

Penelitian

Morfofisiologi dan Profil Biokimia Darah Kalong Kapauk (*Pteropus vampyrus*) dari Wilayah Pesisir Kabupaten Garut

(*Blood Morphophysiology and Biochemical Profile of Flying Fox (*Pteropus vampyrus*)
from the Coastal Area of Garut*)

Danang Dwi Cahyadi, Nurhidayat*, Chairun Nisa', Supratikno, Savitri Novelina, Heru Setijanto

Divisi Anatomi Histologi dan Embriologi, Departemen Anatomi Fisiologi dan Farmakologi, Fakultas Kedokteran Hewan,
Institut Pertanian Bogor

Jl. Agatis Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680; Tel. (0251) 8421865

*Penulis untuk korespondensi: nhdayat@apps.ipb.ac.id

Diterima 24 Februari 2017, Disetujui 18 Agustus 2017

ABSTRAK

Aktivitas terbang pada kelelawar membutuhkan energi paling banyak dibandingkan dengan aktivitas lokomosi hewan lainnya. Morfofisiologi dan profil biokimia darah diduga memiliki peranan penting terhadap kemampuan terbang hewan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik morfofisiologi eritrosit dan profil biokimia darah *Pteropus vampyrus*. Penelitian ini menggunakan 15 ekor kelelawar dewasa dengan bobot badan antara 669,7 g sampai 1211,5 g ($\bar{x} = 957,51 \pm 177,52$ g). Sampel darah diambil secara langsung melalui ventrikel kiri jantung. Hasil pengamatan preparat ulas darah menunjukkan bahwa morfologi eritrosit *P. vampyrus* mirip dengan mamalia secara umum dan mempunyai diameter rata-rata $7,15 \pm 0,45$ μm . Koefisien variasi ukuran eritrosit (RDWc) hewan ini sebesar $18,11 \pm 1,16\%$. Pemeriksaan hematologi yang dilakukan menggunakan *automated counter* menunjukkan bahwa total eritrosit ($8,89 \pm 1,36 \cdot 10^6/\mu\text{l}$), konsentrasi hemoglobin ($14,33 \pm 2,38$ g/dl), dan nilai hematokrit ($42,13 \pm 6,49\%$) *P. vampyrus* relatif lebih tinggi dibandingkan pada mamalia lainnya. Neutrofil dan limfosit merupakan komponen yang mendominasi jumlah leukosit, dengan persentase jumlah neutrofil lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah limfosit. Penelitian ini memberikan informasi dasar yang dapat mendukung penelitian terkait dengan kemampuan terbang dari *P. vampyrus*.

Kata kunci: kelelawar, hematologi, biokimia darah, *Pteropus vampyrus*

ABSTRACT

The flight activity of bats is the most energy consuming activity compared to other locomotion activities. Blood morphophysiology and biochemical profile are believed to play important roles of their flight ability, but the information is still lacking in the literature. The objective of this study was to evaluate the erythrocyte morphophysiological characteristic and blood biochemistry of *Pteropus vampyrus* conducted to their flight ability. Fifteen adult flying foxes (669.7 to 1211.5 g, $\bar{x} = 957.51 \pm 177.52$ g) were used in this study. The blood samples were collected directly through the left ventricle. In general, observation of blood smears demonstrated that the erythrocyte morphology of *P. vampyrus* was similar to other mammals' and the average diameter was 7.15 ± 0.45 μm . The erythrocyte distribution width coefficient of variation (RDWc) was $18.11 \pm 1.16\%$. Hematological profiles were analyzed with automated counter and showed that total erythrocyte ($8.89 \pm 1.36 \cdot 10^6/\mu\text{l}$), hemoglobin concentration (14.33 ± 2.38 g/dl), and hematocrit ($42.13 \pm 6.49\%$) of *P. vampyrus* were higher than other mammals'. Leucocytes were dominated by neutrophils and lymphocytes, with the percentage of neutrophils which was higher compared to the number of lymphocytes. This study provides basic physiology information that is related to the flight ability of the *P. vampyrus*.

Keywords: bats, hematology, blood biochemistry, *Pteropus vampyrus*

PENDAHULUAN

Kelelawar (ordo Chiroptera) merupakan satu-satunya mamalia terbang yang memiliki peranan penting dalam penyebaran penyakit, baik zoonotik maupun non-zoonotik. Hewan ini telah diketahui dapat menjadi reservoir berbagai jenis virus sumber penyakit infeksius. Berdasarkan hasil survei, genus *Pteropus* telah diidentifikasi sebagai inang alami *Henipavirus* dan *Lyssavirus* (De Jong *et al.*, 2011).

Dalam klasifikasi terbaru, kelelawar memiliki dua subordo, yaitu Yinpterochiroptera dan Yangochiroptera (Fenton & Ratcliffe, 2010; Lei & Dong, 2016). Subordo Yinpterochiroptera terdiri atas famili Pteropodidae, Rhinolophidae, Megadermatidae, Craseonycteridae, dan Rhinopomatidae (Telling *et al.*, 2005). Kelelawar dari famili Pteropodidae yang banyak ditemukan di wilayah Asia Tenggara, termasuk di Indonesia adalah kalong kapauk (*Pteropus vampyrus*). *Pteropus vampyrus* ini memiliki nama umum seperti keluang, kabog, *common flying fox*, *Sunda Island flying fox*, *large fruit bat*, dan *red-necked fruit bat* (Kunz & Jones, 2000).

Kemampuan terbang yang baik memungkinkan kelelawar mencari pakan yang beragam berupa bunga, nektar, polen, buah, serangga, hewan vertebrata kecil, dan darah (Kunz *et al.* 2012). *Pteropus vampyrus* merupakan kelelawar yang memiliki pakan utama berupa buah-buahan. Hewan ini dapat terbang sejauh 130 km selama dua jam untuk mencari makan dan tempat bergantung (Epstein *et al.*, 2009). Kemampuan terbang dan berpindah dari satu lokasi ke lokasi yang lain pada saat mencari makan menjadikan kalong memiliki peranan penting sebagai pemencar biji-biji tanaman ke wilayah baru, seperti jambu biji, alpukat, mangga, pisang, dan lain-lain (Walldorf & Mehlhorn, 2014).

Aktivitas terbang pada hewan ini membutuhkan energi paling banyak dibandingkan dengan aktivitas lokomosi lainnya (Maina, 2000; Shen *et al.*, 2010). Beberapa faktor morfologi dan fisiologi diduga memiliki peranan dalam mendukung kemampuan terbang kelelawar, termasuk morfologi sel darah dan profil hematologinya. Beberapa studi mengenai hematologi kelelawar pernah dilakukan pada *Antrozous pallidus* (Basset & Wiederhielm, 1984), *P. rodricensis*, *P. hypomelanus*, *P. vampyrus* (Heard & Whittier, 1997), *Rousettus aegyptiacus* (Korine *et al.*, 1999), *P. giganteus* (Hossain *et al.*, 2013; McLaughlin *et al.* 2007), *P. alecto* (McMichael *et al.*, 2015), dan *Eidolon helvum* (Selig *et al.*, 2016). Sejauh ini data mengenai morfofisiologi eritrosit dan profil biokimia darah dari *P. vampyrus* hasil tangkapan alam di wilayah Indonesia masih belum dilaporkan.

Oleh karena itu, penelitian mengenai morfofisiologi eritrosit dan profil biokimia darah *P. vampyrus* dari wilayah Indonesia penting untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik morfofisiologi eritrosit dan profil biokimia darah *P. vampyrus* yang diduga memiliki kaitan dengan kemampuan terbang hewan ini.

MATERI DAN METODE

Pengambilan sampel

Penelitian ini menggunakan 15 ekor *P. vampyrus* (2 jantan dan 13 betina) dewasa yang diperoleh dari daerah pesisir kawasan Taman Nasional Leuweung Sancang, Kabupaten Garut, Jawa Barat. Hewan yang digunakan merupakan sampel dalam proyek penelitian *Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS): Project on Ecological Studies on Flying Foxes and Their Involvement in Rabies-related and Other Viral Infectious Diseases*. Hewan ditangkap menggunakan perangkap jaring, dengan izin dari Direktorat Jenderal Konservasi Sumberdaya Alam dan Ekosistem, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, melalui Surat Keputusan Dirjen KSDAE Nomor 211/KSDAE/SET/KSA.2/7/2016. Seluruh prosedur dalam penelitian ini telah memenuhi persyaratan etik dan mendapatkan persetujuan dari Komisi Etik Hewan Institut Pertanian Bogor No. 59-2017 IPB. Hewan yang digunakan memiliki bobot badan antara 669,7 g sampai 1211,5 g ($\bar{x} = 957,51 \pm 177,52$ g).

Pengambilan sampel darah dilakukan di Laboratorium Riset Anatomi, Departemen Anatomi Fisiologi dan Farmakologi, Fakultas Kedokteran Hewan IPB. Setiap kalong dianestesi dengan menggunakan kombinasi sediaan ketamin-xylazin dengan dosis masing-masing 10 mg dan 2 mg/kg BB secara intramuskular (Heard *et al.*, 1996). Sayatan dilakukan di bagian ventromedial abdomen sampai ujung *processus xiphoides*, kemudian dilakukan penyayatan otot diafragma untuk mencapai rongga dada. Pengambilan darah dilakukan secara langsung melalui ventrikel kiri jantung dengan menggunakan jarum ukuran 25G dan syringe 5 ml. Sebanyak 0.5 ml darah dimasukkan ke dalam tabung berisi antikoagulan *ethylenediaminetetraacetic acid-tripotassium/EDTA.K3* (GP Microtube) dan 3 ml ke dalam tabung lain untuk mendapatkan serum.

Pemeriksaan sampel

Preparat ulas darah dibuat segera setelah pengambilan sampel, difiksasi dengan methanol

selanjutnya diwarnai dengan pewarna eosin dan methylen blue (MDT IndoReagen®). Hasil pewarnaan selanjutnya diamati dengan mikroskop Nikon® Eclipse E600 dengan perbesaran 400× dan didokumentasikan dengan menggunakan kamera Canon® EOS 700D. Masing-masing preparat ulas darah diamati dan diukur sebanyak 100 eritrosit dari beberapa lapang pandang (total sebanyak 1500 eritrosit). Pengukuran diameter eritrosit dilakukan dengan menggunakan software Image J®.

Pemeriksaan hematologi dan biokimia darah dilakukan di Laboratorium Diagnostik Klinik (Departemen Klinik Reproduksi dan Patologi, Fakultas Kedokteran Hewan IPB) dengan automated counter (VetScan® HM5 hematology analyzer, ABAXIS Europe GmbH). Pemeriksaan hematologi meliputi jumlah eritrosit dan leukosit, diferensiasi leukosit, konsentrasi hemoglobin (Hb), nilai hematokrit (Hct), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), red cell distribution width coefficient of variation (RDWc), dan platelet. Pemeriksaan biokimia darah meliputi alkaline phosphatase (ALP), alanine transaminase (ALT), amylase (AMY), blood urea nitrogen (BUN), kreatinin, total bilirubin, glukosa, total protein, albumin, globulin, kalsium (Ca), fosfor (P), ion natrium (Na⁺), dan ion kalium (K⁺).

Analisis data

Hasil pengamatan morfologi dan pengukuran eritrosit disajikan dalam bentuk gambar dan tabel. Profil nilai hematologi dan biokimia darah disajikan dalam bentuk tabel dengan pembandingan data dari literatur. Nilai yang didapatkan kemudian dianalisis secara deskriptif.

HASIL

Gambaran ulas darah *P. vampyrus* menunjukkan morfologi normal eritrosit (Gambar 1). Eritrosit hewan ini memiliki bentuk diskoidal disertai area yang lebih pucat atau terang di bagian tengah sel (*central pallor*). Pengamatan pada eritrosit menunjukkan bahwa ukuran *central pallor* pada eritrosit memiliki proporsi luasan yang relatif sempit. Diameter eritrosit kalong kapauk yang diukur dari 1500 eritrosit berkisar antara 5,87 - 9,06 µm, dengan rata-rata diameter eritrosit sebesar 7,15 ± 0,45 µm. Koefisien variasi ukuran eritrosit (RDWc) hewan ini sebesar 18,11 ± 1,16%.

Nilai hematologi dan biokimia darah yang dievaluasi dari 15 sampel darah *P. vampyrus* masing-

masing disajikan pada Tabel 1 dan 2. *Pteropus vampyrus* memiliki total eritrosit sebanyak 8,89 ± 1,36 .10⁶/µl, nilai hematokrit 42,13 ± 6,49%, konsentrasi hemoglobin 14,33 ± 2,38 g/dl. Total leukosit yang dihitung dari seluruh sampel memiliki nilai yang bervariasi, berkisar antara 1.920 – 27.320/µl. Diferensiasi leukosit bervariasi antar-individu, dengan jumlah paling tinggi pada neutrofil dan limfosit. Semua individu kalong yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa persentase jumlah neutrofil lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah limfosit.

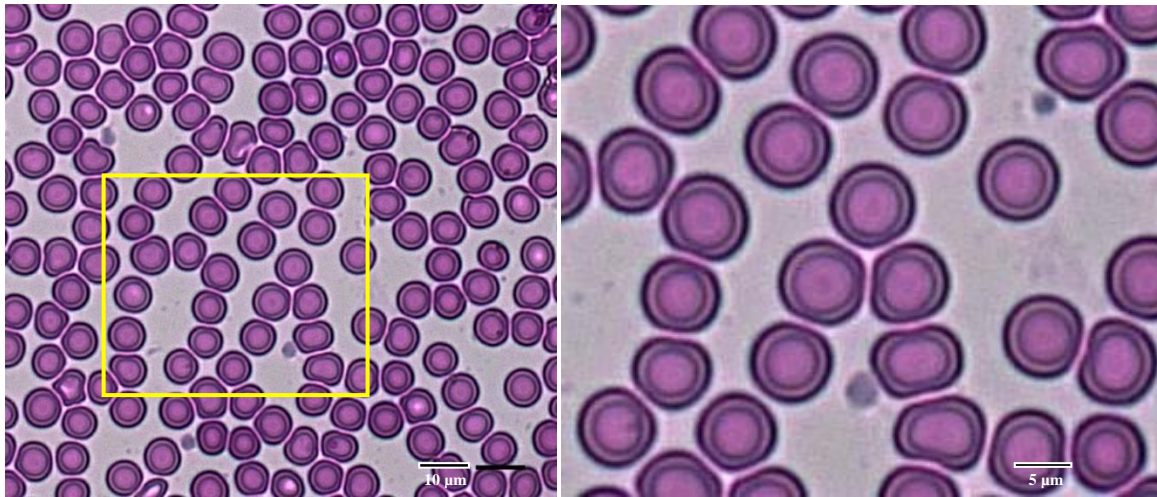
PEMBAHASAN

Morfologi Eritrosit

Secara umum morfologi eritrosit *P. vampyrus* mirip dengan yang ditemukan pada mamalia lainnya, memiliki karakteristik normal berbentuk diskoidal. Diameter eritrosit *P. vampyrus* dalam penelitian ini (7,15 ± 0,45 µm) lebih besar dibandingkan pada *P. giganteus* (6,4 µm) (Gulliver, 1875). Data diameter eritrosit beberapa jenis kelelawar yang sudah dipelajari antara lain *Myotis daubentoni* (5,8 ± 0,64 µm) (Wolk & Bogdanowicz, 1987), *Artibeus jamaicensis* (5,7 µm), *Carollia perspicillata* (6,3 µm), *Eptesicus fuscus* (5,8 µm), *Lasiurus cinereus* (5,0 µm) (Gregory, 2000). Selain itu diameter eritrosit hewan mamalia lain yang pernah diteliti di antaranya *Didelphis aurita* (8,8 µm), *Macropus robustus* (8,1 µm), *Bos sp.* (5,6 µm), *Papio hamadryas* (7,8 µm), *Gorilla gorilla* (7,3 µm) (Gregory, 2000).

Perbedaan hasil pengukuran diameter eritrosit dapat dipengaruhi oleh spesies dan tingkat metabolisme hewan. Ukuran eritrosit yang besar pada jenis burung dan kelelawar disebabkan oleh adanya kebutuhan metabolisme yang lebih tinggi terhadap aktivitas terbang (Gregory, 2000). Gambaran *central pallor* memiliki ukuran area relatif kecil. Ukuran area pucat di bagian sentral eritrosit yang relatif kecil ini berkaitan dengan tingginya kadar hemoglobin yang terkandung di dalam eritrosit.

Koefisien variasi ukuran eritrosit (RDWc) kalong dalam penelitian ini sebesar 18,11 ± 1,16% menunjukkan adanya keberagaman ukuran eritrosit yang cukup tinggi pada hewan yang diamati. Persentase RDWc menunjukkan variasi ukuran eritrosit, yang mengindikasikan tingkat anisositosis pada pemeriksaan preparat ulas darah. Persentase yang lebih tinggi merefleksikan heterogenitas ukuran dari populasi sel darah merah (Evans & Jehle, 1991).



Gambar 1 Morfologi eritrosit dari *P. vampyrus* tangkapan alam. Preparat diwarnai dengan pewarna eosin dan methylen blue

Hematologi

Pteropus vampyrus hasil tangkapan dari Garut ini memiliki jumlah eritrosit ($8,89 \pm 1,36 \cdot 10^6/\mu\text{l}$) yang mirip pada *P. vampyrus* yang dipelihara di penangkaran (Heard & Whittier, 1997). Jumlah eritrosit pada *P. vampyrus* yang relatif tinggi juga ditemukan pada kelelawar famili Pteropodidae lain, yaitu *P. hypomelanus*, *P. rodricensis* (Heard & Whittier, 1997), *P. alecto* (McMichael et al., 2015), dan *Eidolon helvum* (Selig et al., 2016). Jumlah eritrosit tersebut lebih tinggi dibandingkan pada anjing liar ($6,1 \pm 2,8 \cdot 10^6/\text{mm}^3$) (Khan et al., 2011).

Pemeriksaan hematologi menunjukkan bahwa konsentrasi hemoglobin *P. vampyrus* hasil tangkapan alam ($14,33 \pm 2,38 \text{ g/dl}$) mirip pada *P. vampyrus* yang dipelihara di penangkaran (Heard & Whittier, 1997) dan *E. helvum* (Selig et al., 2016). Konsentrasi hemoglobin tersebut lebih tinggi dari nilai yang ditemukan pada anjing liar ($12,4 \pm 2,0 \text{ g/dl}$) (Khan et al., 2011). Konsentrasi hemoglobin yang relatif tinggi juga ditemukan pada *P. hypomelanus* ($15,4 \pm 2,8 \text{ g/dl}$), *P. rodricensis* ($14,2 \pm 1,6 \text{ g/dl}$) (Heard & Whittier, 1997), dan *Rousettus aegyptiacus* ($17,23 \pm 0,43 \text{ g/dl}$) (Korine et al., 1999).

Nilai hematokrit *P. vampyrus* hasil tangkapan alam pada penelitian ini lebih tinggi ($42,13 \pm 6,49\%$) dibandingkan dengan nilai hematokrit yang ditemukan pada *P. giganteus* ($37 \pm 6\%$) (Lewis, 1977), tetapi hampir sama dengan nilai hematokrit *P. vampyrus* di penangkaran (Heard & Whittier, 1997) dan *P. melanotus natalis* ($40,7 \pm 2,5\%$) (Hall et al., 2014). Nilai hematokrit yang relatif tinggi juga ditemukan pada kelelawar famili Pteropodidae yang lain, yaitu *P. hypomelanus* ($46 \pm 9\%$), *P. rodricensis* ($43 \pm 5\%$) (Heard & Whittier, 1997), *R. aegyptiacus* ($56,60 \pm 1,94\%$) (Korine et al., 1999), *P. alecto* ($42\text{-}52\%$)

(McMichael et al., 2015), dan beberapa spesies kelelawar neotropikal (Schinnerl et al., 2011).

Nilai hematokrit dan kadar hemoglobin tinggi juga ditemukan pada *P. poliocephalus* yang memiliki nilai 30% lebih tinggi dibandingkan pada hewan mamalia terestrial (Carpenter, 1985). Nilai hematokrit dan konsentrasi hemoglobin yang lebih tinggi memiliki hubungan dengan kemampuan terbang dari kelelawar. Metabolisme yang lebih tinggi pada saat terbang memerlukan nilai hematokrit, konsentrasi hemoglobin, total eritrosit, dan kapasitas transpor darah yang lebih tinggi, serta suplai darah yang efisien menuju otot-otot terbang (Maina, 2000).

Jumlah leukosit *P. vampyrus* tangkapan alam ($12,23 \pm 7,61 \cdot 10^3/\mu\text{l}$) mirip pada kalong yang dipelihara di penangkaran, yaitu *P. vampyrus* ($12,55 \pm 3,24 \cdot 10^3/\mu\text{l}$) dan *P. hypomelanus* ($11,51 \pm 4,36 \cdot 10^3/\mu\text{l}$), tetapi hampir dua kali lipat dari jumlah leukosit *P. rodricensis* ($6,46 \pm 1,71 \cdot 10^3/\mu\text{l}$) (Heard & Whittier, 1997). Diferensiasi leukosit menunjukkan jumlah yang paling banyak ditemukan adalah limfosit dan neutrofil, seperti pada berbagai spesies kelelawar lain, *P. vampyrus* (Heard & Whittier, 1997), *P. giganteus* (McLaughlin et al., 2007), *P. melanotus natalis* (Hall et al., 2014), dan *E. helvum* (Selig et al., 2016). Pada hewan ini, jumlah neutrofil juga lebih tinggi dibandingkan dengan limfosit, seperti pada *P. rodricensis* (Heard & Whittier, 1997), *P. giganteus* (McLaughlin et al., 2007), dan *E. helvum* (Selig et al., 2016). Sebaliknya, pada *P. vampyrus* di penangkaran (Heard & Whittier, 1997), *P. melanotus natalis* (Hall et al., 2014), dan pada berbagai kelelawar neotropikal dari Costa Rica (Schinnerl et al., 2011), jumlah limfosit lebih tinggi dari neutrofil.

Tabel 1 Nilai hematologi *P. vampyrus* dari wilayah Garut, Jawa Barat, dengan pembandingan beberapa spesies lain dari literatur

| Variabel hematologi | <i>P. vampyrus</i> tangkapan alam (n = 15) | | <i>P. vampyrus</i> yang dipelihara di kandang (n = 13) ^[1] | | <i>Eidolon helvum</i> yang dipelihara di kandang (n = 34) ^[2] | |
|---------------------------------|---|------------------|--|--------------------|---|--------------|
| Eritrosit (10 ⁶ /μl) | 8,89 ± 1,36 | (6,38–11,84) | 8,88 ± 0,59 | (7,4–9,8) | 9,471 ± 0,698 | (7,74–10,89) |
| Hb (g/dl) | 14,33 ± 2,38 | (9,70–19,50) | 14,6 ± 0,9 | (12,9–15,7) | 14,89 ± 1,03 | (12-16) |
| Hct (%) | 42,13 ± 6,49 | (30,32– 54,20) | 44 ± 2 | (42–47) | – | – |
| MCV (fl) | 47,00 ± 2,67 | (44,00 –50,00) | 49,1 ± 2,8 | (43,4–53,5) | 45,08 ± 2,97 | (40,1-53,9) |
| MCH (Pg) | 15,95 ± 0,88 | (14,90 –18,20) | 16,4 ± 1,0 | (14,5–18,0) | 15,73 ± 0,73 | (14,2-17,3) |
| MCHC (g/dl) | 33,94 ± 0,90 | (32,00 –36,00) | 33,5 ± 1,6 | (30,0–35,5) | 34,99 ± 1,94 | (30-37,2) |
| RDWc (%) | 18,11 ± 1,16 | (16,30 –20,50) | – | – | – | – |
| Platelet (10 ³ /μl) | 467,80 ± 119,24 | (266,00 –667,00) | – | – | 252 ± 136,053 | (142-621) |
| Leukosit (10 ³ /μl) | 12,23 ± 7,61 | (1,92 –27,32) | 12,55 ± 3,24 | (7,8–18,6) | 3,19 ± 1,48 | (1,2-7,3) |
| Limfosit (10 ³ /μl) | 2,21 ± 1,53 | (0,56 –5,10) | 8,023 ± 2,608 | (4,840– 13,200) | 1,704 ± 0,804 | (0,64-4,03) |
| Monosit (10 ³ /μl) | 0,95 ± 0,61 | (0,01 –2,04) | 97 ± 111 | (0–372) | 0,053 ± 0,070 | (0,0-0,30) |
| Neutrofil (10 ³ /μl) | 9,06 ± 6,00 | (1,15 –20,82) | 4,369 ± 1,782 | (858–7616) | 1,363 ± 1,325 | (0,29-6,00) |
| Eosinofil (10 ³ /μl) | 0,08 ± 0,07 | (0,01 –0,22) | 65 ± 63 | (0) | 0,071 ± 0,183 | (0,00-0,89) |
| Basofil (10 ³ /μl) | 0,04 ± 0,04 | (0,00–0,11) | 0 ± 0 | (0) | 0 | (0) |
| Limfosit (%) | 20,04 ± 9,23 | (7,51–39,06) | 64,0 ± 11,8 | (43–88) | – | – |
| Monosit (%) | 7,84 ± 3,20 | (0,52–11,72) | 0,7 ± 0,7 | (0,0–2,0) | – | – |
| Neutrofil (%) | 72,11 ± 8,95 | (58,18–88,50) | 34,8 ± 12,1 | (11–56) | – | – |
| Eosinofil (%) | 0,67 ± 0,36 | (0,25–1,53) | 0,5 ± 0,5 | (0) | – | – |
| Basofil (%) | 0,52 ± 0,80 | (0,00–3,31) | 0,0 ± 0,0 | (0) | – | – |

Keterangan: Nilai ditunjukkan dalam bentuk rerata ± standar deviasi (minimum-maksimum). Sumber: [1], Heard & Whittier (1997); [2], Selig et al. (2016)

Tabel 2 Nilai biokimia darah *P. vampyrus* dari wilayah Garut, Jawa Barat, dengan pembandingan beberapa spesies lain dari literatur

| Variabel biokimia | <i>P. vampyrus</i> tangkapan alam (n = 4) | | <i>P. vampyrus</i> yang dipelihara di kandang (n = 13) ^[1] | | <i>Eidolon helvum</i> yang dipelihara di kandang (n = 32) ^[2] | |
|-------------------------|--|--------------------|--|-------------|---|------------|
| ALP (U/L) | 247,75 ± 83,98 | (151,00 – 335,00) | 615 ± 311 | (261–1467) | 32 ± 9,2 | (15–58) |
| ALT (U/L) | 45,00 ± 21,74 | (28,00 – 75,00) | 13 ± 13 | (3–21) | 46,2 ± 27,4 | (21–171) |
| AMY (U/L) | 1038,75 ± 311,76 | (775,00 – 1410,00) | – | – | – | – |
| BUN (mg/dl) | 38,75 ± 29,98 | (15,00 – 82,00) | 13 ± 25 | (2–27) | 8,5 ± 3,7 | (5–20) |
| Kreatinin (mg/dl) | 0,78 ± 0,25 | (0,50 – 1,10) | 1,0 ± 0,6 | (0,7-1,9) | 0,29 ± 0,1 | (0,1–0,5) |
| Total Bilirubin (mg/dl) | 0,30 ± 0,00 | (0,30) | 0,07 ± 0,05 | (0,00–0,10) | – | – |
| Glukosa (mg/dl) | 91,75 ± 34,03 | (59,00 – 131,00) | 152 ± 22 | (114–192) | 114,1 ± 33,3 | (54–188) |
| Total Protein (g/dl) | 7,93 ± 0,79 | (7,00 – 8,80) | 7,3 ± 0,3 | (6,6–8,0) | 7,38 ± 0,62 | (6,3–8,5) |
| Albumin (g/dl) | 6,55 ± 0,31 | (6,10 – 6,80) | 4,3 ± 0,3 | (3,8–4,7) | 3,85 ± 0,34 | (2,8–4,3) |
| Globulin (g/dl) | 1,40 ± 0,54 | (0,90 – 2,00) | 3,0 ± 0,3 | (2,4–3,4) | 3,55 ± 0,47 | (2,7–4,6) |
| Ca (mg/dl) | 10,23 ± 0,66 | (9,30 – 10,70) | 8,9 ± 0,4 | (8,2–9,9) | 9,33 ± 0,7 | (7,6–10,9) |
| P (mg/dl) | 7,65 ± 2,97 | (4,10 – 10,30) | 3,6 ± 1,5 | (1,9–7,1) | 4,75 ± 1,93 | (1,4–8,9) |
| Na+ (mmol/l) | 146,75 ± 4,11 | (142,00 – 152,00) | 136 ± 2 | (133–138) | 142 ± 3,3 | (135–150) |
| K+ (mmol/l) | 8,55 ± 2,20 | (5,40 – 10,30) | 3,9 ± 0,4 | (3,2–4,9) | 4,27 ± 0,35 | (3,7–4,9) |

Keterangan: Nilai ditunjukkan dalam bentuk rerata ± standar deviasi (minimum-maksimum). Sumber: [1], Heard & Whittier (1997); [2], Selig et al. (2016)

Tingginya jumlah leukosit dapat disebabkan oleh kemungkinan respon cekaman pada saat *handling* dan pengambilan sampel, serta potensi terjadinya infeksi bakteri, virus, parasit, dan fungi (Schinnerl et al., 2011). Meskipun begitu, kalong yang digunakan dalam penelitian ini tidak menunjukkan gejala klinis suatu penyakit.

Parameter biokimia darah

Total protein dan albumin *P. vampyrus* pada penelitian ini (TP: $7,93 \pm 0,79$ g/dl; Alb: $6,55 \pm 0,31$ g/dl) relatif lebih tinggi dari yang ditemukan pada kelelawar *P. vampyrus* di penangkaran (Heard & Whittier, 1997) dan *E. helvum* (Selig et al., 2016). Total protein pada hewan ini mirip dengan yang ditemukan pada kelelawar famili Pteropodidae lain, sedangkan kadar albuminnya lebih tinggi, yaitu pada *R. aegyptiacus* (TP: $7,91 \pm 0,51$ g/dl; Alb: $4,85 \pm 0,26$ g/dl) (Korine et al., 1999). Selain itu, total protein dan kadar albumin kalong yang digunakan dalam penelitian ini relatif lebih tinggi dari *P. giganteus* (TP: $7,6 \pm 0,7$ g/dl; Alb: $3,7 \pm 0,4$ g/dl) (McLaughlin et al., 2007), dan *P. alecto* (TP: $6,551$ g/dl; Alb: $3,612$ g/dl; Glob: $2,934$ g/dl) (McMichael et al., 2015).

Nilai *blood urea nitrogen* (BUN) dan kreatinin *P. vampyrus* dalam penelitian ini memiliki nilai yang bervariasi (BUN $15,00-82,00$ mg/dl; Kreatinin: $0,50-1,10$ mg/dl) pada setiap individu. Nilai BUN dan kreatinin yang relatif rendah ditemukan pada famili Pteropodidae lainnya, yaitu *P. giganteus* (BUN: $2,50 \pm 0,90$ mmol/l atau $7 \pm 2,52$ mg/dl) (McLaughlin et al., 2007), *P. hypomelanus* (BUN: $5,00 \pm 4,00$ mg/dl; Kre: $0,60 \pm 0,10$ mg/dl), *P. rodricensis* (BUN: $12,00 \pm 5,00$ mg/dl; Kre: $0,80 \pm 0,20$ mg/dl) (Heard & Whittier, 1997), dan *R. aegyptiacus* (BUN: $5,83 \pm 0,58$ mg/dl; Kre: $0,65 \pm 0,26$ mg/dl) (Korine et al., 1999). Rendahnya nilai BUN dan kreatinin dipengaruhi oleh faktor pakan rendah protein pada kelelawar pemakan buah (McLaughlin et al., 2007), karena urea merupakan produk akhir dari senyawa nitrogen dalam metabolisme protein (Heard & Whittier, 1997). Beberapa komponen darah mungkin mengalami perubahan ketika hewan berada pada lingkungan yang dingin dan atau mendapatkan makanan yang kurang baik. Kurangnya asupan energi dan nitrogen menyebabkan meningkatnya kadar BUN dan kreatinin, sementara total nitrogen dan albumin mengalami penurunan (Korine et al., 1999). Tingginya nilai BUN dapat disebabkan oleh kondisi yang berkaitan dengan peningkatan katabolisme protein, seperti kondisi demam, terjadinya infeksi, kelaparan, dan juga penggunaan sediaan kortikosteroid. Selain itu, kondisi dehidrasi

juga merupakan salah satu faktor yang dapat meningkatkan nilai BUN (Prause & Grauer, 1998).

Alkaline Phosphatase (ALP) *P. vampyrus* pada penelitian ini memiliki nilai relatif rendah jika dibandingkan pada *P. hypomelanus* dan *P. rodricensis* (Heard & Whittier, 1997), tetapi lebih tinggi dari *E. helvum* (Selig et al. 2016). Nilai ALP dan ALT sangat bervariasi jika dibandingkan dengan famili Pteropodidae yang lain. Perbedaan nilai ALP dapat dipengaruhi oleh perbedaan proses sampling dan analisisnya, variasi pakan, dan tingginya proporsi hewan yang masih muda (Heard & Whittier, 1997; McLaughlin, 2007). Nilai ALP dan fosfat umumnya berkaitan dengan perkembangan dan metabolisme tulang, sehingga banyaknya proporsi hewan muda dalam penelitian akan menghasilkan nilai ALP dan fosfat yang tinggi (Hall et al., 2014), sedangkan pada penelitian ini menggunakan hewan dewasa sehingga ALP dan fosfatnya tidak terlalu tinggi.

Kadar glukosa dalam darah *P. vampyrus* dalam penelitian ini ($91,75 \pm 34,03$ mg/dl) relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan *P. hypomelanus* (154 ± 36 mg/dl), *P. rodricensis* (117 ± 33 mg/dl), dan *P. vampyrus* di penangkaran (Heard & Whittier, 1997). Kadar glukosa yang relatif rendah pada penelitian ini diduga diakibatkan pengambilan sampel kalong berada pada saat belum makan. Pada kalong yang dipelihara di kandang, kadar glukosa darah sangat bervariasi dan berbeda secara signifikan dalam satu periode 24 jam, dengan kadar paling rendah pada saat sebelum waktu makan, yaitu pada sore hari (Widmaier & Kunz, 1993). Kadar glukosa dalam darah yang tinggi dapat berkaitan dengan kondisi stres akibat proses *handling*, sedangkan kadar glukosa rendah dapat terjadi akibat kondisi puasa yang tidak disengaja saat pengambilan sampel (Selig et al., 2016). Selain itu, kadar glukosa darah juga dipengaruhi oleh jenis pakan yang ada di lokasi pencarian makan (*feeding site*) (Korine et al., 1999).

Secara umum kadar elektrolit pada penelitian ini memiliki nilai yang bervariasi antar-individu. Nilai ini mirip dengan yang ditemukan pada *P. hypomelanus*, *P. rodricensis*, dan *P. vampyrus* di penangkaran (Heard & Whittier, 1997), *R. aegyptiacus* (Korine et al., 1999), dan *E. helvum* (Selig et al., 2016).

Gambaran beberapa parameter darah *P. vampyrus*, meliputi total eritrosit, kadar hemoglobin, serta nilai hematokrit mirip pada jenis kelelawar lainnya, tetapi nilai-nilai tersebut relatif lebih tinggi dibandingkan pada mamalia terestrial. Perbedaan nilai-nilai parameter darah tersebut diduga untuk mendukung aktivitas dan kemampuan terbang dari kelelawar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Prof. Drh. Srihadi Agungpriyono, PhD, PAVet(K) (Departemen Anatomi Fisiologi dan Farmakologi, FKH IPB), Prof. Eiichi Hondo, DVM, PhD (Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University), serta tim penelitian proyek SATREPS: *Project on Ecological Studies on Flying Foxes and Their Involvement in Rabies-related and Other Viral Infectious Diseases*, atas dukungannya selama pengambilan sampel.

“Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dengan pihak-pihak yang terkait dalam penelitian ini”.

DAFTAR PUSTAKA

- Basset JE, Wiederhielm CA. 1984. Postnatal changes in hematology of the bat *Antrozous pallidus*. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Physiology* 78 (4): 737-742.
- Carpenter RE. 1985. Flight physiology of flying foxes, *Pteropus poliocephalus*. *Journal of Experimental Biology* 114: 619-647.
- De Jong C, Field H, Newman SH, Epstein JH. 2011. Emerging infectious diseases. Dalam: Newman SH, Field H, Epstein J, De Jong C. *Investigating the Role Of Bats in Emerging Zoonoses: Balancing Ecology, Conservation and Public Health*. Rome: FAO.
- Epstein JH, Olival KJ, Pulliam JRC, Smith C, Westrum J, Hughes T, Dobson AP, Zubaid A, Rahman SA, Basir MM, Field HE, Daszak P. 2009. *Pteropus vampyrus*, a hunted migratory species with a multinational home-range and a need for regional management. *Journal of Applied Ecology* 46:991-1002.
- Evans TC, Jehle D. 1991. The red blood cell distribution width. *Journal of Emergency Medicine* 9: 71-74.
- Fenton MB, Ratcliffe JM. 2010. Bats. *Current Biology* 20(24).
- Gregory TR. 2000. Nucleotypic effects without nuclei: genome size and erythrocyte size in mammals. *Genome* 43: 895-901.
- Gulliver G. 1875. On the size and shape of red corpuscles of the blood of vertebrates, with drawing of them to a uniform scale, and extended and revised tables of measurement. *Proceedings of the Zoological Society of London* 1875: 474-495.
- Hall J, Rose K, Smith C, De Jong C, Phalen D, Austen J, Field H. 2014. Health assessment of the christmas island flying fox (*Pteropus melanotus natalis*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 50(3): 447-458.
- Heard DJ, Beal C, Owens J. 1996. Ketamine and ketamine: xylazine ED₅₀ for short-term immobilization of the island flying fox (*Pteropus hypomelanus*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 27: 44-48.
- Heard DJ, Whittier DA. 1997. Hematologic and plasma biochemical values for three flying fox species (*Pteropus* sp.). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 4(28):464-470.
- Hossain MB, Islam MN, Shaikat AH, Yasin MG, Hassan MM, Islam SKMA, Rahman A, Mamun MA, Khan SA. 2013. Biochemical profile of wild-captured indian flying fox (*Pteropus giganteus*) in Bangladesh. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine* 11(1): 75-79.
- Khan SA, Epstein JH, Olival KJ, Hassan MM, Hossain MB, Rahman KBMA, Elahi MF, Mamun MA, Haider N, Yasini G, Desmond J. 2011. Hematology and serum chemistry reference values of stray dogs in Bangladesh. *Open Veterinary Journal* 1:13-20.
- Korine C, Zinder O, Arad Z. 1999. Diurnal and seasonal changes in blood composition of the free-living egyptian fruit bat (*Rousettus aegyptiacus*). *Journal of Comparative Physiology. B, Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology* 169: 280-286.
- Kunz TK, Jones DP. 2000. *Pteropus vampyrus*. American Society of Mammalogists. *Mammalian Species* 642:1-6.
- Kunz TH, Murray SW, Fuller NW. 2012. Bats. Di dalam: White WB, Culver DC, editor. *Encyclopedia of Caves*. Cambridge (US): Academic Pr. hlm 45-53.
- Lei M, Dong D. 2016. Phylogenomic analyses of bat subordinal relationships based on transcriptome data. *Scientific Report* 6(27726): 1-8.
- Lewis JH. 1977. Comparative hematology: studies on Chiroptera, *Pteropus giganteus*. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Physiology* 58:103-107.
- Maina JN. 2000. What it takes to fly: the structural and functional respiratory refinements in birds and bats. *Journal of Experimental Biology* 203: 3045-3064.
- McLaughlin AB, Epstein JH, Prakash V, Smith CS, Daszak P, Field HE, Cunningham AA. 2007. Plasma biochemistry and hematologic values for wild-caught flying foxes (*Pteropus giganteus*) in India.

- Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 38(3): 446–452.
- McMichael L, Edson D, McLaughlin A, Mayer D, Kopp S, Meers J, Field H. 2015. Haematology and plasma biochemistry of wild black flying-foxes, (*Pteropus alecto*) in Queensland, Australia. *PLoS ONE* 10(5): e0125741. doi:10.1371/journal.pone.0125741.
- Prause LC, Grauer GF. 1998. Association of gastrointestinal hemorrhage with increased blood urea nitrogen and BUN/creatinine ratio in dogs: a literature review and retrospective study. *Veterinary Clinical Pathology* 27(4):107-111.
- Schinnerl M, Aydinonat D, Schwarzenberger F, Voight CC. 2011. Hematological survey of common neotropical bat species from Costa Rica. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 42(3): 382-391.
- Shen YY, Liang L, Zhu ZH, Zhou WP, Irwin DM, Zhang YP. 2010. Adaptive evolution of energy metabolism genes and the origin of flight in bats. *PNAS* 107(19):8666–8671.
- Selig M, Lewandowski A, Kent MS. 2016. Establishment of reference intervals for hematology and biochemistry analytes in a captive colony of straw-colored fruit bats (*Eidolon helvum*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 47(1):106-112.
- Telling EC, Springer MS, Madsen O, Bates P, O'Brien SJ, Murphy WJ. 2005. A molecular phylogeny for bats illuminates biogeography and the fossil record. *Science* 307: 580-584.
- Walldorf V, Mehlhorn H. 2014. *Bats: A Glimpse on Their Astonishing Morphology and Lifestyle*. Di dalam: Klimpel dan Mehlhorn. *Bats (Chiroptera) as Vectors of Diseases and Parasites*, Parasitology Research Monographs 5. Berlin: Springer.
- Widmaier EP, Kunz TH. 1993. Basal, diurnal, and stress-induced levels of glucose and glucocorticoids in captive bats. *Journal of Experimental Zoology* 265: 533-540.
- Wolk E, Bogdanowicz W. 1987. Hematology of the hibernating bat: *Myotis daubentoni*. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Physiology* 88(4): 637-639.