



# **TEKNIK PENGAMBILAN DAN INTERPRETASI RADIOGRAFI PADA KAKI BELAKANG BADAK SUMATERA DI SUAKA RHINO SUMATERA (SRS)**

**MIFTA ROUDHOTUL HASANAH**



**FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2018**

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



#### Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul “Teknik Pengambilan dan Interpretasi Radiografi pada Kaki Belakang Badak Sumatera di Suaka Rhino Sumatera (SRS)” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, September 2018

*Mifta Roudhotul Hasanah*  
B04140029

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



#### Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## ABSTRAK

MIFTA ROUDHOTUL HASANAH. Teknik Pengambilan dan Interpretasi Radiografi pada Kaki Belakang Badak Sumatera di Suaka Rhino Sumatera (SRS). Dibimbing oleh DENI NOVIANA dan I KETUT MUDITE ADNYANE.

Penelitian ini bertujuan mengetahui teknik pengambilan dan interpretasi radiografi pada kaki belakang badak sumatera di Suaka Rhino Sumatera (SRS). Pengambilan radiografi dilakukan pada badak sumatera dengan kesadaran penuh. Orientasi daerah pengambilan dilakukan di distal tarsal dengan proyeksi *dorsoplantar*, *plantarodorsal* dan *lateromedial*. Paparan yang digunakan berkisar antara 1,2-1,6 *miliampere second* (mAs), 86-88 *kilovoltage peak* (kVp) dan jarak *focal film distance* (FFD) sejauh 70-80 cm. Pengukuran panjang tulang dan ketebalan jaringan dilakukan menggunakan aplikasi *image J*. Proyeksi paling baik untuk *ossa phalanges* menggunakan *dorsoplantar*, *ossa metatarsalia* menggunakan *lateromedial* dan *plantarodorsal*, serta *ossa tarsi* menggunakan *lateromedial*. Radiografi normal kaki belakang badak sumatera terdiri dari *ossa tarsi*, *ossa metatarsalia* dan *ossa digitorum pedis*. *Ossa tarsi* terdiri dari *os tarsi centrale*, *os tarsale I, II, III*, dan *IV* dengan panjang berkisar dari 1 – 4,53 cm. *Ossa metatarsalia* terdiri dari *os metatarsal II, III*, dan *IV* dengan panjang berkisar dari 12,96 – 14,42 cm. *Ossa digitorum pedis* terdiri tiga phalanx yang tersusun dari *os phalanx proximal, medial*, dan *distal* dengan panjang berkisar dari 1,33 – 4,58 cm. Ketebalan jaringan regio *ossa tarsi-metatarsi* berkisar antara 0,6 – 5,28 cm. Ketebalan jaringan dan proyeksi radiografi menentukan kualitas radiografi, sedangkan keberhasilan pengambilan radiografi kaki belakang badak sumatera ditentukan oleh kemampuan melatih badak sumatera.

Kata kunci: badak sumatera, interpretasi radiografi, kaki belakang, teknik radiografi

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## ABSTRACT

MIFTA ROUDHOTUL HASANAH. Technique and Interpretation of Radiography in The Hind Limb of Sumatran Rhinoceros in the Rhino Sumatran Sanctuary (SRS). Supervised by DENI NOVIANA and I KETUT MUDITE ADNYANE.

This study aims to determine technique and interpretation radiography of the hind limb of sumatran rhinoceros in the Sumatran Rhino Sanctuary (SRS). Radiographs were taken on conscious Sumatran rhinoceros. The orientation radiography at the distal tarsal with the *dorsoplantar*, *plantarodorsal* and *lateromedial* view. The exposure used ranges from 1,2-1,6 miliampere second (mAs), 86-88 kilovoltage peak (kVp) and focal film distance (FFD) distances 70-80 cm. Bone length and tissue thickness measurements were performed using the imageJ application. The best view for *ossa phalanges* using *dorsoplantar*, *ossa metatarsalia* using *lateromedial* and *plantarodorsal*, and *ossa tarsi* using *lateromedial* view. Normal radiography of the sumatran rhinoceros consists of *ossa tarsi*, *ossa metatarsalia* and *ossa digitorum pedis*. *Ossa tarsi* consists of *os tarsi centrale*, *os tarsale I*, *II*, *III*, and *IV* with length ranges 1 – 4,53 cm. *Ossa metatarsalia* consists of *os metatarsal II*, *III*, and *IV* with length ranges 12,96 – 14,42 cm. *Ossa digitorum pedis* consists of three phalanx composed of *os phalanx proximal*, *medial*, and *distal* with length ranges 1,52 – 4,58 cm. Tissue thickness and view impact to radiography quality, while the success of technique radiography depends on the skill to train the sumatran rhinoceros.

Keywords: hind limb, radiography interpretation, radiography technique, sumatran rhino

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang memunculkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



# **TEKNIK PENGAMBILAN DAN INTERPRETASI RADIOGRAFI PADA KAKI BELAKANG BADAK SUMATERA DI SUAKA RHINO SUMATERA (SRS)**

**MIFTA ROUDHOTUL HASANAH**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Kedokteran Hewan  
pada  
Fakultas Kedokteran Hewan

**FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2018**

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



#### Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Judul Skripsi: Teknik Pengambilan dan Interpretasi Radiografi pada Kaki Belakang Badak Sumatera di Suaka Rhino Sumatera (SRS)

Nama : Mifta Roudhotul Hasanah

NIM : B04140029

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Disetujui oleh

Prof. Drh. Deni Noviana, PhD, DAiCVIM  
Pembimbing I

Drh. I Ketut Mudite Adnyane, MSi, PhD, PAVet  
Pembimbing II

Diketahui oleh



Prof. Drh. Agus Setiyono, MS, PhD, APVet  
Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kemahasiswaan  
Fakultas Kedokteran Hewan  
Institut Pertanian Bogor

Tanggal Lulus:

13 SEP 2018

Bogor Agricultural University



#### Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan hanya bagi Allah SWT atas rahmat dan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Teknik Pengambilan dan Interpretasi Radiografi pada Kaki Belakang Badak Sumatera di Suaka Rhino Sumatera (SRS)”.

Penulisan skripsi ini melalui proses yang panjang yang tidak lepas dari dukungan dari banyak pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof Drh Deni Noviana, PhD, DAiCVIM selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing, memotivasi dan mengarahkan dengan sabar selama penelitian dan penulisan skripsi ini.
2. Drh I Ketut Mudite Adnyane, MSi, PhD, PAVet atas kesediaan dan kesabarannya membimbing penulis dalam menjalani pendidikan di FKH IPB.
3. Yayasan Suaka Rhino Sumatera (SRS) yang telah memberi izin pengambilan radiografi pada badak sumatera bernama Harapan.
4. Drh Zulfi Arsan, Drh Ni Made Ferawati dan Drh Agvinta Nilam Wahyu selaku tim dokter hewan SRS yang telah memberikan banyak informasi dalam penyelesaian skripsi ini.
5. PT Mega Utama Medica yang telah menyediakan alat *computerized radiography*.
6. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Divisi Bedah dan Radiologi yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian.
7. Keluarga (Umi, ayah, mbak dan mas) atas segala dukungan moril, materil, cinta dan sayang yang tak terhingga kepada penulis.
8. Jasmine Arumsari, teman sepenelitian yang telah sabar menunggu dan membantu penulis selama masa penyelesaian skripsi ini.
9. Rahmadhani Yoandri, teman juang yang telah membantu dan memberi semangat penulis selama masa penyelesaian skripsi ini.
10. Ulfatin Khoiriyah Herowati, *owner* veil.vet yang selalu memberi nasehat-nasehat rohani kepada penulis.
11. Sahabat-sahabatku Aanjay *squad*, terima kasih banyak untuk masa tiga tahun yang indah.
12. Sahabat *multichat* tingkat akhir (Maulida, Aame, Acul, Hanny, Ijup, Faja, Noura, Ulfi, Nunik, Ulayya, dan Maria), terima kasih banyak telah menemani saat masa-masa tersulit di FKH IPB.
13. Dulur *squad* (mas Samsu, Yoga, mas Koes, Mabril, Dion dan Astarla) yang telah kebersamai selama merantau di kota hujan.
14. Teman-teman Acinonyx yang memberi semangat dalam penyelesaian masa studi di FKH IPB.

Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna tetapi semoga penelitian ini dapat bermanfaat. Terima kasih atas semua saran, dukungan serta nasehat-nasehatnya.

Bogor, September 2018

*Mifta Roudhotul Hasanah*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang memunculkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



#### Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vi
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	1
Manfaat Penelitian	2
TINJAUAN PUSTAKA	2
Suaka Rhino Sumatera	2
Badak Sumatera ( <i>Dicerorhinus sumatrensis</i> )	2
Radiografi Digital	4
Teknik Pengambilan Radiografi	4
METODE	4
Waktu dan Tempat	4
Bahan dan Alat	5
Prosedur	5
HASIL	7
Teknik Pengambilan Radiografi	7
Interpretasi Radiografi	8
PEMBAHASAN	11
SIMPULAN DAN SARAN	12
Simpulan	12
Saran	12
DAFTAR PUSTAKA	13
RIWAYAT HIDUP	15

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## DAFTAR TABEL

1 Hasil pengukuran panjang <i>skeleton pedis</i> pada kaki belakang badak sumatera bernama Harapan	10
2 Hasil pengukuran ketebalan jaringan pada kaki belakang badak sumatera bernama Harapan	11

## DAFTAR GAMBAR

1 Anatomi tulang kaki belakang badak sumatera bernama Harapan	3
2 Badak sumatera bernama Harapan	5
3 Seperangkat <i>computerized radiography</i> yang terdiri dari kaset (film), laptop dan scanner	5
4 Teknik pengambilan radiografi kaki belakang badak sumatera bernama Harapan	7
5 Radiogram kaki belakang badak sumatera bernama Harapan	8
6 Radiogram <i>ossa digitorum pedis</i> dengan proyeksi <i>dorsoplantar</i> pada kaki belakang badak sumatera bernama Harapan	8
7 Radiogram <i>ossa tarsi-metatarsi</i> dengan proyeksi <i>lateromedial</i> pada kaki belakang badak sumatera bernama Harapan	9
8 Radiogram <i>ossa tarsi-metatarsi</i> dengan proyeksi <i>plantarodorsal</i> pada kaki belakang badak sumatera bernama Harapan	10

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Himpunan Perencana (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang memunculkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

# PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Badak sumatera (*Dicerorhinus sumatrensis*) adalah salah satwa yang liar yang termasuk dalam daftar merah *International Union for Conservation of Nature and Natural Resource* (IUCN) dengan kategori *critically endangered* (Van Strien *et al.* 2008). Jumlah populasi badak sumatera terus menurun disebabkan adanya perburuan liar untuk diambil cula. Cula badak diyakini berkhasiat menyembuhkan penyakit dalam pengobatan tradisional cina (Kretzschmar *et al.* 2016). Selain itu, alih fungsi hutan sebagai perkebunan dan fungsi komersial lain juga menjadi faktor yang mengancam badak sumatera sehingga penurunan viabilitasnya tidak dapat dihindarkan. Badak sumatera dapat hidup selama 35-40 tahun, umur kehamilan 15-16 bulan dan matang seksual pada umur 6-8 tahun untuk betina serta pada umur 10 tahun untuk jantan (Van Strien *et al.* 2008). Regenerasi yang cukup lama dengan degradasi alam tersebut akan mendukung ancaman eksistensi badak sumatera di alam liar.

Suaka Rhino Sumatera (SRS) adalah badan konservasi badak sumatera yang berada di kawasan Taman Nasional Way Kambas. Konservasi semi *in-situ* badak sumatera dimulai pada tahun 1998 hingga sekarang (Agil *et al.* 2002). Pada awalnya banyak kegagalan yang terjadi pada konservasi *ex-situ*. Satu per satu badak tidak dapat beradaptasi dan mati di penangkaran di luar habitatnya. Badak sumatera sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan dan kehadiran manusia memberi efek negatif bagi aktivitas badak (Arief 2005). Konservasi semi *in-situ* dengan pendekatan habitat alami mungkin dengan pengawasan serta pemeriksaan medis yang baik membuahkan hasil dengan kelahiran badak sumatera (Riyanto *et al.* 2003).

Badak sumatera memiliki kaki yang relatif pendek untuk menopang tubuhnya yang besar. Kaki depan berfungsi sebagai penopang berat tubuh dan kaki belakang sebagai tenaga pendorong pergerakan (Lestari 2009). Pada tahun 2001, badak sumatera bernama Dusun mati karena kelumpuhan kaki belakang (*paralyzes posterior*) (Riyanto *et al.* 2003). Gangguan dan penyakit kaki pada semua spesies badak telah banyak dilaporkan (Regnault *et al.* 2013). Menurut Riyanto *et al.* (2003), identifikasi kelainan yang terjadi pada badak sumatera sangat sulit dilakukan. Badak akan tetap melakukan aktivitas seperti biasa tanpa terlihat *lethargy* seperti satwa liar pada umumnya. Pemeriksaan fisik rutin sangat perlu dilakukan untuk menjaga performa badak sumatera. Indikasi kelainan kaki belakang badak sumatera tidak dapat dilakukan tanpa mengetahui radiografi normalnya, sehingga informasi mengenai teknik pengambilan dan interpretasi radiografi pada kaki belakang badak sumatera perlu dilakukan.

## Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengetahui teknik pengambilan dan interpretasi radiografi pada kaki belakang badak sumatera di Suaka Rhino Sumatera.

## Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai teknik pengambilan dan interpretasi radiografi pada kaki badak hidup, menjadi acuan radiografi normal kaki badak sumatera dan memperkaya literasi mengenai badak sumatera yang terancam punah untuk mendukung kelestariannya.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Suaka Rhino Sumatera

Suaka Rhino Sumatera (SRS) adalah konservasi semi *in-situ* badak sumatera yang terletak di Taman Nasional Way Kambas Lampung. Suaka Rhino Sumatera telah berjalan sejak tahun 1998 dengan tujuan untuk menyelamatkan badak sumatera yang masih bertahan hidup di kebun binatang untuk dapat dikembangkan sebagai upaya pelestarian spesies tersebut yang hampir punah (Agil *et al.* 2002). Konservasi semi *in-situ* ini bergerak dalam bidang pelestarian populasi badak Sumatera, yang di dalamnya terdapat kegiatan pemeliharaan (perawatan, pemeriksaan kesehatan, pemberian pakan, dan lainnya) serta upaya reproduksi badak sumatera. Selain itu, SRS mengembangkan ekowisata sebagai kontribusi finansial untuk keberlanjutan SRS secara khusus dan program konservasi secara umum (Jati 2015). Konservasi badak Sumatera di SRS dipelihara sealamiah mungkin dengan kebutuhan yang jauh lebih alami daripada di kebun binatang. Badak dibiarkan hidup sendiri di areal masing-masing (20-50 ha) yang saling berhubungan ke *center area* sebagai lokasi pada masa kawin dan pemeriksaan rutin. Campur tangan manusia sangat dibatasi tetapi tetap dalam pengawasan yang intensif dengan pengamatan sepanjang hari (Riyanto *et al.* 2003).

### Badak Sumatera (*Dicerorhinus sumatrensis*)

Badak sumatera termasuk kedalam appendiks I sejak tahun 1975 yang artinya jumlah badak terancam punah dan tidak boleh diperdagangkan kecuali untuk keperluan non-komersil (Van Strien *et al.* 2008). Pada tahun 1996, *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN) menyatakan bahwa badak sumatera masuk dalam daftar merah *critically endangered* karena penurunan lebih dari 80% selama 3 generasi (Van Strien *et al.* 2008). Saat ini kurang dari 100 individu badak yang mampu bertahan di Sumatera (IRF 2016). Badak sumatera merupakan spesies badak yang paling kecil diantara spesies badak lainnya di dunia. Menurut Van Strien *et al.* (2008), badak sumatera memiliki klasifikasi sebagai berikut:

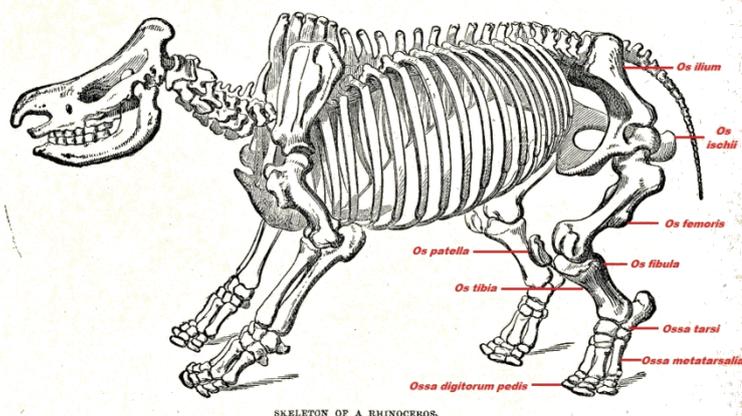
Kelas : Mammalia  
Ordo : Perissodactyla  
Famili : Rhinocerotidae  
Spesies : *Dicerorhinus sumatrensis*

Badak merupakan herbivora yang memiliki badan besar dan ditopang dengan kaki yang relatif pendek. Aktivitas utama badak yaitu berjalan, makan, berkubang, dan tidur (Siswandi 2005). Badak berjalan menyusuri wilayah jelajah yang luas untuk mencari makan dan menandai daerahnya. Penandaan dilakukan dengan menyebarkan urin, feses, dan goresan cula pada tanaman. Daerah jelajah badak betina berkisar 10-15 km<sup>2</sup> sedangkan badak jantan mencapai 50 km<sup>2</sup> (Grzimek 2003). Badak mencari makan dengan merobohkan pohon kemudian mengambil bagian ujung yang masih muda (Kurniawanto 2007; Putra 2014).

Badak sumatera berkubang pada cekungan berisi air yang sudah ada atau dengan membuat sendiri dengan menggali menggunakan kakinya. Kegiatan ini bertujuan untuk menjaga kulit badak tetap lembab (Julia Ng *et al.* 2001). Badak beristirahat dengan meluruskan satu atau kedua kakinya dan merebahkan badannya ke samping. Tempat istirahat badak sumatera ditandai dengan bekas atau jejak kulit badak di tanah. Badak bisa beristirahat dengan berdiri dan kepala terkulai ke bawah (Susanti 2012).

Kaki belakang berfungsi sebagai tenaga pendorong yang disalurkan melalui *pelvis* ke *collumna vertebralis* (Saputra 2012). Kaki belakang badak sumatera sangat berperan dalam menyokong aktivitasnya. Tulang kaki belakang terdiri atas gelang panggul (*cingulum membri pelvini*), paha (*skeleton femoris*), daerah cruris (*skeleton cruris*) dan telapak kaki (*skeleton pedis*) (Gambar 1). *Cingulum membri pelvini* terdiri dari *os ischii*, *os pubis* dan *os ilium*. *Skeleton femoris* terdiri atas *os femoris* dan *os patella*. *Skeleton cruris* terdiri atas *os tibia* dan *os fibula*. *Skeleton pedis* terdiri atas *ossa tarsi*, *ossa metatarsalia*, dan *ossa digitorum pedis* (Lestari 2009).

*Ossa tarsi* badak sumatera terdiri atas tujuh tulang yang disusun dalam tiga baris, yaitu *os talus* dan *os calcaneus* di baris pertama, *os tarsi centrale* di baris kedua, *ossa tarsale I, II, III*, dan *IV* di baris ketiga. *Os talus* memiliki bungkul seperti katrol pada bagian dorsal yang disebut *trochlea tali*. *Os calcaneus* memiliki penjurulan yang panjang berupa bungkul yang disebut *tuber calcanei*. *Ossa metatarsalia* terdiri atas *ossa metatarsale II, III*, dan *IV*. *Ossa digitorum pedis* terdiri atas *os phalanx proximalis*, *os phalanx media*, dan *os phalanx distalis* pada masing-masing jari (Lestari 2009).



Gambar 1 Anatomi Tulang Kaki Belakang Badak Sumatera (Modifikasi dari Leslie (1888))

## Radiografi Digital

Radiografi digital menggunakan teknik pencitraan yang memanfaatkan sensor digital untuk menangkap citra (Louk dan Suparta 2014). Konsep gambaran radiografi digital mengacu pada gambar yang diperoleh dari paparan sinar-x dan ditampilkan pada komputer. Hal ini dapat dicapai dengan dua cara yang berbeda, yaitu melalui sistem dengan film radiografi (metode tidak langsung) atau tanpa menggunakan film radiografi (metode langsung). Gambar dengan metode langsung diambil dengan *charge coupled device* (CCD). Gambar dengan metode tidak langsung diambil dengan radiografi konvensional kemudian direkam oleh kamera video atau *scanner* dan diubah menjadi format digital dalam komputer melalui program perangkat lunak (Susilo *et al.* 2013).

Mekanisme kerja radiografi digital sama dengan sistem radiografi konvensional. Penambahan tabung kedap cahaya (*light tight tube*) di belakang *intensifying screen* akan membentuk bayangan obyek yang bisa ditangkap oleh kamera CCD kemudian diteruskan ke unit *frame grabber* atau penangkap gambar (*video capturer*). Data digital yang diperoleh diteruskan ke komputer dengan piranti lunak pengolah citra. Kemudian, citra ditampilkan pada layar komputer, sehingga pemrosesan film dalam radiografi konvensional tidak diperlukan lagi (Susilo *et al.* 2013).

### Teknik Pengambilan Radiografi

Teknik pengambilan radiografi terdiri dari pengaturan alat radiografi, posisi hewan, dan sudut pandang pengambilan radiografi. Pengaturan peralatan radiografi meliputi penentuan *miliampere second* (mAs), *Kilovoltage peak* (kVp), jarak *Focal Film Distance* (FFD), dan penentuan sudut pengambilan gambar. Besarnya mAs, jarak FFD, dan kV adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas gambar radiografi (Sianturi *et al.* 2018). *Miliampere second* merupakan satuan arus yang mengalir pada tabung *x-ray* dalam waktu tertentu. Arus listrik akan memanaskan filamen sehingga elektron bergerak dari katoda menuju anoda menghasilkan sinar-x. Kuantitas sinar-x akan mempengaruhi densitas (derajat kehitaman) gambaran pada film yang dihasilkan. Semakin tinggi mA yang digunakan, maka akan semakin tinggi pula densitas yang dihasilkan (Sianturi *et al.* 2018). *Kilovoltage peak* (kVp) adalah energi kinetik maksimal yang dihasilkan dari perbedaan potensial antara katoda dan anoda. Semakin tinggi kVp menunjukkan bahwa semakin cepat elektron diakselerasikan dan semakin tinggi produksi elektron (Lavin 2007).

## METODE

### Waktu dan Tempat

Pengambilan radiografi kaki belakang badak sumatera dilakukan pada bulan Januari 2016 dan bulan Maret 2017 di Suaka Rhino Sumatera. Interpretasi radiografi dilakukan di Divisi Bedah dan Radiologi, Departemen Klinik, Reproduksi dan Patologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor.

## Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan satu ekor badak sumatera (*Dicerorhinus sumatrensis*) bernama Harapan yang lahir pada tahun 2007 dengan berat badan pada tahun 2016 sebesar 756 kg dan tahun 2017 sebesar 790 kg (Gambar 2). Alat yang digunakan adalah seperangkat *computerized x-ray, marker, cassette holder*, papan besar, papan kecil dan alat pelindung diri (*apron, boots dan gloves*). Seperangkat *computerized x-ray* terdiri dari laptop, kaset, film, tabung *x-ray*, dan *scanner* (IM3 CR 35 vetWin) (Gambar 3).



Gambar 2 Badak sumatera bernama Harapan



Gambar 3 Seperangkat *computerized radiography* yang terdiri dari kaset (film), laptop dan *scanner* (dari kiri ke kanan).

## Prosedur

### Persiapan badak

Persiapan badak digunakan untuk memastikan bahwa prosedur yang akan dilakukan menghasilkan citra yang baik. Persiapan badak meliputi pengukuran berat badan, pembersihan daerah orientasi dari kotoran, dan *restrain* hewan. Badak sumatera ditimbang dengan timbangan khusus untuk mengetahui berat badan. Daerah orientasi pencitraan dibersihkan dan dikeringkan dari kotoran yang menempel. Pengendalian badak sumatera dilakukan dengan memasukkannya ke dalam kandang *paddock* dipandu oleh tenaga medis yang merawatnya (*keeper*). Selain itu, badak dilatih untuk naik ke atas papan oleh *keeper*.

### Persiapan radiografi

Persiapan radiografi diharapkan dapat menunjang hasil radiografi yang baik. Persiapan radiografi meliputi pengaturan dan persiapan peralatan. Pengaturan peralatan radiografi meliputi penghitungan mAs, kVp, dan jarak FFD. Paparan yang digunakan pada tahun 2016 adalah 86 kVp, 1.2 mAs, dan FFD sejauh 70-80 cm. Paparan yang digunakan pada tahun 2017 adalah 88 kVp, 1.8 mAs dan FFD sejauh 70-80 cm. Alat pelindung diri dari radiasi berupa *apron*, *gloves* dan *boots* digunakan oleh semua orang yang ikut serta dalam pengambilan gambar radiografi yang terdiri dari *radiographer*, *restrainer*, dan tenaga medis.

### Teknik pengambilan radiografi

Proyeksi radiografi yang digunakan adalah *lateromedial*, *plantarodorsal*, dan *dorsoplantar*. Orientasi daerah kaki belakang yang diambil adalah *distal tarsal*. *Ossa tarsi* dan *ossa metatarsalia* diambil dengan proyeksi *lateromedial* dan *plantarodorsal*. *Ossa digitorum pedis* diambil dengan proyeksi *dorsoplantar*.

Pada proyeksi *lateromedial*, papan kecil diletakkan di atas papan besar dan diorientasikan di bawah kaki belakang. Badak sumatera diarahkan naik ke atas papan besar. Kaset diletakkan di antara kaki belakang, ditempelkan pada bagian medial kaki dan sejajar *ossa tarsi-metatarsalia*. Arah datang sinar-x dari lateral dan tegak lurus dengan kaset (Lavin 2007).

Pada proyeksi *plantarodorsal*, papan kecil diletakkan di atas papan besar dan diorientasikan di bawah kaki belakang. Badak sumatera diarahkan naik ke atas papan besar. Kaset diletakkan di dorsal kaki dan sejajar *ossa tarsi-metatarsalia*. Arah datang sinar-x dari plantar dan tegak lurus dengan kaset (Lavin 2007).

Pada proyeksi *dorsoplantar*, badak sumatera dinaikkan ke atas papan besar dan diposisikan *lateral recumbency*. Kaset diletakkan di distal kaki dan sejajar dengan *ossa phalanges*. Arah datang sinar-x dari dorsal dan tegak lurus dengan kaset (Lavin 2007).

### Intrepretasi radiografi

Radiogram dianalisis secara kualitatif dengan acuan struktur anatomi normal tulang kaki belakang badak sumatera. Selain itu, radiogram dianalisis secara kuantitatif dengan parameter pengukuran panjang tulang dan ketebalan jaringan. Pengukuran panjang tulang dilakukan pada *ossa phalanges*, *ossa tarsi* dan *ossa metatarsalia*. Pengukuran panjang tulang, ketebalan jaringan kulit dan otot dilakukan dengan metode yang telah dimodifikasi dari Makungu *et al.* (2015). Pengukuran panjang tulang dilakukan dengan menarik garis dari proksimal sampai distal tulang. Pengukuran ketebalan jaringan kulit dan otot dilakukan dengan menarik garis dari *cranial* hingga *caudal* jaringan kulit dan otot. Pengukuran dilakukan sebanyak 5 kali pada titik yang berbeda. Radiogram diolah menggunakan aplikasi *Adobe Photoshop CS4 Extended*, diukur menggunakan aplikasi *image J*, dan diolah menggunakan aplikasi *Microsoft Excel 2010*. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan hasilnya disajikan dalam bentuk tabel dan gambar.

## HASIL

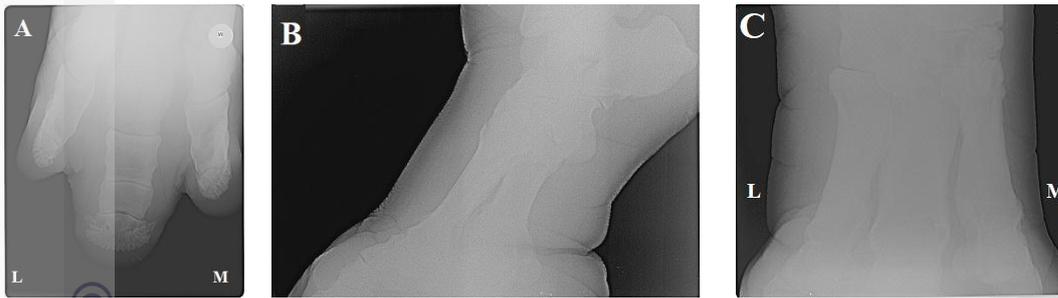
### Teknik Pengambilan Radiografi

Pengambilan radiografi pada badak sumatera dalam keadaan sadar berbeda dengan hewan yang teranestesi. Badak sumatera membutuhkan teknik khusus. Teknik khusus tersebut dengan melatih badak untuk terbiasa naik ke atas papan oleh *keeper*. Selain itu, proyeksi radiografi juga mempengaruhi kualitas citra. Gambar 4 menunjukkan proyeksi radiografi yang dilakukan pada kaki belakang badak sumatera. Pengambilan proyeksi *dorsoplantar* dilakukan dengan posisi badak *lateral recumbency*. Kaset ditempelkan pada distal *ossa digitorum pedis* membentuk sudut 90° dengan tabung sinar-x. Sinar-x ditembakkan dari dorsal menuju plantar digit (Gambar 4A). Pengambilan proyeksi *lateromedial* dilakukan dengan posisi badak berdiri. Arah kaset ditempelkan pada medial regio *ossa tarsi-metatarsi* membentuk sudut 90° dengan tabung sinar-x. Sinar-x ditembakkan lateral menuju medial regio *ossa tarsi-metatarsi* (Gambar 4B). Pengambilan proyeksi *plantarodorsal* dilakukan dengan posisi badak berdiri. Arah kaset ditempelkan dorsal regio distal tarsal membentuk sudut 90° dengan tabung sinar-x. Sinar-x ditembakkan dari plantar menuju dorsal (Gambar 4C).



Gambar 4 Teknik pengambilan radiografi kaki belakang badak sumatera bernama Harapan. (A) Proyeksi *dorsoplantar*; (B) Proyeksi *lateromedial*; (C) Proyeksi *plantarodorsal*.

Hasil radiografi menunjukkan kualitas yang baik dengan opasitas yang baik. Tulang membentuk gambaran warna putih (*radiopaque*) dan jaringan otot membentuk gambaran warna abu-abu (*radiolucent*) (Thrall 2018). Pengambilan proyeksi *dorsoplantar* menggambarkan *ossa digitorum pedis*. *Ossa digitorum pedis* badak sumatera terdiri dari tiga digit yang setiap digitnya terdiri dari 3 *ossa phalanges*. Bentuk dan marginasi *ossa phalanges* terlihat jelas dengan opasitas lebih *opaque*. Ruang antar *ossa phalanges* disebut sendi *interphalangeal* (Gambar 5A). Pengambilan proyeksi *lateromedial* menggambarkan *ossa tarsi-metatarsalia*. Marginasi antar tulang dapat terlihat jelas dengan opasitas lebih *opaque*. Ketebalan jaringan antara kulit dan otot dapat terlihat dengan opasitas yang berbeda. Jaringan kulit lebih *lucent* daripada jaringan otot. *Ossa tarsi* dapat terlihat seperti susunan tulang bertumpuk dengan marginasi lebih *lucent*. Marginasi *os metatarsale II* dan *IV* dapat terlihat dengan jelas, sedangkan *os metatarsal III* tidak dapat terlihat dengan jelas (Gambar 5B). Pengambilan proyeksi *plantarodorsal* menggambarkan *ossa tarsi-metatarsalia*. Tidak semua gambaran *ossa tarsi* dapat tertangkap oleh kaset. Pencitraan *os metatarsale III* tidak dapat terlihat dengan baik karena proximal *os metatarsale III* terhalangi oleh *os tarsale IV* (Gambar 5C).

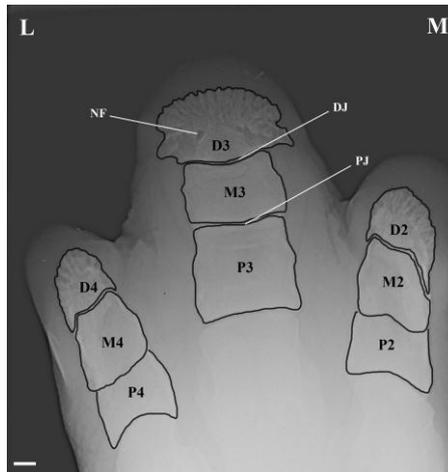


Gambar 5 Radiogram kaki belakang badak sumatera bernama Harapan. (A) Radiogram *ossa digitorum pedis* dengan proyeksi *dorsoplantar*; (B) Radiogram *ossa tarsi-metatarsalia* dengan proyeksi *lateromedial*; (C) Radiogram *ossa tarsi-metatarsalia* dengan proyeksi *plantarodorsal*.

### Interpretasi Radiografi

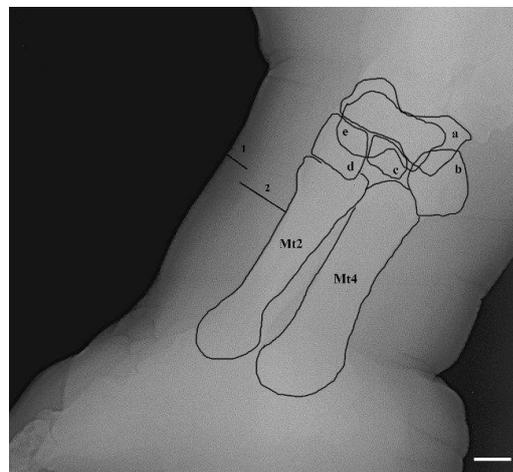
#### Radiografi Normal

Regio yang dapat terlihat pada proyeksi *dorsoplantar* adalah *regio digit*. Badak sumatera memiliki 3 digit yang setiap digitnya terdiri dari 3 *ossa phalanges* yaitu *os phalanx proximalis*, *os phalanx medialis* dan *os phalanx distalis* (Gambar 6). *Os phalanx distalis* pada badak sumatera memiliki ciri khas berupa *processus*. *Os phalanx distalis III* memiliki *processus* pada bagian bilateral tulang dan membentuk gambar setengah lingkaran seperti bentuk bulan sabit. *Processus* pada *os phalanx distalis II* dan *IV* hanya terlihat pada sisi lateral sehingga bentuknya lebih panjang dari sisi lainnya. Selain itu, terdapat 2 *nutrient foramina* pada *os phalanx distal III* yang terlihat lebih besar dari *os phalanx distal* lainnya.



Gambar 6 Radiogram *ossa phalanges* dengan proyeksi dorsoplantar pada kaki belakang badak sumatera bernama Harapan. P2, *os phalanx proximal II*; M2, *os phalanx medial II*; D2, *os phalanx distal II*; P3, *os phalanx proximal III*; M3, *os phalanx medial III*; D3, *os phalanx distal III*; P4, *os phalanx proximal IV*; M4, *os phalanx medial IV*; D4, *os phalanx distal IV*; NF, *nutrient foramina*; DJ, *Distal interphalangeal joints*; PJ, *Proximal interphalangeal joints* (bar: 1 cm).

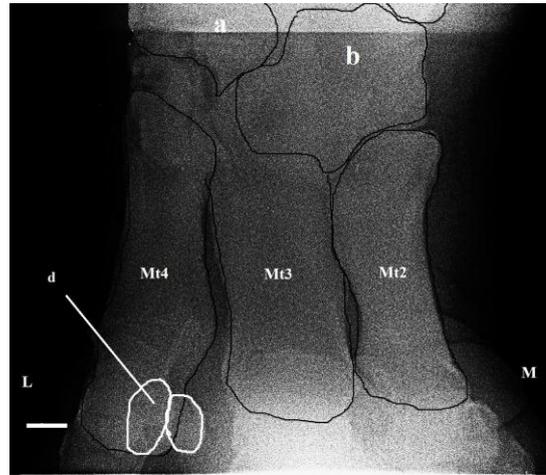
Regio yang dapat terlihat pada proyeksi *lateromedial* adalah *regio tarsi* dan *metatarsi* (Gambar 7). *Regio tarsi* yang dapat teramati hanya pada baris kedua dan ketiga yaitu *os tarsi centrale*, *os tarsale I*, *os tarsale II*, *os tarsale III*, dan *os tarsale IV*. Menurut Lestari (2009), *ossa tarsi* pada badak sumatera terdiri dari 7 buah tulang yang tersusun dalam tiga baris. Baris pertama yaitu *os talus* dan *os calcaneus*. Baris kedua yaitu *os tarsi centrale*. Baris ketiga yaitu *os tarsale I*, *os tarsale II*, *os tarsale III* dan *os tarsale IV*. Radiogram dengan proyeksi *lateromedial* menunjukkan tatanan tulang bertumpuk. Setiap tulang dari *ossa tarsi* dapat dilihat berdasarkan opasitas dan marginasinya (Gambar 7). *Regio metatarsi* yang dapat teramati adalah *os metatarsal II* dan *os metatarsal IV*. *Os metatarsal II* pada sudut pandang *lateromedial* memiliki bentuk yang hampir sama dengan *os metatarsal IV*. Opasitas pada *os metatarsal II* lebih *opaque* daripada *os metatarsal IV*. Marginasi pada *os metatarsal II* lebih jelas daripada *os metatarsal IV*. Hal tersebut karena jarak *os metatarsal II* yang lebih dekat dengan kaset sehingga citra yang terbentuk lebih tajam.



Gambar 7 Radiogram *ossa tarsi-metatarsi* dengan proyeksi *lateromedial* pada kaki belakang badak sumatera bernama Harapan. a, *os tarsi centrale*; b, *os tarsale I*; c, *os tarsale II*; d, *os tarsale III*; e, *os tarsale IV*; Mt2, *os metatarsale II*; Mt4, *os metatarsale IV*; 1, ketebalan jaringan kulit; 2, ketebalan jaringan otot (bar: 2 cm).

Regio yang dapat terlihat pada proyeksi *plantarodorsal* adalah *regio tarsi* dan *metatarsi*. *Regio tarsi* dapat terlihat marginasi dan opasitasnya dengan jelas, tetapi tidak semua tulang dapat ditangkap oleh kaset. Hanya *os tarsale IV* dan sebagian distal dari *os tarsale I*. *Regio metatarsi* yang dapat teramati dengan jelas adalah *os metatarsale II* dan *os metatarsale IV*. *Os metatarsale III* tidak dapat terlihat dengan baik karena marginasi proksimalnya tertumpuk dengan *ossa tarsi* baris ketiga (Gambar 8). *Os distal sesamoidea* dapat ditemukan pada distal *os metatarsalia* tetapi tidak memiliki kualitas citra yang baik. *Os distal sesamoidea* juga dilaporkan ditemukan pada badak India (*Rhinoceros unicornis*) (Regnault et al. 2013) dan badak putih (*Ceratotherium simum*) (Dudley et al. 2014). *Os distal sesamoidea* juga disebut *os navicular* pada kuda (Regnault et al. 2013).

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 8 Radiogram *ossa tarsi-metatarsi* dengan proyeksi *plantarodorsal* pada kaki belakang badak sumatera bernama Harapan. a, *os tarsale III*; b, *os tarsale IV*; d, *os distal sesamoidea*; Mt2, *os metatarsale II*; Mt3, *os metatarsale III*; Mt4, *os metatarsale IV* (bar: 2 cm).

### Pengukuran

Data kuantitatif merupakan data yang objektif untuk menyatakan suatu ukuran. Informasi ukuran panjang tulang dan ketebalan jaringan bisa menjadi acuan dalam teknik pengambilan radiografi. Ukuran panjang tulang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil pengukuran panjang *skeleton pedis* pada kaki belakang badak sumatera bernama Harapan

Tulang	Panjang (cm)
<i>Os phalanx proximal IV</i>	3.76 ± 0.16
<i>Os phalanx media IV</i>	1.83 ± 0.31
<i>Os phalanx distal IV</i>	1.62 ± 0.29
<i>Os phalanx proximal III</i>	4.37 ± 0.21
<i>Os phalanx media III</i>	2.69 ± 0.13
<i>Os phalanx distal III</i>	2.33 ± 0.58
<i>Os phalanx proximal II</i>	2.66 ± 0.16
<i>Os phalanx media II</i>	2.42 ± 0.06
<i>Os phalanx distal II</i>	2.00 ± 0.20
<i>Os metatarsal II</i>	13.30 ± 0.34
<i>Os metatarsal IV</i>	14.24 ± 0.18
<i>Os tarsi centrale</i>	2.60 ± 0.49
<i>Os tarsale I</i>	2.03 ± 0.52
<i>Os tarsale II</i>	1.27 ± 0.27
<i>Os tarsale III</i>	2.78 ± 0.56
<i>Os tarsale IV</i>	3.93 ± 0.60

Urutan tulang yang paling panjang sampai pendek dari *ossa tarsi* adalah *os tarsale IV*, *os tarsale III*, *os tarsi centrale*, *os tarsale I*, dan *os tarsale II*. *Ossa metatarsalia* yang dapat diukur hanya *os metatarsal II* dan *IV*. *Os metatarsale IV* lebih panjang dari *os metatarsale II*. *Ossa phalanges* yang paling panjang ke pendek adalah *os phalanx III*, *os phalanx IV*, dan *os phalanx II*. Urutan *os phalanx*

dari yang paling panjang ke pendek adalah *os phalanx proximal*, *os phalanx media* dan *os phalanx distal*. Menurut Dudley *et al.* (2014), *os phalanx digit III* merupakan tulang jari paling besar dengan *os phalanx proximal* paling panjang dan *os phalanx distal* paling pendek serta lebar.

Pengukuran ketebalan jaringan dilakukan pada *regio tarsi-metatarsi*. Ukuran ketebalan jaringan dapat dilihat pada Tabel 2. *Regio tarsi* memiliki jaringan kulit dan otot yang lebih tebal dari *regio metatarsi*.

Tabel 2 Hasil pengukuran ketebalan jaringan pada kaki belakang badak sumatera bernama Harapan

Daerah orientasi	Ketebalan jaringan (cm)	
	Kulit	Otot
<i>Ossa tarsi</i>	0.75 ± 0.15	3.40 ± 0.85
<i>Ossa metatarsalia</i>	1.03 ± 0.03	4.90 ± 0.38

## PEMBAHASAN

Kunci utama dalam pengambilan radiografi badak sumatera dengan kesadaran penuh adalah kedekatan antara badak sumatera dengan *keeper*. *Keeper* melatih badak sumatera untuk naik ke atas papan besar dan papan kecil. Pelatihan badak sumatera naik ke atas papan membutuhkan keahlian dan waktu lama. Penggunaan papan berguna untuk memanipulasi proses pengangkatan kaki pada saat pengambilan gambar, sehingga ketinggian dari tabung sinar-x dapat disesuaikan dengan mudah. Penggunaan paparan kVp yang tinggi dengan mAs yang rendah karena jaringan yang diambil tebal. Menurut Dudley *et al.* (2014), besar paparan kVp dan mAs pada kadaver kaki belakang badak putih (*Ceratotherium simum*) adalah 90 kVp dan 20 mAs. Pertimbangan penggunaan kVp yang sama dengan mAs yang jauh lebih rendah dikarenakan pengambilan pada badak hidup harus meminimalkan kontak langsung antara *radiographer* dan badak. Durasi paparan yang cepat juga dapat mengurangi terbentuknya *motion* (Lavin 2007). Pengambilan radiografi kaki belakang berorientasi pada distal tarsal. Hal tersebut karena anatomi tubuh badak yang besar dan kaki yang pendek. Anatomi tubuh tersebut membuat abdomen membentuk lengkung dengan kulit yang tebal dan menghalangi cranial *skeleton cruris*. Pengambilan orientasi kaki belakang pada *skeleton cruris* tidak mudah dilakukan dan membahayakan tim *radiographer*. Kualitas gambar radiografi yang dihasilkan dengan teknik pengambilan tersebut menunjukkan bahwa kualitas radiogram baik. Hal tersebut dikarenakan opasitas jaringan tulang dan otot terlihat dengan jelas. Kualitas gambar dalam radiografi digital ditentukan oleh tiga faktor utama yaitu kontras, kebisingan (*noise*) dan ketajaman (*detail*) (William *et al.* 2007).

Kulit dan otot badak sumatera sangat tebal. Menurut Syafyeni (2009), badak sumatera memiliki kulit yang tebal tanpa adanya lapisan lemak subkutan. Ketebalan kulit berkisar antara 0.6 – 1.06 cm dan otot antara 2.55 – 5.28 cm. Opasitas yang terbentuk dari jaringan otot yang tebal dan didominasi oleh jaringan ikat menunjukkan warna lebih *opaque* daripada jaringan kulit (Gambar 7). Pada daerah panggul, paha dan *cruris* terdapat jaringan ikat subkutan yang sangat tebal di *profundal* kulit dan menembus masuk ke dalam fascia pembungkus otot (Saputra 2012; Fanama 2014).

Sendi *interphalangeal* adalah ruang sendi antar tulang yang berisi cairan *synovial* berfungsi sebagai pelumas dan pemberi nutrisi bagi *cartilage articularis* (Lestari 2009). Sendi *interphalangeal* badak sumatera relatif lebih kecil. Hal ini berhubungan dengan tingkah laku badak sumatera. Aktivitas badak sumatera seperti menjelajah, berkubang, makan dan kawin menekankan pada ketahanan dan kekuatan struktur tubuh badak sumatera. Kaki badak sumatera yang pendek harus menopang badan yang sangat besar. Menurut Dudley *et al.* (2014), pembagian beban berat badan diasumsikan dengan 20% ditopang oleh setiap kaki belakang dan 30% ditopang oleh setiap kaki depan. Berat badan Harapan sebesar 790 kg, sehingga kaki depan Harapan harus menopang 474 kg dan kaki belakang harus menopang 316 kg berat badan.

*Nutrient foramina* adalah foramen tulang berfungsi sebagai tempat vaskularisasi dan inervasi jaringan. Jumlah *nutrient foramina* normal adalah 1 sampai 7 (Fratczak *et al.* 2017). Ukuran *nutrient foramina* tidak berhubungan dengan usia, melainkan pada frekuensi aktivitas kerja (Colles dan Hickman 1977; Johnson *et al.* 2017). Aktivitas utama badak sumatera adalah menjelajah. Daerah jelajah badak betina berkisar 10-15 km<sup>2</sup> sedangkan badak jantan mencapai 50 km<sup>2</sup> (Grzimek 2003). Pergerakan yang sangat aktif tersebut menyebabkan suplai darah ke distal tulang kaki juga meningkat. Hal ini berbanding lurus dengan ukuran *nutrient foramina* yang ditemukan pada badak sumatera yang relatif besar. Kelainan pada *nutrient foramina* dapat mengindikasikan adanya arthrosis, osteoarthritis, dan synovitis (Fratczak *et al.* 2017). Kelainan pada *foot pad* dan kuku juga dilaporkan pada beberapa spesies badak. Laminitis, pododermatitis, dan abses *coronary band* adalah kasus yang telah dilaporkan terjadi pada semua spesies badak (Regnault *et al.* 2013).

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Keberhasilan pengambilan radiografi kaki belakang badak sumatera dalam kesadaran penuh ditentukan oleh kemampuan melatih badak sumatera. Kualitas radiograf ditentukan oleh pengaturan paparan dan proyeksi radiografi. Pengaturan paparan bergantung pada ketebalan jaringan, sedangkan proyeksi radiografi disesuaikan dengan regio yang akan diambil. Proyeksi paling baik untuk *ossa phalanges* menggunakan *dorsoplantar*, *ossa metatarsalia* menggunakan *lateromedial* dan *plantarodorsal*, serta *ossa tarsi* menggunakan *lateromedial*.

### Saran

Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan protokol radiografi kaki belakang badak sumatera. Penelitian lebih lanjut mengenai variasi proyeksi badak sumatera sangat dibutuhkan dalam mengidentifikasi lesi-lesi patologi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agil M, Purwantara B, Riyanto MACT, Candra D, Sudarwati R, Sumampau T, Van Strien N. 2002. Perjalanan Mencapai Keberhasilan Perkembangbiakan Badak Sumatera Di Suaka Rhino Sumatera, Taman Nasional Way Kambas, Lampung. [diunduh 2017 Desember 24]. Tersedia pada: [www.rhinoresourcecenter.com/pdf\\_files/130/1306567293.pdf](http://www.rhinoresourcecenter.com/pdf_files/130/1306567293.pdf).
- Arief H. 2005. Analisis Habitat Badak Sumatera (*Dicerorhinus sumatrensis* Fischer 1814) Studi Kasus: Taman Nasional Way Kambas [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Colles CM, Hickman J. 1977. The Arterial Supply of the Navicular Bone and its Variations in Navicular Disease. *Equine Vet J.* 9 (3):150-154.
- Dudley JR, Wood SP, Hutchinson JR, Weller R. 2014. Radiographic Protocol and Normal Anatomy of The Hind Feet in The White Rhinoceros (*Ceratotherium simum*). *Vet Radiol Ultrasound.* 56(2): 124-132.
- Fanama FP. 2014. Anatomi Otot-Otot Kaki Belakang Badak Sumatera (*Dicerorhinus sumatrensis*): Daerah Cruris dan Digit [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Fratczak M, Wlodarek J, Frackowiak H, Komosa M. 2017. Insight into The Patomorphology of The Distal Border of The Equine Navicular Bone. *Acta Vet BRNO.* 86: 123-131.
- Grzimek. 2003. *Grzimek's Animal Life Encyclopedia, Mammals IV*. New York (US): Van Nostrand Reinhold Company.
- [IRF] International Rhino Foundation. 2016. Annual Report International Rhino Foundation. [diunduh 2018 Januari 23]. Tersedia pada: <https://rhinos.org/wp-content/uploads/2017/11/IRF-AnnualReport-November-2016.pdf>
- Jati NR. 2015. Alternatif Rencana Pengembangan Ekowisata Di Suaka Rhino Sumatera (SRS) Taman Nasional Way Kambas [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Johnson V, Beckett S, Marquez-Grant N. 2017. Differentiating Human Versus non-Human Bone by Exploring The Nutrient Foramen: Implications for Forensic Anthropology. *Int J Legal Med.* 131: 1757.
- Julia Ng SC, Zainal ZZ, Nordin A. 2001. Wallows and Wallow Utilization of The Sumatran Rhinoceros (*Dicerorhinus sumatrensis*) in A Natural Enclosure In Sungai Dusun Wildlife Reserve, Selangor, Malaysia. *J Wildl Park.* 19: 7-12.
- Kurniawanto A. 2007. Studi Perilaku Badak Sumatera (*Dicerorhinus sumatrensis* Fischer, 1814) di Suaka Rhino Sumatera Taman Nasional Way Kambas, Lampung 25 Agustus – 25 September 2006 [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Kretzschmar P, Kramerschadt S, Ambu L, Bender J, Bohm T, Ernsing M, Goritz F, Hermes R, Payne J, Schaffer N, Thayaparan ST, Zainal ZZ, Hildebrandt TB, Hofer H. 2016. The Catastrophic Decline of The Sumatran Rhino (*Dicerorhinus Sumatrensis Harrisoni*) In Sabah: Historic Exploitation, Reduced Female Reproductive Performance and Population Viability. *Glob Ecol Conserv.* 6: 257-275.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang memunculkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

- Lavin LM. 2007. *Radiography in Veterinary Technology*. Missouri (US): Elsevier.
- Lestari EP. 2009. Anatomi Skelet Tungkai Kaki Badak Sumatera (*Dicerorhinus sumatrensis*) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Leslie F. 1888. *The Kingdom of Nature An Illustrated Museum of Animal World*. Chicago (US): Thomas and Thomas.
- Louk AC, Suparta GB. 2014. Pengukuran Kualitas Sistem Pencitraan Radiografi Digital Sinar-X. *Berkala MIPA*. 24(2): 149-166.
- Makungu M, Groenewald HB, Plessis WM, Barrows M, Koeppl KN. 2015. Thoracic Limb Morphology of The Red Panda (*Ailurus fulgens*) Evidence by Osteology and Radiography. *Onderstepoort J Vet Res*. 82(1):1-10.
- Putra RH. 2014. Kajian Habitat dan Populasi Badak Sumatera (*Dicerorhinus sumatrensis* Fischer 1814) di Kapi, Kawasan Ekosistem Leuser Propinsi Aceh [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Regnault S, Hermes R, Hildebrandt T, Hutchinon J, Weller R. 2013. Osteopathology in The Feet of Rhinoceroses: Lesion Type and Distribution. *J Zoo Wildl Med*. 44(4): 928-927.
- Riyanto MACT, Candra D, Agil M, Supriatna I, Purwantara B. 2003. Suaka Rhino Sumatera, Perkembangan dan Masa Depan. [diunduh 2018 Januari 23]. Tersedia pada: [www.rhinosourcecenter.com/pdf\\_files/130/1306568936.pdf](http://www.rhinosourcecenter.com/pdf_files/130/1306568936.pdf).
- Saputra AE. 2012. Anatomi Otot Daerah Panggul dan Paha Badak Sumatera (*Dicerorhinus sumatrensis*) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sianturi HA, Rianna M, Sembiring T, Situmorang M. 2018. Pengukuran dan Analisis Dosis Radiasi Keluaran pada Pesawat Sinar-X yang Berusia Lebih dari 10 Tahun pada Rumah Sakit di Kota Medan. *J Phys Soc Aceh*. 7(1): 1-5.
- Siswandi R. 2005. Pola Aktivitas Badak Sumatera di Suaka Rhino Sumatera Taman Nasional Way Kambas [skripsi]. Bogor (ID): Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor.
- Susilo, Budi WS, Kusminarto, Suparta GB. 2013. Kajian Radiografi Digital Tulang Tangan. *Berkala Fisika*. 16(1): 15-20.
- Susanti H. 2012. Anatomi Otot Daerah Lengan dan Bahu Badak Sumatera (*Dicerorhinus sumatrensis*) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Syafyeni A. 2009. Anatomi Skelet Sumbu Tubuh Badak Sumatera (*Dicerorhinus sumatrensis*) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Thrall DE. 2018. *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology*. Oregon (USA): Elsevier Inc.
- Van Strien NJ, Manullang B, Sectionov, Isnan W, Khan MKM, Sumardja E, Ellis S, Han KH, Boedi, Payne J, Bradley ME. 2008. *Dicerorhinus sumatrensis*. [diunduh 2018 Januari 23]. Tersedia pada: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T6553A12787457.en>.
- William MB, Elizabeth AK, Strauss KJ, Breeden WK, Rzeszotarski MS, Applegate K, Wyatt M, Bjork S, Seibert JA. 2007. Digital Radiography Image Quality: Image Acquisition. *J Am Coll Radiol*. 4(6): 371-383.

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Mojokerto pada tanggal 15 Mei 1995. Penulis merupakan anak ketiga dari ayah Farkan dan umi Nur Rohimah. Penulis menyelesaikan jenjang pendidikan dasar di MI Hasyim-Asy'ari Pacet pada tahun 2008. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan menengah pertama di MTsN Mojosari. Pada tahun 2011, penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di SMAN 1 Mojosari. Pada tahun 2014, penulis diterima di Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama mengikuti perkuliahan di IPB, penulis aktif mengikuti kegiatan kemahasiswaan baik akademik maupun nonakademik. Penulis aktif mengajar mata kuliah biologi dan kimia di bimbingan belajar Mitra TPB dan Go-Asrama pada tahun 2015/2016. Penulis aktif menjadi anggota Dewan Perwakilan Mahasiswa FKH IPB periode 2015/2016, Sekretaris badan internal Majelis Perwakilan Mahasiswa KM IPB periode 2015/2016, Sekretaris II Dewan Perwakilan Mahasiswa KM IPB periode 2016/2017 dan anggota Himpunan Minat Profesi Ornithologi dan Unggas periode 2016/2017. Penulis pernah mengikuti program magang di PT Greenfields Malang selama 2 minggu pada tahun 2016 dan program magang *International Animal Rescue (IAR)* selama 2 minggu pada tahun 2017. Penulis aktif menjadi asisten praktikum Histologi Veteriner II dan Fisiologi Veteriner II pada tahun 2018.

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.