Telah Didomestikasi. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*.
- Kori-Siakpere, O., J.E.G.Ake, E. Idoge. 2005. "Haematological Characteristics of the African Snakehead *Parachanna obscura*". *African Journal of Biotechnology*. 4:527-530.
- Lander, M.W., J.T. Harvey, F.M.D. Gulland. "Hematology and Serum Chemistry Comparisons Between Free-Ranging and Rehabilitated Harbor Seal (*Phoca vitulina Richardsi*) Pups". *Journal of Wildlife Diseases*, 39(3): 600-609
- Salasia, S.I.O., D. Sulanjari, A. Ratnawati. 2001. "Studi Hematologi Ikan Air Tawar". *Jurnal Biologi*, 2:710-723.
- Santosa, E.B. Asuan, M., N.Fitrianiingsih, S. Mulyani 2003. "Studi Gambaran Darah Burung Elang yang Dipelihara di Kebun Binatang Gembira Loka Yogyakarta". *Jurnal Sains Veteriner*, 21(2):43-46.
- Smith C. and A. Jarecki. 2011. *Atlas of Comparative Diagnostic and Experimental Hematology*. United Kingdom: Willey-Blackwell.
- Willmer, P., G. Stone , I. Johnston. 2000. *Environmental Physiology of Animal*. United Kingdom: Blackwell Publishing.

Rousdy, D. W. dan Linda, R. Hematologi Perbandingan Hewan Vertebrata

Zapata, A.G., A.Varas, M. Torroba. 1992. "Seasonal Variation in Immune System of Lower Vertebrate". *Immunol Today*, 13:142-147.