



## BAB 1



# Tinjauan Penyakit dan Kesehatan Kera

## Pendahuluan

Kesehatan kera masih belum cukup diteliti dibandingkan dengan kesehatan manusia, tetapi kesehatan kera tidak kalah kompleks (lihat Lampiran III). Berbagai spesies kera liar hidup dalam beragam sistem sosial, mulai dari orang utan yang semisoliter dan owa yang setia dengan pasangannya hingga kera besar di Afrika yang lebih berkelompok (lihat Kera: Sebuah Tinjauan Umum). Pembentukan kelompok sosial dapat memberikan sejumlah manfaat kesehatan, dari kesehatan mental dan sosial hingga kesehatan fisik, termasuk melalui koordinasi kelompok, meningkatnya perlindungan melawan pemangsa, dan bertambahnya akses memperoleh kawan berselisik untuk menghilangkan ektoparasit (Akinyi *et al.*, 2013; Janson dan Goldsmith, 1995; Samuni *et al.*, 2018; Wittig *et al.*, 2016). Hubungan

sosial juga dapat menimbulkan tantangan, terutama akibat meningkatnya risiko terpapar penyakit menular (lihat Kotak 1.1).

Studi simulasi yang membandingkan penyebaran penyakit antara jaringan sosial simpanse dan orang utan, menunjukkan bahwa simpanse pada umumnya lebih rentan tertular penyakit daripada orang utan. Bukti yang dikumpulkan dari populasi liar, ditambah dengan hasil pemodelan, secara umum mendukung gagasan bahwa orang utan soliter tidak terlalu rentan terhadap penyakit menular, misalnya virus ebola dan penyakit pernapasan, meskipun belum pernah dilakukan perbandingan sistematis terhadap keanekaragaman patogen di antara spesies kera (Carne *et al.*, 2014). Laporan anekdot tentang mortalitas terkait penularan penyakit ke orang utan di suaka dan kebun binatang, sulit untuk dibuktikan dan disebarluaskan di kalangan peneliti dan praktisi kesehatan kera. Dengan memublikasikan dan mendokumentasikan kasus, maka praktisi yang bekerja di bidang kesehatan orang utan dapat membantu mengisi kesenjangan pengetahuan mengenai hubungan antara hubungan sosial dan kesehatan kera.

Meskipun hubungan sosial dapat memengaruhi penyebaran penyakit dalam populasi kera, perilaku khusus spesies juga dapat memengaruhi paparan terhadap penyakit. Sebagai contoh, simpanse dan bonobo (*Pan paniscus*) diketahui memburu mamalia lainnya, termasuk primata, sehingga mereka dapat terpapar patogen dari mangsanya (Leendertz *et al.*, 2011; Samuni, Wegdell, dan Surbeck, 2020; lihat Kera: Sebuah Tinjauan Umum). Demikian pula lingkungan dan tingkat habituasi kera dapat memengaruhi paparan mereka terhadap patogen dari manusia (Grützmacher *et al.*, 2016; Köndgen *et al.*, 2008).

Penyakit yang dapat disebarkan dari satwa ke manusia dan sebaliknya disebut sebagai 'zoonosis' (Hubálek, 2003). Pada beberapa dekade terakhir, terjadi peningkatan timbulnya zoonosis yang sebagian besar berasal dari satwa liar (Jones *et al.*, 2008). Penularan penyakit antarspesies disebut sebagai 'kejadian *spillover*' (Ellwanger dan

Chies, 2021; lihat Gambar 1.1 dan Lampiran III). Sebagai kerabat terdekat manusia, kera memiliki banyak kesamaan fitur genetik, anatomis, dan fisiologis; dengan demikian, manusia dan kera mudah terjangkiti penyakit yang serupa (Calvignac-Spencer *et al.*, 2021). Oleh karena itu, dari perspektif kesehatan publik, kera dianggap sebagai sumber atau indikator penyakit manusia (Calvignac-Spencer *et al.*, 2012). Patogen utama manusia yang berasal dari kera meliputi *Plasmodium falciparum* penyebab malaria dari gorila dan pandemi HIV-1 grup M dari simpanse (Liu *et al.*, 2010; Sharp dan Hahn, 2011). Sementara itu, simpanse dan gorila dapat menderita penyakit yang juga menjangkiti manusia, misalnya frambusia dan kusta (Hockings *et al.*, 2021; Mubemba *et al.*, 2020). Keduanya juga berperan sebagai inang penguat untuk virus ebola yang telah menyebabkan wabah bagi manusia (Leroy *et al.*, 2004).

Tinjauan menyeluruh berbagai organisme yang berkaitan dengan kera akan sangat luas dan melampaui cakupan bab ini. Sebaliknya, bab ini berfokus pada persoalan terkait kesehatan dengan data yang tersedia dan dampak yang diketahui atau mungkin timbul dalam konservasi atau kesejahteraan kera liar dan kera dalam kurungan. Walaupun semua kera memiliki kesamaan persoalan kesehatan tertentu, sebagian besar persoalan kera setengah liar dan kera dalam kurungan saling beririsan; bab ini membahasnya bersamaan untuk menggarisbawahi tantangan serupa dan opsi pengelolaan dan pengobatannya. Bagian lainnya yang terpisah membahas kesehatan kera liar.

Pemangku kepentingan di bidang kesehatan publik dan konservasi biasanya meninjau aspek kesehatan di tingkat populasi. Sebaliknya, para dokter hewan yang hanya bekerja terutama di kebun binatang dan suaka berfokus pada individu dan kelompok kera yang mereka rawat, dengan tujuan memaksimalkan kesejahteraan satwa. Bab ini membahas aspek berbagai perspektif ini untuk kera dalam kurungan dan kera liar, berdasarkan data yang tersedia.

Lampiran III menampilkan bukti terkonfirmasi penularan patogen manusia ke

**GAMBAR 1.1**Contoh *Spillover* Patogen antara Satwa Liar dan Manusia

**Catatan:** Mata panah menunjukkan arah *spillover*. Patogen berpotensi mematikan ditulis dalam huruf berwarna merah. Suspek pathogen yang hanya terkonfirmasi pada satwa dalam kurungan ditulis dengan huruf miring. Perincian dan referensi tersedia di teks utama.

**GAMBAR 1.2**

Karakteristik Berbagai Lingkungan dan Pengaruhnya untuk Penularan Penyakit



Catatan: Perincian dan referensi tersedia di teks utama.

kera liar, dengan mengesampingkan informasi anekdotal. Kurang lengkapnya tabel ini menekankan kebutuhan mendesak bagi siapa pun yang bekerja dengan kera di lingkungan *in situ* dan *ex situ* untuk mengisi sejumlah kekosongan data mengenai penyakit kera. Kotak 1.2 membahas langkah, protokol, dan prosedur untuk mencegah penyakit menular, sebagaimana halnya Bab 4. Kotak 1.3 menyajikan gambaran umum tentang metode yang digunakan untuk pengumpulan sampel dari kera liar dan kera dalam kurungan, yang dapat digunakan untuk mempelajari berbagai aspek dari kesehatan mereka. Informasi lebih lanjut dapat ditemukan dalam literatur yang relevan dan melalui konsultasi dengan pakar, yang dapat memandu merancang strategi pencegahan, protokol pemantauan kesehatan, dan sistem terkait.

Temuan utama dalam bab ini antara lain sebagai berikut.

- Kera dan manusia mudah tertular penyakit yang serupa, sehingga penularan antarspesies (*spillover*) dapat terjadi (lihat Gambar 1.1).
- Risiko kesehatan, tantangan, dan opsi pengelolaan dapat bervariasi antara kera liar dan kera dalam kurungan (lihat Gambar 1.2).
- Penularan patogen penyakit pernapasan dari manusia ke kera (baik liar maupun dalam kurungan) umum terjadi dan dapat menyebabkan morbiditas dan mortalitas yang tinggi.
- Penyakit menular adalah ancaman utama bagi konservasi kera liar, terutama spesies yang hidup berkelompok.
- Penyakit tidak menular memainkan peran penting dalam kesehatan kera dalam kurungan.
- Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengisi kesenjangan pengetahuan, termasuk penelitian terkait penyakit tertentu (contohnya fibrosis miokardium) dan terkait hubungan antara hubungan sosial dan kesehatan.

## Kera Liar

### Penyakit Menular yang Dampaknya terhadap Kesehatan Belum Cukup Diteliti

Bagian ini membahas beberapa patogen yang terbukti berdampak terhadap kesehatan atau menyebabkan kematian kera liar. Namun, sangat langkanya data dan pengamatan yang relevan menyulitkan penentuan secara pasti sejauh mana patogen ini memengaruhi kelangsungan hidup populasi kera dan frekuensi patogen ini menyebabkan kematian. Diperlukan lebih banyak informasi tentang prevalensi patogen ini di seluruh populasi kera guna membentuk pemahaman lebih baik mengenai dampaknya terhadap konservasi kera.

### Cacar monyet

Cacar monyet adalah penyakit virus yang menyebabkan gejala mirip cacar pada manusia (Bunge *et al.*, 2022). Agen penyebab zoonosis ini pertama kali ditemukan di laboratorium primata di Denmark dan dengan demikian dinamakan virus cacar monyet (*monkeypox virus/MPXV*) (von Magnus *et al.*, 1959). Seperti halnya kera besar dan manusia, monyet adalah inang insidental untuk virus ini, yang diperkirakan reservoirnya adalah satwa pengerat (Di Giulio dan Eckburg, 2004). MPXV bersifat endemik di wilayah berhutan tropis di Afrika Barat dan Tengah, tetapi lonjakan kasus cacar monyet di seluruh dunia baru-baru ini menjadi perhatian serius (Zumla *et al.*, 2022).

Saat ini, MPXV menjadi genus *Orthopoxvirus* (famili Poxviridae) paling signifikan dengan tidak adanya cacar yang telah diberantas pada tahun 1980 (Di Giulio dan Eckburg, 2004; Shchelkunov *et al.*, 2001). Peningkatan tajam baru-baru ini dalam kasus cacar monyet pada manusia telah dikaitkan dengan beberapa faktor yang terjadi bersamaan: perambahan habitat satwa liar oleh manusia, surveilans

penyakit yang lebih baik, dan berkurangnya imunitas global terhadap cacar, yang sebelumnya memiliki efek perlindungan silang untuk menghindari infeksi MPXV.

Secara klinis, cacar monyet dan cacar sulit dibedakan, meskipun cacar monyet memiliki mortalitas (10%) dan laju penularan dari manusia ke manusia yang lebih rendah. Pada manusia, penyakit ini dimulai dengan demam, malaise, dan gejala penyakit pernapasan, diikuti dengan munculnya ruam makulopapular; dalam kasus tertentu, mata bisa terdampak dan gangguan pernapasan yang parah dapat terjadi (Di Giulio dan Eckburg, 2004; Sklenovská dan Van Ranst, 2018). Lonjakan global kasus MPXV tampaknya dipicu terutama oleh kontak seksual, tetapi pada masa lalu MPXV diperkirakan menular terutama melalui kontak langsung dan droplet pernapasan (Zumlay *et al.*, 2022). Walaupun vaksin cacar memberikan perlindungan parsial untuk menghindari infeksi MPXV, saat ini belum ada pengobatan berlisensi yang tersedia (Brown dan Leggat, 2016).

Pada primata liar, MPXV pertama kali dideteksi tahun 2012 pada satu individu mangabey hitam (*Cercocebus atys*) yang ditemukan mati di Taman Nasional Taï, Pantai Gading (Radonić *et al.*, 2014). Antara tahun 2017 dan 2018, tiga wabah terjadi pada simpanse liar yang menempati ekosistem yang sama. Simpanse yang terdampak dihabitasi dan diikuti setiap hari oleh staf Taï Chimpanzee Project, sehingga pengamatan secara dekat dan pengumpulan sampel dapat dilakukan (Patrono *et al.*, 2020). Total 14 simpanse dari tiga komunitas yang berdekatan, menunjukkan tanda-tanda klinis. Empat bayi mengalami penyakit parah dan menunjukkan ruam makulopapular yang khas, dengan satu kasus kematian. Sepuluh simpanse lainnya menunjukkan tanda penyakit pernapasan yang parah, dengan tidak ada atau sedikitnya lesi kulit yang terlihat. Selain itu, 11 simpanse menyebarkan virus ini tanpa menunjukkan tanda klinis apa pun (Patrono *et al.*, 2020). Temuan ini menunjukkan bahwa infeksi MPXV dapat menimbulkan ber-

bagai manifestasi klinis dan mungkin perlu dipertimbangkan dalam diagnosis banding infeksi pernapasan pada kera besar di Afrika.

## Kudis sarkoptik

Kudis sarkoptik (disebut juga sebagai skabies) adalah penyakit kulit sangat menular yang disebabkan oleh tungau *Sarcoptes scabiei*. Tungau *Sarcoptes* menunjukkan tingkat spesifisitas inang tertentu, tetapi dapat menginfeksi spesies lainnya jika kondisinya memungkinkan. Parasit manusia ini tersebar luas di wilayah tropis Afrika dan dapat bertahan hidup beberapa hari di lingkungan ini, sehingga dapat menular secara tidak langsung, misalnya melalui pakaian (Arlan, Vyszanski-Moher, dan Pole, 1989; Browne *et al.*, 2021; Graczyk *et al.*, 2001). *S. scabiei* menggali terowongan ke lapisan kulit luar inangnya, yang menyebabkan gatal yang intens dan menimbulkan papula merah yang dapat mengakibatkan perubahan kulit yang parah, termasuk keropeng, rambut rontok, penebalan dan peradangan kulit, serta infeksi sekunder. Jika tidak diobati, skabies dapat mematikan dan menimbulkan dampak buruk terhadap populasi satwa liar genting (Pence dan Ueckermann, 2002). Persoalan kesehatan yang terjadi diakibatkan oleh respons sistem imun yang parah yang dipicu oleh *S. scabiei*, dan perkembangan penyakit bergantung pada status kesehatan inang tersebut (Bhat *et al.*, 2017).

Walaupun diagnosis skabies yang jelas memerlukan pengambilan sampel secara invasif (dengan mengikis kulit), yang sulit dilakukan untuk kera liar, penyakit ini sering kali dapat dikenali berdasarkan tanda klinis (Engelman *et al.*, 2020). Pengobatannya relatif sederhana, biasanya menggunakan satu dosis Ivermectin yang diberikan melalui penembakan alat suntik (*dart*), ditambah dengan antibiotik jika terjadi infeksi bakteri sekunder (Rowe, Whiteley, dan Carver, 2019). Mengingat sifat sosial kera dan transmisibilitas *S. scabiei*, maka disarankan untuk mengobati semua individu yang tinggal bersama (Graczyk *et al.*, 2001).



**Foto:** Frambusia diketahui menyebabkan dermatitis nekrosis di wajah, ekstremitas, dan bagian anogenital pada berbagai primata di seluruh wilayah Sub-Sahara Afrika. © PPI/CCC

Wabah *S. scabiei* pada kera pertama kali ditemukan pada tahun 1996 dan menjangkiti empat individu gorila gunung (*Gorilla beringei beringei*) yang telah terhabituasi di Taman Nasional Bwindi Impenetrable, Uganda. Tiga individu berhasil diobati melalui penembakan *dart* berisi Ivermectin, tetapi satu bayi yang paling terdampak tidak dapat bertahan dari penyakit ini dan mati (Kalema-Zikusoka, Kock, dan Macfie, 2002). Pada saat wabah kedua, lima remaja dari dua kelompok terjangkit dan berhasil diobati dengan penembakan *dart* (Graczyk *et al.*, 2001). Satu-satunya wabah skabies yang ditemukan pada simpanse liar terjadi pada tahun 1997 di Taman Nasional Gombe, Tanzania, dan mengakibatkan kematian tiga bayi menyusui (Dunay *et al.*, 2018; Wallis dan Lee, 1999). Mengingat tingginya prevalensi pada populasi manusia di sekitarnya, mudahnya penularan patogen ini, dan besarnya sifat penularan kera, maka penularan dari manusia ke kera merupakan sumber infeksi yang mungkin terjadi (Kalema-Zikusoka, Kock, dan Macfie, 2002).

## Frambusia

*Treponema pallidum*, bakteri yang menyebabkan sifilis venereal (*Treponema p. pallidum*), bejel (*Treponema p. endemicum*), dan fram-

busia (*Treponema p. pertenue*/TPE) pada manusia, menyebabkan penyakit semacam frambusia pada primata (Čejková *et al.*, 2012; Centurión-Lara *et al.*, 2006; Marks, Solomon, dan Mabey, 2014). Sejak penyakit ini pertama kali ditemukan pada babun guinea (*Papio papio*) pada tahun 1960-an, subspecies bakteri ini (yaitu TPE) diketahui menyebabkan dermatitis nekrosis di wajah, ekstremitas, dan bagian anogenital pada berbagai primata di seluruh wilayah Sub-Sahara Afrika (Chuma *et al.*, 2019; Fribourg-Blanc dan Mollaret, 1969; Fribourg-Blanc, Mollaret, dan Niel, 1966; Knauf *et al.*, 2018).

Infeksi TPE pada gorila dan simpanse liar diduga telah lama ada berdasarkan tanda klinis; infeksi ini tidak dapat dikonfirmasi hingga baru-baru ini karena pertimbangan etis terkait pengambilan sampel secara invasif (Harper dan Knauf, 2013). Bukti pertama infeksi TPE pada kera besar didasarkan pada adanya DNA TPE dalam tulang simpanse dari Pantai Gading dan feses gorila dari Republik Demokratik Kongo (Chuma *et al.*, 2019; Gogarten *et al.*, 2016). Karena sampel ini berasal dari individu yang tidak diketahui, maka belum ada hubungan langsung antara hasil diagnosis dan tanda klinis. Hubungan ini pada akhirnya diketahui pada tahun 2020, saat simpanse liar dengan lesi wajah seperti frambusia dari wilayah

Foto: Simpanse jantan dewasa dengan lesi kusta.  
© Jenny Jaffe – Proyek Simpanse Tai

Sangaredi di Guinea terluka parah oleh pemburu dan harus dibius oleh seorang dokter hewan yang mampu melakukan nekropsi (F. Leendertz, pengamatan pribadi, 2021). Diagnosis berdasarkan sampel ini memberikan bukti konklusif bahwa infeksi TPE telah menyebabkan penyakit semacam frambusia pada simpanse (Mubemba *et al.*, 2020).

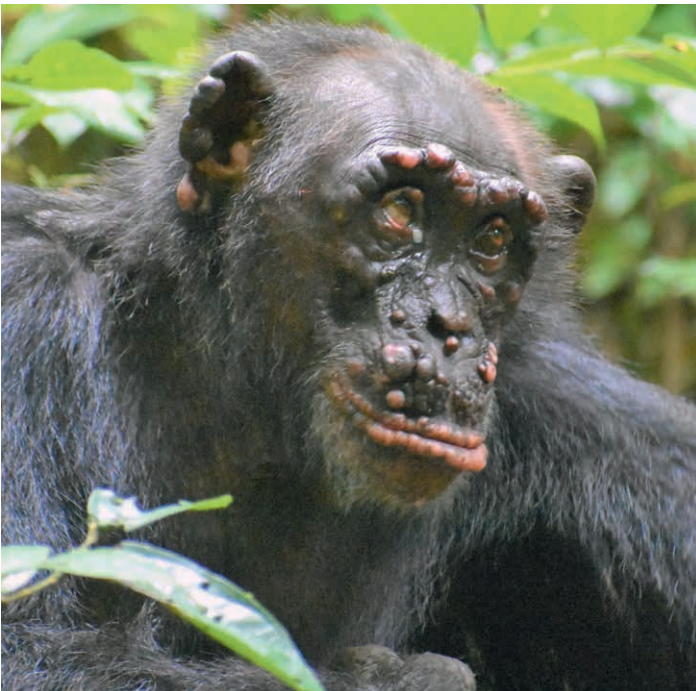
Keberhasilan pengobatan frambusia pada mangabey hitam dengan antibiotik telah dilaporkan, tetapi perlu diberikan melalui penembakan *dart* (F. Leendertz, pengamatan pribadi, 2021). Masih terdapat sejumlah pertanyaan terkait penularan TPE terhadap kera besar dan populasi primata lainnya, tetapi kontak langsung dengan reservoir satwa atau sumber lingkungan yang tidak diketahui kemungkinan besar terjadi (Baylet *et al.*, 1971; Chuma *et al.*, 2018). TPE juga dapat menyebar dalam kelompok melalui kontak langsung, penularan seksual, atau mungkin lalat (Gogarten *et al.*, 2019a; Kumm dan Turner, 1936; Satchell dan Harrison, 1953). Karena tidak ada perbedaan yang jelas antara strain TPE yang menginfeksi primata dan manusia,

maka penularan zoonosis dapat terjadi dan menghambat kampanye yang tengah dilakukan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) untuk memberantas penyakit frambusia pada manusia (Knauf, Liu, dan Harper, 2013).

## Kusta

Kusta adalah salah satu penyakit tertua yang dikenal umat manusia, dan kebanyakan orang sudah familier dengan gambaran mengerikannya yang menyebabkan kerusakan wajah dan kelumpuhan anggota badan (Schuenemann *et al.*, 2018). Dua gejala ini adalah konsekuensi akhir akibat kerusakan saraf yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium leprae* dan kadang oleh *M. lepromatosis* yang baru saja ditemukan (Han *et al.*, 2008, 2009). Kusta telah lama dianggap sebagai penyakit yang hanya menyerang manusia, tetapi pandangan ini harus diubah setelah keberadaannya terdeteksi pada armadilo sembilan ruas (*Dasypus novemcinctus*), bajing merah (*Tamiasciurus hudsonicus*), dan primata dalam kurungan, termasuk simpanse (Avanzi *et al.*, 2016; Gormus *et al.*, 1991; Meyers *et al.*, 1985; Suzuki *et al.*, 2011; Truman, 2005; Walker, Withington, dan Lockwood, 2014). Walaupun infeksi pada armadilo dan bajing diperkirakan akibat penularan dari manusia ke satwa, masih belum jelas apakah primata dalam kurungan tersebut terinfeksi oleh manusia atau sumber lainnya.

Temuan terbaru terkait kusta pada simpanse liar menunjukkan adanya sumber nonmanusia yaitu *M. leprae* (Hockings *et al.*, 2021). Simpanse barat (*Pan troglodytes verus*) dari dua populasi liar di Taman Nasional Cantanhez di Guinea-Bissau dan Taman Nasional Tai di Pantai Gading menunjukkan lesi seperti kusta, termasuk nodul pada wajah, kerontokan rambut, depigmentasi kulit, pertumbuhan kuku secara tidak normal, dan deformasi tangan. Tanda-tanda klinis ini menunjukkan perkembangan dari waktu ke waktu yang setara dengan kusta stadium lanjut pada manusia. *M. leprae* yang ditemukan dalam sampel feses dan nekropsis simpanse



di dua lokasi tersebut memiliki strain yang berbeda satu sama lain, tetapi keduanya jarang ditemukan dan belum diamati keberadaannya pada manusia dari kedua negara tersebut. Pada manusia, kusta ditularkan melalui kontak langsung dan berkepanjangan, yang sangat tidak mungkin terjadi antara simpanse dan manusia di kedua lokasi tersebut (Hockings *et al.*, 2021). Oleh karena itu, simpanse liar mungkin terinfeksi *M. leprae* oleh satwa atau sumber yang tidak teridentifikasi di lingkungan sekitar.

Masih belum diketahui apakah penularan dari simpanse ke simpanse terjadi, apakah patogen ini ada di habitat kera besar lainnya, dan apa dampak yang mungkin ditimbulkan dari penyakit ini terhadap populasi kera besar. Walaupun pengobatan dengan antibiotik dapat dilakukan terhadap manusia dan mungkin terhadap primata dalam lingkungan kurungan, antibiotik tidak layak diberikan ke kera liar karena harus diberikan secara berulang selama beberapa bulan (CDC, 2017).

## Penyakit Menular dengan Dampak yang Terukur terhadap Kesehatan

Penelitian secara konklusif menunjukkan bahwa patogen tertentu memiliki dampak yang terukur terhadap kesehatan dan kelangsungan hidup kera liar, serta kemungkinan populasi yang terdampak dapat bertahan secara persisten. Bagian ini membahas dampak empat penyakit menular terhadap populasi kera liar, membahas beberapa studi utama, dan opsi potensial untuk pencegahan dan pengobatan. Bagian ini pada akhirnya berfokus pada penyakit pernapasan yang menimbulkan dampak merugikan terhadap kera liar. Semua kasus terdokumentasi meliputi virus yang bersifat endemik bagi manusia.

### Antraks

Antraks klasik yang disebabkan oleh *Bacillus anthracis* adalah penyakit bakteri parah pada

mamalia berkuku herbivora, baik domestik maupun liar, yang secara sporadis menulari manusia. Bergantung pada jalur masuknya, bakteri ini menyebabkan bentuk antraks yang lebih ringan pada kulit (dengan tingkat kematian 20% jika tidak segera ditangani) atau bentuk antraks yang sering kali fatal melalui inhalasi atau sistem gastrointestinal (CDC, 2020b). Sebaliknya, antraks *sylvatic* disebabkan oleh bakteri *Bacillus cereus* biovar *anthracis*, di sini disingkat menjadi Bcbva (Klee *et al.*, 2010). Bcbva pertama kali ditemukan di Taman Nasional Taï di Pantai Gading, yang menyebabkan kematian simpanse di beberapa kelompok pada tahun 2001 dan 2002 (Leendertz *et al.*, 2004). Sejumlah simpanse yang terlihat sehat beberapa jam sebelumnya ditemukan mati, dan pemeriksaan *postmortem* menunjukkan adanya perdarahan di dalam tubuh. Salah satu simpanse dilaporkan tiba-tiba mengalami tanda-tanda tidak spesifik, termasuk lemas dan muntah kemudian mati setelah dua jam (Leendertz *et al.*, 2004).

Sejak saat itu, Bcbva juga terdeteksi di beberapa bangkai simpanse dan satu bangkai gorila di Kamerun dan Republik Afrika Tengah (Antonation *et al.*, 2016; Leendertz *et al.*, 2006a). Walaupun wilayah geografis dan spesies yang menjadi inang Bcbva tidak diketahui secara pasti, patogen ini juga diisolasi dari lalat bangkai di Liberia dan kambing di Republik Demokratik Kongo (RDK); selain itu, Bcbva diketahui menginfeksi berbagai spesies lain, termasuk beragam jenis monyet, antelop duiker, garangan, landak, dan gajah hutan (*Loxodonta cyclotis*) (Antonation *et al.*, 2016; Hoffmann *et al.*, 2017). Walaupun belum ada laporan mengenai infeksi Bcbva pada bonobo, kambing yang terinfeksi di RDK menegaskan bahwa patogen ini bisa berada dalam wilayah jelajah bonobo (Antonation *et al.*, 2016). Bcbva mungkin ada di semua hutan hujan di Afrika Barat dan Afrika Tengah, tetapi tidak ada tempat selain Taman Nasional Taï yang mengalami dampak menghancurkan akibat bakteri ini (Romero-Alvarez *et al.*, 2020).



Di daerah hiperendemi Taman Nasional Taï, Bcbva terbukti menjadi pembunuh mamalia nomor satu akibat infeksi. Bcbva terdeteksi dalam 40% (81/204) dari semua bangkai satwa liar yang ditemukan antara tahun 1996 dan 2015 (Hoffmann *et al.*, 2017). Sejak dimulainya program pemantauan penyakit satwa pada tahun 2001, 38 bangkai simpanse yang terinfeksi antraks telah terdeteksi di area penelitian Proyek Simpanse Taï, yang meliputi wilayah jelajah empat kelompok simpanse (Hoffmann *et al.*, 2017; A. Düx, pengamatan pribadi, 2022). Mengingat banyaknya simpanse yang hilang dari kelompok terhabituasi dan bangkainya tidak pernah ditemukan, maka jumlah sebenarnya korban antraks dalam populasi simpanse di Taman Nasional Taï mungkin lebih tinggi. Pemodelan kelangsungan hidup jangka panjang simpanse di Taman Nasional Taï menunjukkan bahwa, tanpa intervensi, Bcbva kemungkinan besar akan menyebabkan kepunahan simpanse tersebut (Hoffmann *et al.*, 2017).

Masih belum jelas bagaimana kera terinfeksi Bcbva. Antraks klasik umumnya dianggap sumber penularan tunggal yang timbul di wilayah endemik (Turner *et al.*, 2014). Bakteri

ini biasanya tidak menyebar dari satwa ke satwa, tetapi membentuk spora infeksius yang bertahan hidup di lingkungan dalam jangka waktu yang lama (Beyer dan Turnbull, 2009). Banyak yang belum diketahui tentang Bcbva, tetapi tanah yang terkontaminasi spora pada buah atau tumbuhan dianggap sumber infeksi yang potensial (Zimmermann *et al.*, 2017; F. Leendertz, pengamatan pribadi, 2021). Lalat bangkai dapat berkontribusi terhadap penyebarannya dengan memakan bangkai dan kemudian memuntahkan materi yang mengandung Bcbva ke vegetasi di sekitarnya. Walaupun bakteri hidup dapat dibiakkan dari lalat, masih belum jelas apakah bakteri ini mengandung materi infeksius yang memadai untuk menyebabkan penyakit (Gogarten *et al.*, 2019a; Hoffmann *et al.*, 2017). Berbagai kasus antraks yang telah diamati mendukung hipotesis bahwa simpanse terinfeksi saat memakan sumber terkontaminasi yang sama (Hoffmann *et al.*, 2017; Leendertz *et al.*, 2004; F. Leendertz, pengamatan pribadi, 2021). Simpanse omnivora yang memburu satwa terinfeksi, juga dapat meningkatkan penularan (Leendertz *et al.*, 2004). Risiko penularan dalam kelompok umumnya rendah, tetapi bisa meningkat ketika kera besar menyentuh, menyelisik, atau menggigit bangkai sesamanya (Beyer dan Turnbull, 2009; Gonçalves dan Carvalho, 2019).

Pada manusia, antraks bisa berhasil diobati dengan antibiotik, tetapi cepatnya perkembangan penyakit pada simpanse mengakibatkan sulitnya pengobatan secara tepat waktu setelah teramatinya tanda-tanda antraks (CDC, 2020a). Tindakan pencegahan untuk individu yang berhubungan dekat dengan satwa yang sakit dan mati mungkin dapat dilakukan dalam beberapa kasus dan vaksinasi terhadap satwa di wilayah hiperendemi bisa dilakukan sebagai opsi di masa mendatang.

## Ebola

Wabah Penyakit Virus Ebola (*Ebola Virus Disease/EVD*) pada manusia, yang terjadi secara sporadis di Afrika Barat dan Afrika

Foto: Pada umumnya, pengambilan sampel bersifat invasif (yang membutuhkan kontak fisik dengan satwa) atau noninvasif (yang dapat dilakukan dengan pengumpulan sampel seperti feses, urine, rambut, atau saliva). Sampel feses gorila. © Jo-Anne McArthur / #unboundproject / We Animals Media

Tengah, menjadi lebih besar dan lebih sering muncul dalam satu dekade terakhir (CDC, 2022). Penyakit ini seringkali mematikan, dan gejalanya bisa meliputi demam, muntah, diare, pendarahan internal, dan kegagalan fungsi multiorgan (Jacob *et al.*, 2020). Kera juga rentan terhadap virus ebola, tetapi terdapat sedikit sekali pengamatan yang telah dilakukan terhadap kera liar yang terinfeksi ebola; tanda yang tercatat mencakup letargi, perilaku abnormal, dan nyeri abdominal, sedangkan pemeriksaan *postmortem* menunjukkan perdarahan dalam (Formenty *et al.*, 1999; Georges *et al.*, 1999). Virus ebola berbeda dengan antraks, ebola mengancam kera di berbagai lokasi rawan endemik dan menyebabkan kasus terpisah atau kluster kematian yang terinfeksi dari lokasi sumber yang sama (Hoffmann *et al.*, 2017; Leendertz *et al.*, 2004). Sebaliknya, virus ebola berada dalam reservoir satwa yang tidak diketahui (mungkin kelelawar) di semua negara wilayah jelajah di Afrika dan dapat menyebabkan wabah luas pada kera besar.<sup>1</sup>

Karena sifat reservoir ebola yang masih samar-samar, maka bagaimana terjadinya penularan terhadap kera besar hanya dapat dispekulasikan. Jika kelelawar memang merupakan reservoir ebola, mereka dapat mengontaminasi buah dan daun dengan saliva dan ekskresinya saat hinggap atau memakan pohon yang sering dikunjungi kera besar (Formenty *et al.*, 1999; Leendertz *et al.*, 2016). Karena monyet jenis tertentu yang memburu dan memakan kelelawar juga merupakan mangsa bagi simpanse, maka konsumsi terhadap monyet tersebut dapat menjadi jalur penularan ebola (Tapanes, Detwiler, dan Cords, 2016). Laporan anekdot mengenai kera besar yang menangkap dan bermain dengan kelelawar menunjukkan bahwa kontak langsung dengan kelelawar yang terinfeksi juga dapat mengakibatkan terjadinya penularan (M.H. Surbeck, komunikasi pribadi, 2019).

Terlepas dari jalur awal penularannya, begitu kera besar tertular EVD, penyakit

ini dapat menyebar di dalam kelompok dan mungkin antarkelompok (dan bahkan mungkin antarspesies), sehingga menyebabkan epidemi luas (Bermejo *et al.*, 2006; Caillaud *et al.*, 2006). Secara teoretis, struktur sosial yang berbeda dalam populasi kera besar dapat memengaruhi kemampuan mereka untuk menahan wabah yang luas. Namun demikian, dampak suatu wabah terhadap struktur sosial yang berbeda dapat bervariasi pada berbagai spesies kera besar (lihat Kotak 1.1).

Pada tahun 1994, *virus ebola hutan tai* menyebabkan wabah EVD pada simpanse di Taman Nasional Tai, yang telah membunuh 25% kelompok sosial yang terdampak (Formenty *et al.*, 1999). Di Afrika Tengah, *virus ebola zaire* menyebabkan kematian massal mendadak (*die-off*) pada simpanse dan gorila (Bermejo *et al.*, 2006; Leroy *et al.*, 2004; Walsh *et al.*, 2003). Antara tahun 1994 dan 2003, wilayah perbatasan antara Gabon dan Republik Kongo mengalami beberapa kejadian wabah EVD yang menyerang manusia, dengan sebagian besar kejadian terkait kontak dengan satwa liar yang sakit atau mati, terutama simpanse dan gorila (Georges *et al.*, 1999; Georges-Courbot *et al.*, 1997; Leroy *et al.*, 2004). Selama periode ini, sekitar 200 bangkai kera besar ditemukan di wilayah ini serta populasi simpanse dan gorila tersebut menyusut drastis (Lahm *et al.*, 2007; Leroy *et al.*, 2004; Rouquet *et al.*, 2005). Hanya dalam waktu empat bulan dari tahun 2002 hingga 2003, sebagai contoh, terdapat 32 bangkai kera besar yang ditemukan di Suaka Gorila Lossi di Republik Kongo. Sampel dari 12 bangkai dianalisis dan sembilan di antaranya positif terjangkiti *virus ebola zaire*. Pada saat yang sama, 130 dari 143 gorila terhabituasi di Suaka Lossi telah menghilang (Bermejo *et al.*, 2006).

Total dampak EVD terhadap kera besar hanya dapat diperkirakan, karena kepadatan populasi di beberapa wilayah terpencil tidak diketahui dan surveilans dokter hewan hanya ada di beberapa daerah. Walaupun

**Foto:** Pengamatan sebelum, selama, dan setelah wabah Ebola pada tahun 2014 yang dilakukan di lokasi Lokoué di Taman Nasional Odzala-Kokoua menunjukkan bahwa individu yang hidup dalam kelompok mengalami tingkat kematian yang lebih tinggi (97%) daripada individu soliter (77%), hal ini menekankan nyatanya konsekuensi akibat hidup berkelompok. Gorila barat dataran rendah. © Annette Lanjouw

tidak ada data tentang EVD pada bonobo, kemungkinan besar mereka berisiko tertular karena mereka hidup di wilayah RDK yang pernah mengalami wabah EVD. Bonobo mungkin rentan tertular, mengingat semua Homininae lainnya dan berbagai jenis primata lainnya dapat terinfeksi (Inogwabini dan Leader-Williams, 2012).

Informasi mengenai kerentanan orang utan masih terbatas. Tidak diketahui apakah Asia memiliki virus ebola yang menjadi patogen manusia; namun demikian virus ebola reston, yang beredar pada kelelawar di Filipina, bisa menyebabkan penyakit pada

primata (Demetria *et al.*, 2018; Jayme *et al.*, 2015). Virus lain yang memiliki hubungan lebih jauh dari famili yang sama dengan virus ebola (Filoviridae) ditemukan pada kelelawar di Tiongkok (He *et al.*, 2015; Yang *et al.*, 2017). Tidak ada infeksi virus Filoviridae pada orang utan dan bonobo, baik liar ataupun dalam kurungan, yang pernah didokumentasikan. Satu publikasi yang menunjukkan adanya bukti paparan virus masih diperdebatkan karena beberapa alasan, termasuk asal sampel dan metode; dengan demikian ‘pernyataan relevan’ yang resmi telah dicantumkan dalam publikasi ini (Nidom *et al.*, 2012). Penafsiran hasil uji serologis perlu dilakukan secara hati-hati karena reaktivitas tidak spesifik dan reaktivitas silang umumnya ditemukan dalam uji serologis virus ebola yang telah dilakukan (Allela *et al.*, 2005; Natesan *et al.*, 2016). Karena orang utan umumnya bersifat soliter, tidak seperti kera besar di Afrika yang berkelompok, maka risiko mereka mengalami wabah penyakit setingkat epidemi mungkin lebih rendah (Carne *et al.*, 2014). Virus ebola afrika lainnya yang merupakan patogen manusia (*Bundibugyo ebolavirus* dan *Sudan ebolavirus*) juga dapat menginfeksi primata, tetapi belum pernah ada kasus yang teramati di alam liar (Leendertz *et al.*, 2017).

Karena tidak mungkin untuk memprediksi di mana wabah ebola akan terjadi selanjutnya, maka pengendalian EVD pada kera besar menjadi upaya yang cukup menantang. Walaupun belum ada opsi perlakuan yang tersedia untuk kera besar, berbagai strategi vaksinasi sudah didiskusikan. Akan tetapi dengan vaksin yang aman dan efektif, vaksinasi skala besar untuk kera besar liar di wilayah terpencil masih sulit dilakukan.

## Simian Immunodeficiency Virus pada Simpanse

*Simian Immunodeficiency Virus* pada simpanse (SIVcpz) adalah retrovirus yang menyebabkan penyakit menyerupai perkembangan infeksi *Human*

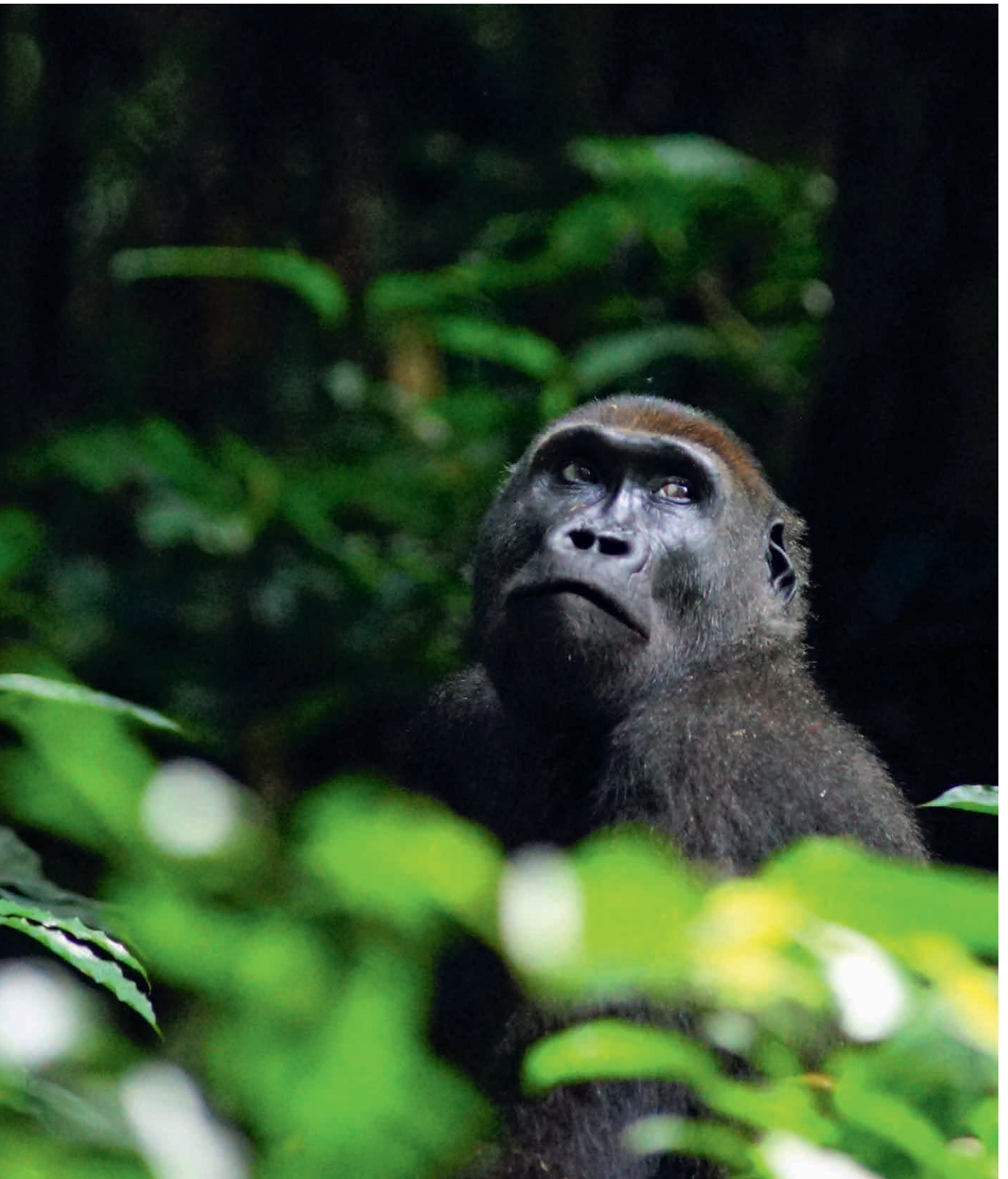
### KOTAK 1.1

#### Ebola dan Struktur Sosial Populasi Gorila

Keberagaman struktur sosial kera besar menunjukkan bahwa patogen mungkin tidak menyebar dengan cara yang sama pada bonobo, simpanse, gorila, dan orang utan (Carne *et al.*, 2014). Demikian pula, dampak patogen terhadap struktur sosial bisa bervariasi pada berbagai spesies kera besar. Terbatasnya pengamatan saat ini terhadap aturan infeksi yang muncul secara alami dan terbukti berpotensi menjadi patogen, menghalangi dilakukannya perbandingan menyeluruh berdasarkan data global yang aktual.

Wabah Penyakit Virus Ebola (EVD) memungkinkan peneliti mempelajari dampak penyakit mematikan terhadap struktur sosial kera besar dan, sebaliknya, pengaruh struktur sosial terhadap risiko penyakit. Antara tahun 2001 dan 2005 di Republik Demokratik Kongo (RDK), sejumlah wabah EVD berdampak parah terhadap populasi gorila dataran rendah barat (*Gorilla gorilla gorilla*) (dan, mungkin dengan tingkat lebih rendah, terhadap simpanse tengah (*Pan troglodytes troglodytes*)) (Bermejo *et al.*, 2006; Walsh *et al.*, 2003). Komposisi dan ukuran kelompok gorila dapat bervariasi secara signifikan, dan gorila jantan mungkin bersifat soliter. Sebuah kelompok dapat berisi satu jantan dan banyak betina, banyak jantan dan banyak betina, atau hanya beberapa jantan. Pengamatan yang dilakukan sebelum, selama, dan setelah wabah EVD pada tahun 2004 di lokasi Lokoué di Taman Nasional Odzala-Kokoua menunjukkan bahwa individu yang hidup dalam kelompok mengalami tingkat kematian yang lebih tinggi (97%) daripada individu soliter (77%), hal ini menekankan nyatanya konsekuensi akibat hidup berkelompok (Caillaud *et al.*, 2006). Oleh karena itu, pada tingkat populasi, proporsi gorila dengan gaya hidup soliter jauh lebih besar setelah terjadinya wabah. Secara garis besar, ketidakseimbangan risiko ini menghasilkan keterbalikan rasio jenis kelamin secara keseluruhan, karena gorila betina dewasa (yang semuanya hidup dalam kelompok) lebih terdampak daripada jantan dewasa yang 8% di antaranya soliter (Caillaud *et al.*, 2006).

Akan tetapi perubahan ini tidak permanen. Sepuluh tahun setelah wabah, baik proporsi gorila soliter dan rasio jenis kelamin secara keseluruhan kembali ke nilai sebelum wabah, hal ini mencerminkan dinamika sosial yang berubah secara sementara (Genton *et al.*, 2015, 2017). Walaupun perubahan proporsi ini mungkin merupakan contoh yang ekstrem, wabah EVD menunjukkan dengan jelas potensi interaksi yang kompleks dalam sistem sosial kera besar dan patogen yang memengaruhi mereka.



*Immunodeficiency Virus* (HIV) pada manusia (Sharp dan Hahn, 2011). Pada tahap akhir, infeksi SIVcpz berkembang menjadi *Simian Acquired Immunodeficiency Disease Syndrome* (SAIDS), yang serupa dengan saat HIV berkembang menjadi *Acquired Immune Deficiency Syndrome* atau AIDS (Keele *et al.*, 2009).

Simpanse tengah (*Pan troglodytes troglodytes*) telah teridentifikasi sebagai reservoir tempat munculnya dua galur HIV-1 secara terpisah, yakni grup M yang sifatnya pandemik dan grup N yang sangat langka. SIVcpz, yang merupakan kerabat terdekat galur HIV-1 grup M, ditemukan di berbagai lokasi di seluruh wilayah jelajah simpanse tersebut (Sharp dan Hahn, 2011). Nenek moyang virus HIV-1 grup M yang paling terakhir diketahui berasal dari akhir abad ke-19 atau awal abad ke-20. Hal ini menunjukkan bahwa HIV-1 grup M berpindah dari simpanse ke manusia di wilayah tersebut selama periode kolonial (Gryseels *et al.*, 2019; Keele *et al.*, 2006; Van Heuverswyn *et al.*, 2007). Simpanse tengah menularkan SIVcpz ke gorila barat dataran rendah (*Gorilla gorilla gorilla*), sehingga menimbulkan *Simian Immunodeficiency Virus* pada gorila (SIVgor). Gorila kemudian menjadi sumber proksimal dari dua galur HIV-1 lainnya, yakni grup O yang bersifat epidemik (sebagian besar hanya terdapat di Kamerun), dan grup P yang sangat langka P (D'Arc *et al.*, 2015; Plantier *et al.*, 2009). Perburuan simpanse dan gorila merupakan jalur yang paling berpotensi menularkan SIVcpz dan SIVgor ke manusia (Pepin, 2021).

SIVcpz berevolusi melalui (salah satunya) penularan antarspesies, yang diperkirakan diakibatkan oleh perilaku predator simpanse, yang sering kali memangsa monyet. Simpanse jantan di Taman Nasional Tai mengonsumsi daging monyet sebanyak 45 kg per tahun, namun perilaku ini tidak menimbulkan penularan *Simian Immunodeficiency Virus* yang menginfeksi monyet kolobus merah barat (*Ptilocolobus badius*) pada populasi simpanse (Gogarten *et al.*, 2014; Leendertz *et*

*al.*, 2011). Simpanse mungkin resistan terhadap infeksi strain SIV ini.

SIVcpz pada awalnya dianggap tidak patogenik pada inang alaminya, yaitu simpanse tengah dan simpanse timur (*Pan troglodytes schweinfurthii*). Namun, dengan menggunakan studi longitudinal yang berlangsung selama hampir satu dekade, Keele *et al.* (2009) menunjukkan bahwa simpanse timur yang berasal dari dua komunitas terhabitasi di Taman Nasional Gombe (Tanzania) mengalami peningkatan kemungkinan kematian dan penurunan kesuburan jika terinfeksi SIVcpz. Virus ini juga menyebabkan manifestasi klinis yang menyerupai AIDS. Penyelidikan selanjutnya mengenai dampak SIVcpz pada dinamika populasi simpanse di komunitas yang sama dan dalam komunitas tidak terhabitasi lainnya menunjukkan bahwa SIVcpz mungkin berperan dalam penurunan drastis jumlah individu dalam komunitas yang tidak terhabitasi. Meskipun simulasi menunjukkan bahwa prevalensi SIVcpz yang rendah secara signifikan meningkatkan risiko kepunahan komunitas, migrasi betina antarkomunitas terbukti bisa cukup mengurangi risiko ini. Temuan ini menunjukkan bahwa kelangsungan hidup suatu komunitas yang terinfeksi dapat sangat bergantung pada hubungannya dengan unit sosial lain (Rudicell *et al.*, 2010).

## Penyakit Pernapasan

Patogen pernapasan dikenal sebagai penyebab utama penyakit ringan hingga berat pada kera besar liar. Dalam dua dekade terakhir, pemantauan penyakit satwa secara terus menerus dalam program konservasi dan peningkatan progresif alat diagnosis untuk sampel noninvasif telah mempermudah pengumpulan bukti yang kuat mengenai risiko penularan patogen dari manusia. Pada periode yang sama, virus yang umumnya endemik pada manusia telah diidentifikasi di semua spesies kera besar dan habitatnya. Virus yang pertama kali diidentifikasi pada kera besar liar yang

telah terhabituasi dengan manusia dan menderita penyakit pernapasan parah antara lain virus dari famili Pneumoviridae, seperti *human metapneumovirus* (HMPV) dan *human orthopneumovirus* tipe A dan B, yang sebelumnya dikenal sebagai *human respiratory syncytial virus* atau HRSV (Köndgen *et al.*, 2008; Rima *et al.*, 2017). Kedua virus tersebut telah berulang kali terdeteksi sejak teridentifikasi. Simpanse barat di Pantai Gading, simpanse timur di Tanzania dan Uganda, dan gorila gunung (*Gorilla beringei beringei*) di Rwanda telah tertular HMPV (Kaur *et al.*, 2008; Köndgen *et al.*, 2008; Negrey *et al.*, 2019; Palacios *et al.*, 2011). HRSV telah ditemukan pada simpanse barat di Pantai Gading, gorila dataran rendah barat di Republik Afrika Tengah, dan bonobo di RDK (Grützmaier *et al.*, 2016, 2018b; Köndgen *et al.*, 2008, 2017).

Laporan baru-baru ini menunjukkan bahwa anggota famili virus lainnya juga telah menginfeksi populasi kera liar. Virus ini mencakup *human rhinovirus C* (famili Picornaviridae), *human respirovirus 3* (famili Paramyxoviridae) pada simpanse di Uganda, dan *human coronavirus OC43* (famili Coronaviridae) pada simpanse di Pantai Gading (Negrey *et al.*, 2019; Patrono *et al.*, 2018; Scully *et al.*, 2018).

Analisis filogenetik terhadap sekuens genom virus parsial atau lengkap yang terdeteksi dalam berbagai wabah ini secara konsisten menegaskan bahwa strain virus yang ditemukan pada kera besar termasuk dalam galur patogen manusia yang beragam, yang dengan jelas menunjukkan adanya penularan dari manusia ke kera. Namun, karena kurangnya data tentang peredaran patogen tersebut pada populasi manusia setempat, maka belum dapat dipastikan hubungan yang lebih akurat dengan asal-usul geografis strain virus yang telah menyebar tersebut (Patrono *et al.*, 2022).

Berbagai wabah yang disertai terjadinya kematian tersebut, berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan kesadaran akan risiko yang ditimbulkan akibat

habitat yang berdekatan dengan tempat tinggal manusia dan perlunya menetapkan aturan kebersihan serta sistem surveilans di dalam proyek penelitian dan pariwisata kera besar (Macfie dan Williamson, 2010; lihat Kotak 1.2). Morbiditas wabah-wabah ini sangat bervariasi, tetapi secara umum tergolong tinggi, yakni mencapai 100% selama wabah HMPV pada simpanse barat (Köndgen *et al.*, 2010). Sebaliknya, tidak ada kematian yang dikaitkan dengan *human coronavirus OC43*, yang hanya menyebabkan gejala klinis ringan, sedangkan setidaknya satu kematian terjadi dalam semua kasus lainnya (Patrono *et al.*, 2018). Angka kematian tertinggi tercatat selama wabah yang disebabkan oleh *pneumovirus*, dengan persentase kematian hingga 18% dari keseluruhan populasi akibat infeksi (Köndgen *et al.*, 2010). Angka sebenarnya mungkin lebih tinggi mengingat sulitnya menemukan bangkai di hutan hujan dan cepatnya pembusukan bangkai karena kondisi lingkungan, yang sangat memengaruhi peluang pengambilan sampel (Köndgen *et al.*, 2017).

**Foto:** Dalam menilai bagaimana cara terbaik mengelola kesehatan kera di lingkungan kurungan, para praktisi dapat memilih untuk memvaksinasi kera, terutama untuk melawan patogen yang memiliki prevalensi regional tinggi. Panduan yang ada sangat beragam, tetapi sering kali didasarkan pada prosedur yang diikuti di negara tempat kera dipelihara dalam kurungan. Simpanse yang sedang disuntik. © Justin Taus/Fauna Foundation



Infeksi virus sering kali membuka jalan bagi infeksi sekunder dari bakteri, yang pada akhirnya menyebabkan kematian. Di antara bakteri yang terdeteksi, *Streptococcus pneumoniae* (atau pneu-

## KOTAK 1.2

### Pencegahan Penyakit Menular

Pencegahan penyakit menular mencakup berbagai langkah, protokol, dan prosedur untuk meminimalkan risiko infeksi alami dan tak disengaja pada manusia dan satwa. Langkah pencegahan hanya akan berhasil jika dipatuhi secara luas, sehingga edukasi perlu diberikan secara berulang kepada semua pihak yang terlibat dengan populasi kera. Agar sepenuhnya berjalan dengan efektif, upaya pencegahan penyakit menular perlu disertai konsultasi dengan para profesional yang tepat; bab ini sama sekali tidak dimaksudkan untuk menggantikan kolaborasi dengan para ahli.

Secara umum, penilaian risiko penyakit yang dilakukan oleh para profesional dapat membantu mengevaluasi potensi bahaya terkait situasi tertentu. Ketika satwa memasuki lingkungan kurungan, masa karantina akan memudahkan pemantauan perilaku dan potensi munculnya tanda-tanda klinis. Selama masa karantina ini, penilaian status kesehatan individu sangat penting dilakukan guna meminimalkan risiko masuk dan menyebarnya patogen baru di fasilitas kurungan tersebut (Gilardi *et al.*, 2015; lihat Bab 4). Oleh karena itu, dalam perancangan fasilitas kurungan, prioritasnya mencakup dipastikannya pemisahan fisik antara satwa yang baru masuk dan populasi yang sudah ada, pembuangan limbah secara terpisah, dan disinfeksi makanan atau barang pengayaan yang dimasukkan dari luar. Meskipun tidak ada durasi standar, karantina biasanya diberlakukan selama 60 hingga 90 hari, bergantung pada kapasitas diagnosis serta ekologi dan prevalensi patogen yang menjadi perhatian utama, sebagaimana ditentukan dalam penilaian risiko penyakit yang relevan. Pelibatan tenaga profesional terlatih dalam perancangan dan pelaksanaan berbagai prosedur ini dapat membantu menjaga kesehatan psikologis kera selama masa isolasi, serta saat pemindahan antarfasilitas kurungan atau dari alam liar ke fasilitas kurungan.

Untuk mengurangi risiko infeksi, pihak fasilitas dapat memastikan agar anggota staf yang menangani kera dalam kurungan kondisinya sehat dan telah divaksinasi, membatasi jumlah staf selama masa karantina, dan menyertakan keputusan penempatan staf ke dalam penilaian risiko penyakit dan strategi mitigasi penyakit. Selain itu, pihak fasilitas juga dapat mengintegrasikan penggunaan alat pelindung diri ke dalam strategi mitigasinya. Di semua situasi kurungan terjadi kontak dalam jarak dekat dan jangka panjang antara kera (yang direhabilitasi) dengan pengasuhnya, maka penggunaan masker dan sarung tangan sangat dianjurkan selama dan setelah masa karantina, terutama pada masa dengan risiko tinggi, misalnya musim flu (Stevens, 2020; lihat Bab 2).

Dalam menilai bagaimana cara terbaik mengelola kesehatan kera di lingkungan kurungan, para praktisi dapat memilih untuk memvaksinasi kera, terutama untuk melawan patogen yang memiliki prevalensi regional tinggi. Panduan yang ada sangat beragam, tetapi sering kali didasarkan pada prosedur yang diikuti di negara tempat kera dipelihara dalam kurungan. Panduan terperinci mungkin perlu diminta dari kementerian kesehatan nasional terkait. Bagi semua pihak yang bekerja dengan populasi kera liar, sumber utama mengenai upaya pencegahan secara keseluruhan adalah publikasi *Best Practice Guidelines for Health Monitoring and Disease Control in Great Ape Populations* dari International Union for Conservation of Nature (IUCN) (Gilardi *et al.*, 2015).

mokokus) ditemukan dalam beberapa wabah mematikan (Chi *et al.*, 2007; Grützmacher *et al.*, 2018b; Köndgen *et al.*, 2017). Bakteri oportunistik ini merupakan bagian dari mikrobiom hidung (*nasal flora*) dan terkadang dapat menjadi patogen, setelah kerusakan primer pada epitel saluran pernapasan, yang berujung pada pneumonia (Morris, Cleary, dan Clarke, 2017). Analisis genom terhadap beberapa strain bakteri pneumokokus yang ditemukan pada paru-paru simpanse mati yang disertai infeksi HRSV, menunjukkan bahwa strain ini berasal dari manusia (Köndgen *et al.*, 2017). Pneumokokus manusia ditemukan pada simpanse dan orang utan yang hidup lebih dekat dengan manusia, seperti di kebun binatang, pusat rehabilitasi, dan populasi yang hidup di alam liar (Köndgen *et al.*, 2017; Szentiks *et al.*, 2009). Meskipun infeksi virus pernapasan biasanya dapat disembuhkan dan tidak berlanjut, pneumokokus dapat menjadi bagian dari mikrobiom nasofaring (*nasopharyngeal flora*) setelah penularan. Setelah menetap dalam satu individu, infeksi ini dapat menular ke anggota kelompok lain dan kemudian menjadi endemi dalam suatu populasi, serta berpotensi memperparah jenis penyakit lainnya.

Bakteri lain yang berkaitan dengan pneumonia akut mematikan (bersama dengan HMPV dan *S. pneumoniae*) atau *airsacculitis* (radang kantong udara) pada simpanse liar adalah *Pasteurella multocida* (Köndgen *et al.*, 2011). Informasi genetik dan fenotipe strain bakteri ini tidak menunjukkan bukti yang jelas mengenai penularan langsung dari satwa lain atau manusia. Meskipun data yang tersedia untuk virus RNA selain virus influenza masih sangat sedikit, *pneumovirus* telah terbukti mendorong kolonisasi bakteri di paru-paru melalui berbagai jalur (McCullers, 2014). Berdasarkan bukti yang dikumpulkan sejauh ini, tampaknya masuk akal bahwa infeksi dengan anggota famili virus ini menimbulkan lebih banyak tanda klinis dan kematian (sering kali ter-



**Foto:** Untuk mengurangi risiko, pihak fasilitas dapat memastikan agar anggota staf yang menangani kera dalam kurungan kondisinya sehat, telah divaksinasi, dan mengintegrasikan penggunaan alat pelindung diri ke dalam strategi mitigasinya. © IAR Indonesia (YIARI)/KLHK Republik Indonesia

jadi karena koinfeksi) yang mendorong dilakukannya investigasi wabah dan membuka peluang untuk mendapatkan diagnosis. Infeksi yang menyebabkan gejala klinis yang lebih ringan mungkin lebih sulit untuk diamati dan didiagnosis jika tidak dilakukan pengamatan perilaku secara terus menerus dan pengambilan sampel secara rutin.

Infeksi *Mycobacterium tuberculosis* telah dilaporkan muncul pada simpanse liar (Coscollá *et al.*, 2013). Berdasarkan diagnosis patologis awal terhadap isolasi bakteri, terkonfirmasi adanya tuberkulosis. Analisis genom yang dilakukan terhadap strain bakteri yang ditemukan pada simpanse liar mengungkap isolat kompleks *M. tuberculosis* yang baru, yang menunjukkan bahwa strain ini tidak mungkin berasal dari manusia.

Berkat kemajuan terkini, alat bantu diagnosis kini dapat diterapkan pada sampel noninvasif untuk menentukan jenis patogen yang menyebabkan penyakit atau kematian pada kera besar liar di berbagai lingkungan, termasuk lokasi pariwisata, area penelitian, dan hutan yang digunakan oleh masyarakat setempat (lihat Kotak 1.3). Pengetahuan ini dapat digunakan untuk merancang strategi vaksinasi yang ditargetkan untuk manusia yang memasuki habitat kera besar, misalnya masyarakat setempat,

peneliti, dan wisatawan. Program kesehatan karyawan (termasuk pemeriksaan kesehatan rutin, vaksinasi wajib untuk melawan patogen yang juga berpotensi menyebabkan penyakit pada kera, aturan kebersihan yang ketat, dan karantina berdasarkan surveilans sindrom) telah terbukti sebagai upaya yang efektif untuk mengurangi risiko penularan penyakit (Gilardi *et al.*, 2015; Grützmacher *et al.*, 2018a). Namun, keberadaan pembawa penyakit tanpa gejala (asimtomatik) dalam populasi manusia menimbulkan tantangan tersendiri.

Pembangunan laboratorium lapangan untuk menguji semua staf dan pengunjung yang masuk ke habitat kera besar dapat menjadi langkah lain untuk meningkatkan upaya pencegahan dan memaksimalkan manfaat tindakan konservasi (Grützmacher *et al.*, 2016). Namun, pengujian semacam ini hanya akan menjangkau sebagian dari semua manusia yang ada di sekitar hutan. Langkah lainnya untuk mengurangi risiko masuknya penyakit sekaligus meningkatkan kesehatan manusia meliputi perluasan jangkauan vaksinasi untuk penduduk yang tinggal di sekitar hutan. Program tersebut dapat memanfaatkan vaksin pneumokokus yang tersedia secara komersial dan, pada akhirnya, vaksin untuk melawan penyakit virus pernapasan

**Foto:** Sampel *postmortem* yang dikumpulkan setelah satwa mati (saat nekropsi) sangat berharga untuk memahami penyakit pada populasi kera liar. © PPI/CCC

yang saat ini sedang dikembangkan (Leendertz dan Kalema-Zikusoka, 2021; lihat Bab 2 dan 4). Strategi One Health ini, yang dikembangkan bersama dengan otoritas kesehatan masyarakat setempat, akan menjadi upaya tambahan guna memastikan manfaat langsung dari kegiatan konservasi untuk masyarakat setempat (lihat Bab 2).

## Penyebab Penyakit Tidak Menular

Ancaman penyakit tidak menular terhadap kesehatan kera dapat ditemukan baik dalam kurungan maupun di alam liar. Bagian ini membahas beberapa unsur yang ditimbulkan kegiatan manusia, yang berdampak paling parah terhadap populasi kera di habitat alaminya.

Perambahan ke dalam habitat kera akibat kebakaran hutan yang disebabkan oleh manusia, pembangunan jalan, pemasangan kabel listrik, dan berbagai praktik pertanian dan pertambangan dapat berdampak langsung terhadap satwa. Kegiatan-kegiatan ini juga menyebabkan dampak jangka panjang terhadap lingkungan, misalnya perubahan iklim mikro, berkurangnya ketersediaan makanan, dan hilangnya keanekaragaman hayati, sehingga membahayakan kelangsungan hidup kera besar (Bettinger *et al.*, 2021; Erb *et al.*, 2018).

Selain merusak habitat kera, kebakaran hutan dapat menyebabkan luka bakar dan asap yang terhirup dapat merusak sistem pernapasan, sehingga meningkatkan risiko infeksi saluran pernapasan. Dampak ini dapat memengaruhi sejumlah aspek kesehatan kera, sebagaimana yang terjadi terhadap manusia dan orang utan (Aguilera *et al.*, 2021; Erb *et al.*, 2018).

Berbagai masalah juga berasal dari pembangunan jalan dan infrastruktur terkait yang dirancang untuk memfasilitasi industri pertambangan atau pertanian serta menghubungkan permukiman manusia. Lebih mudahnya akses manusia untuk menjangkau lingkungan kera dengan adanya jalan

meningkatkan kemungkinan perburuan (Laurance *et al.*, 2006). Selain itu, jalan yang terbentang di beberapa wilayah juga berdampak secara langsung terhadap satwa karena membelah populasinya, sehingga memutus pasokan makanan dan air, serta calon pasangannya, dan menyebabkan satwa terpapar risiko kecelakaan lalu lintas yang sering kali berakibat fatal. Usulan untuk mengurangi jumlah kecelakaan di jalan salah satunya adalah pembangunan jembatan kanopi artifisial agar satwa dapat menyeberang dengan aman (Chan *et al.*, 2020).

Selain memicu pembangunan jalan dan deforestasi, industri pertambangan dan pertanian juga dapat berdampak terhadap tanah dan pasokan air akibat eksploitasi berlebihan dan pencemaran racun terhadap sumber daya ini. Pengolahan bijih emas kerap melibatkan penggunaan merkuri yang tidak terkendali, sehingga berpotensi menyebabkan gangguan neurologis atau ginjal, dan bahkan kematian primata (Ontl, 2017). Pestisida dari area pertanian juga bisa berdampak langsung terhadap primata (Botha *et al.*, 2015). Sebagai contoh, displasia wajah yang ditemukan pada babun dan simpanse liar di Uganda terbukti berkaitan dengan pestisida, sementara kadar DDT/p,p'-DDE, klorpirifos dan imidakloprid dalam jagung melebihi batas yang disarankan di sejumlah wilayah yang digunakan oleh simpanse. Dengan demikian, perlu dilakukan studi lebih lanjut untuk mengonfirmasi bahwa pestisida berkaitan dengan tanda-tanda klinis yang diamati (Krief *et al.*, 2017).

Ada banyak gangguan antropogenik yang dapat menyebabkan penurunan pasokan makanan, sehingga memaksa kera untuk memakan tanaman dan kemudian mengalami bahaya dari berbagai sumber. Paparan terhadap tanaman yang diberi bahan kimia sebagaimana disebutkan di atas dapat menyebabkan kera keracunan, sementara konflik kekerasan yang berlangsung antara petani dan kera dapat mengakibatkan cedera fisik yang mematikan (Humble dan Hill, 2016).

## KOTAK 1.3

### Pengumpulan Sampel

Kotak ini menyajikan opsi pengambilan sampel untuk studi penyakit dan kesehatan kera. Pendekatan pengumpulan sampel yang paling baik dipilih berdasarkan metode yang tersedia untuk analisis selanjutnya, penanda kesehatan atau penyakit yang sedang diperiksa, dan sumber daya yang tersedia. Ketersediaan infrastruktur seperti nitrogen cair, lemari pembeku, dan lemari pendingin dapat membatasi, misalnya, jenis sampel dan media penyimpanan. Karena metode yang ada terus berkembang, akan sangat berguna jika kita melakukan tinjauan literatur dan konsultasi dengan para ahli sebelum mengembangkan dan mengikuti protokol pengambilan sampel (Gillespie, Nunn, dan Leendertz, 2008; Leendertz *et al.*, 2006b; lihat Bab 4).

Pada umumnya, pengambilan sampel bersifat invasif (yang membutuhkan kontak fisik dengan satwa) atau noninvasif (yang sampelnya dikumpulkan dari feses, urine, rambut, atau saliva). Ada banyak teknik untuk mempelajari satwa liar yang juga dapat diterapkan di fasilitas kurungan, tetapi sebagian besar teknik yang dapat dilakukan dalam kurungan tersebut tidak sesuai untuk mempelajari kesehatan kera liar (Gillespie, Nunn, dan Leendertz, 2008; Leendertz *et al.*, 2006b). Diskusi ini berfokus pada pengumpulan sampel di alam liar.

Kera liar memerlukan imobilisasi kimiawi (anestesi) untuk mempermudah pengambilan sampel secara invasif. Pemberian anestesi terhadap satwa, khususnya dalam kondisi terpencil, memiliki risiko inheren yang harus dipertimbangkan dengan cermat agar sebanding dengan manfaat yang diperoleh dari prosedur ini (Gillespie, Nunn, dan Leendertz, 2008; Leendertz *et al.*, 2006b). Penanganan kera liar dalam kondisi tidak darurat umumnya dianggap tidak etis, sehingga hanya disertakan dalam strategi pengelolaan untuk kondisi luar biasa (Gilardi *et al.*, 2015; Gruen, 2018; lihat Bab 5). Setiap pengambilan sampel secara invasif untuk tujuan surveilans harus melalui tinjauan ekstensif oleh komite etik dan mendapatkan persetujuan dari otoritas lokal dan nasional. Untuk memaksimalkan manfaat terkait imobilisasi, dokter hewan dapat mengumpulkan berbagai jenis sampel, termasuk darah, plasma, swab, biopsi, dan ektoparasit untuk digunakan dalam berbagai program penelitian (Gillespie, Nunn, dan Leendertz, 2008; Leendertz *et al.*, 2006b).

Sampel *postmortem* yang dikumpulkan setelah satwa mati (saat nekropsi) sangat berharga untuk memahami penyakit pada populasi kera liar. Mengingat bangkai mengandung sejumlah patogen yang diketahui (atau belum diketahui) dapat menginfeksi manusia, maka risiko penyakit saat melakukan nekropsi sangat besar, khususnya pada lokasi terpencil. Langkah utama untuk meminimalkan risiko meliputi dibatasinya pengambilan sampel *postmortem* hanya oleh dokter hewan yang telah mengikuti pelatihan khusus dan dipastikannya prosedur dilakukan melalui konsultasi dengan para ahli dan sesuai standar keselamatan yang ketat (Gillespie, Nunn, dan Leendertz, 2008; Leendertz *et al.*, 2006b).

Pengumpulan sampel noninvasif telah menjadi alat yang sangat berharga dalam diagnosis penyakit dan studi ekologi perilaku kera liar. Sampel yang dikumpulkan secara non-



invasif memungkinkan pengumpulan data secara berulang dalam studi longitudinal tanpa menimbulkan gangguan (misalnya imobilisasi kimiawi) terhadap subjek yang diamati (Behringer dan Deschner, 2017; Calvignac-Spencer *et al.*, 2021; Smiley Evans *et al.*, 2015, 2016). Analisis molekuler terhadap sampel terbukti berguna untuk memahami ekologi berbagai macam patogen serta kera itu sendiri. Ada banyak teknik yang dapat digunakan terhadap sampel noninvasif untuk menilai berbagai faktor selain asam nukleat satwa, termasuk riwayat penularan (melalui serologi), stres, dan status kesehatan (melalui analisis hormon), dan makanan (misalnya dengan menggunakan metode *metabarcoding* atau rasio isotop) (Gogarten *et al.*, 2018; Patrono *et al.*, 2022; Samuni *et al.*, 2018). Sebagaimana disebutkan di atas, strategi pengumpulan dan pengawetan sampel dipilih berdasarkan analisis mana yang direncanakan (Gillespie, Nunn, dan Leendertz, 2008; Leendertz *et al.*, 2006b).

Jika sampel akan diambil dari kera dalam kurungan yang tidak dapat dilepasliarkan, metode *operant conditioning* dapat digunakan untuk meningkatkan kesejahteraan psikologis dan kemudahan penanganan mereka, yang dapat meringankan pengambilan sampel noninvasif dan sedikit invasif (Rasmussen, Newland, dan Hemmelman, 2020). Pengumpulan sampel noninvasif dalam kondisi seperti ini tidak menyebabkan peningkatan hormon stres bagi bonobo atau orang utan (Behringer *et al.*, 2014). *Operant conditioning* juga mempermudah dilakukannya teknik pencitraan secara rutin, seperti radiologi dan ultrasound, termasuk pemantauan kehamilan (Drews *et al.*, 2011). Jika perlu mengidentifikasi kera mana yang merupakan sumber sampel feses tetapi tidak mungkin melakukan pengamatan proses defekasi, maka satwa ini dapat diberi makan zat inert, seperti biji-bijian yang tidak dapat dicerna, pewarna makanan, atau gliter berwarna untuk membantu mengidentifikasi feses (Fuller, Margulis, dan Santymire, 2011).

**Foto:** Malaria adalah penyakit yang berpotensi mematikan, disebabkan oleh parasit *Plasmodium* yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina yang terinfeksi. Di pusat penyelamatan, simpanse dan orang utan sering kali didiagnosis dengan infeksi *Plasmodium*. Slide menunjukkan parasit malaria (warna solid gelap) dan sel darah merah (berbentuk donat dengan warna pucat di tengah). © IAR Indonesia (YIARI)/KLHK Republik Indonesia

## Kera dalam Kurungan

Kurungan mengubah kondisi lingkungan secara signifikan bagi kera dan organisme patogeniknya. Oleh karena itu, kurungan harus dirancang untuk memenuhi kebutuhan fisik, sosial, dan psikologis, sekaligus mengintegrasikan strategi guna mengurangi tekanan penularan (lihat Bab 8). Secara umum, kepadatan populasi dalam kurungan lebih tinggi dibandingkan di alam liar karena satwa dibatasi ruang tertentu. Dengan demikian, diperlukan upaya untuk meminimalkan kemungkinan agen infeksius dapat memasuki populasi dalam kurungan.

Dalam lingkungan kurungan, kontak dekat dengan manusia berpotensi menyebabkan kera terpapar patogen yang mudah memasuki tubuhnya, sehingga dapat mengakibatkan wabah serius (Kilbourn *et al.*, 2003; Liptovszky *et al.*, 2019). Selain itu, situasi stres dapat menciptakan perilaku stereotipe (misalnya gerakan berulang tanpa fungsi nyata) dan psikopatologi lain yang memerlukan pengelolaan. Stres berkepanjangan juga dapat mengganggu sistem keseimbangan tubuh kera dan kemampuannya untuk melawan infeksi tertentu atau mengatur mikrobiom. Gabungan dari faktor-faktor ini biasanya menyebabkan prevalensi penyakit yang lebih tinggi dalam kondisi kurungan (Kilbourn *et al.*, 2003). Perhatian khusus terhadap penyakit menular diperlukan di pusat rehabilitasi, terutama sebelum pelepasian satwa ke alam liar guna meminimalkan risiko introduksi penyakit baru ke populasi liar (Sherman *et al.*, 2021).

## Penyakit yang Dampaknya terhadap Kesehatan Sudah Cukup Diteliti

### Malaria

Malaria adalah penyakit yang berpotensi mematikan, disebabkan oleh parasit *Plasmodium* yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina yang terinfeksi. Di

pusat penyelamatan, simpanse dan orang utan sering kali didiagnosis dengan infeksi *Plasmodium*. Dalam sebagian besar kasus, tidak ada tanda klinis yang jelas, atau hanya bersifat ringan dan sementara sehingga tidak memerlukan pengobatan. Untuk orang utan yang direhabilitasi, tingkat keparahan tanda klinis tampaknya berkaitan dengan meningkatnya parasitemia, khususnya pada individu dengan anemia atau demam terus-menerus yang tidak dapat diredakan dengan asetaminofen atau obat antiinflamasi non-steroid. Dalam kasus ini, terdapat sejumlah bukti yang menunjukkan bahwa pengobatan antimalaria meredakan tanda klinis setelah berkurangnya parasitemia karena pengobatan. Korelasi ini menunjukkan bahwa parasit *Plasmodium* bisa berdampak signifikan secara klinis dan pengobatan perlu dilakukan jika parasitemia tinggi (J. Philippa, pengamatan pribadi, 2020).

Perubahan kondisi hidup di pusat penyelamatan dapat berperan dalam ekologi penularan *Plasmodium* terhadap orang utan. Salah satu kondisi hidup berkaitan dengan kepadatan populasi yang lebih tinggi karena orang utan hidup di permukaan tanah dalam fasilitas kurungan, mereka tidak hidup arboreal seperti di habitat alaminya. Kepadatan nyamuk juga lebih tinggi di darat daripada di tajuk pepohonan. Kondisi lainnya yaitu kedekatan dengan spesies lain, seperti populasi manusia dan monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) liar, yang dapat menjadi reservoir atau inang penguat parasit *Plasmodium* (Brant *et al.*, 2016; Siregar *et al.*, 2015). Dengan demikian, diperlukan studi lebih lanjut untuk menjelaskan faktor-faktor ini.

### Parasit gastrointestinal

Saluran gastrointestinal mencakup semua organ sistem pencernaan, mulai dari mulut hingga anus. Terlepas dari prevalensi tinggi dan keragamannya pada kera liar, penyakit-penyakit terkait parasit gastrointestinal (protozoa dan cacing parasit/*helminth*) tidak terdokumentasikan dengan baik di

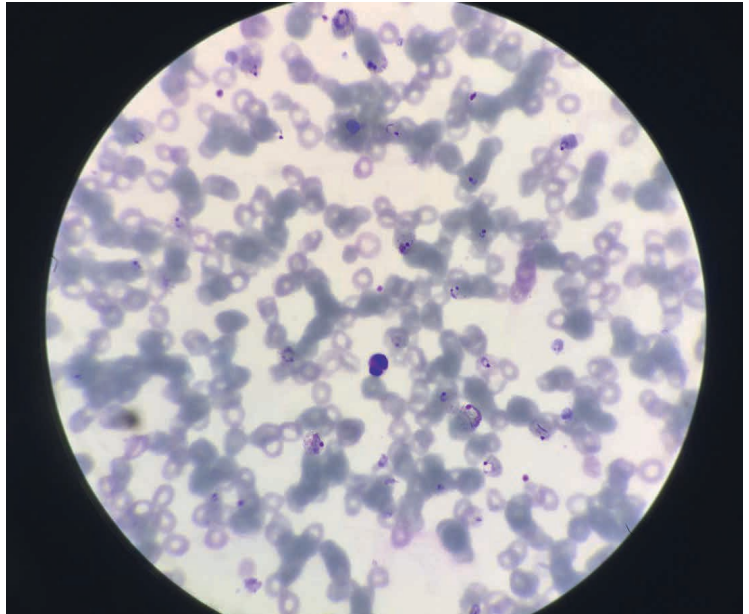
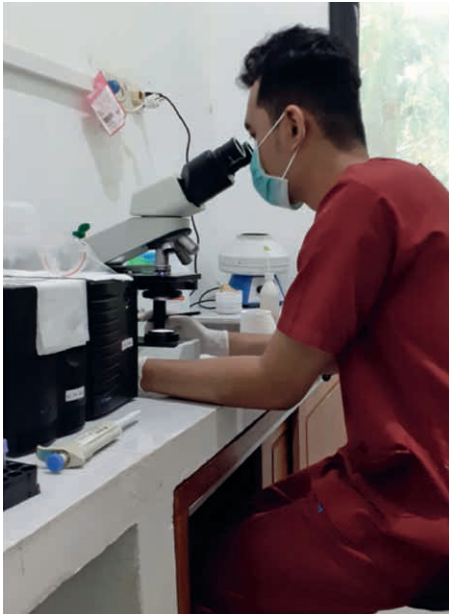
alam liar (Medkour *et al.*, 2020). Sebaliknya, perubahan jumlah parasit gastrointestinal dan penyakit klinis pada kera dalam kurungan (baik di pusat rehabilitasi maupun kebun binatang) berkaitan dengan berbagai faktor seperti meningkatnya kepadatan populasi inang dan tekanan penularan (akibat ruang hidup yang kecil atau praktik kebersihan di bawah standar), situasi yang penuh stres, dan gangguan mikrobiom gastrointestinal, misalnya akibat antibiotik oral (Labes *et al.*, 2010; Maertens *et al.*, 2021; Nurcahyo, Konstanzová, dan Foitová, 2017). Ada sejumlah fasilitas kurungan yang dapat mengurangi tingkat keparahan penularan parasit pada kera dengan memastikan penerapan praktik keselamatan biologis (*biosafety*) secara tepat dan pengobatan antelmintik rutin (Liptovszky *et al.*, 2019).

### Protozoa

Protozoa adalah organisme bersel tunggal. *Balantidium coli* adalah agen penular komensal yang paling banyak dijumpai pada kera liar dan kera dalam kurungan. Sebagaimana protozoa lainnya, parasit ini merupakan bagian dari mikrobiom usus sehat dengan jumlah sedikit hingga sedang.

Prevalensinya pada orang utan dalam kurungan biasanya lebih tinggi dibandingkan pada orang utan liar. Namun, tentu saja, pengamatan penyakit klinis terkait penularan ini terbatas hanya pada satwa dalam kurungan. Faktor penyebab balantidiasis secara klinis mencakup peningkatan tekanan penularan di fasilitas kurungan yang sebagian besar akibat kepadatan populasi inang yang lebih tinggi, stres, dan makanan yang kaya akan karbohidrat yang mudah dicerna atau pati (Labes *et al.*, 2010; Schovancová *et al.*, 2013). Penularan *Balantidium* biasanya tidak tertangani di pusat rehabilitasi dan kebun binatang, kecuali terdapat peningkatan jumlah tanda klinis. Terdapat laporan kasus epidemi balantidiasis pada gorila barat dataran rendah dalam kurungan, termasuk typhlitis yang memerlukan operasi dan infeksi *B. coli* yang fatal (disertai koinfeksi *Salmonella*) pada gorila barat dataran rendah dalam kurungan di Kamerun (Lankester *et al.*, 2008; Lee *et al.*, 1990; Teare dan Loomis, 1982).

Di beberapa situasi, protozoa gastrointestinal lainnya yang umum dijumpai, seperti *Cryptosporidium*, *Entamoeba histolytica*, dan *Giardia*, telah menyebabkan



penularan klinis yang menyebabkan kembung, kram, atau diare pada kera dalam kurungan. Di kebun binatang, *Giardia* telah terbukti menyebabkan penyakit klinis (diare dan muntah-muntah). Sementara itu, *Entamoeba* spp. telah menyebabkan gejala iritasi usus, kolitis ulseratif, dan diare pada gorila, serta kolitis ulseratif dan abses paru atau hati pada simpanse. Meningkatnya kontak dengan manusia berkaitan dengan meningkatnya prevalensi protozoa, seperti *Entamoeba histolytica* pada orang utan yang direhabilitasi (Stuart *et al.*, 2020).

*Balamuthia mandrillaris* adalah organisme protozoa yang baru diketahui dan hidup bebas telah menyebabkan meningoensefalitis granuloma atau nekrosis subakut hingga akut mematikan pada manusia dan kera dalam kurungan. Kasus terpisah dilaporkan terjadi pada owa jambul pipi putih utara (*Nomascus leucogenys*), gorila barat dataran rendah, dan orang utan di Australia, Eropa, dan Amerika Utara.<sup>2</sup> Uji antibodi imunofluoresensi yang belum divalidasi, yang memungkinkan identifikasi dan penandaan antibodi dalam sampel darah, menunjukkan hasil menjanjikan pada orang utan. Tes yang telah divalidasi akan sangat bermanfaat untuk skrining preventif terhadap kera dalam kurungan (Ferris, Ali, dan West, 2021).

### Cacing Parasit (Helminth)

Kelompok cacing yang disebut sebagai *helminth* mencakup nematoda, cestoda, dan trematoda. Beberapa nematoda (*roundworm*) paling umum yang ditemukan pada kera dalam kurungan yaitu *Ancylostoma*, *Ascaris*, *Capillaria*, *Enterobius*, *Oesophagostomum*, *Strongyloides*, dan *Trichuris*.<sup>3</sup> Sebagai organisme gastrointestinal komensal, cacing-cacing ini biasanya tidak meningkatkan morbiditas secara signifikan, kecuali *Strongyloides* yang merupakan nematoda yang paling banyak dijumpai pada kera liar dan kera dalam kurungan (Mul *et al.*, 2007; Nurcahyo, Konstanzová, dan Foitová, 2017; Penner, 1981; Zulfikri,

Ridwan, dan Cahyaningsih, 2018). Meskipun bukan parasit yang penting secara klinis, larva cacing ini akan menyebar luas ke seluruh tubuh dan sering kali menyebabkan pneumonia verminosa dan peritonitis yang parah dan fatal, yang sering kali menyebabkan kematian pada orang utan yang hidup di kebun binatang (Liptovszky *et al.*, 2019). Di pusat rehabilitasi, orang utan muda diketahui lebih berisiko dibandingkan satwa yang lebih tua (Labes *et al.*, 2010). Strongyloidiasis fatal telah ditemukan pada koloni owa lar (*Hylobates lar*) sebagai penyebab kematian terbanyak, dengan enteritis erosif dan ulseratif, dan perdarahan difus multifokal yang berkaitan dengan migrasi larva (DePaoli dan Johnsen, 1978). Infeksi yang menyebar telah didiagnosis secara *antemortem* pada orang utan, dan dapat disembuhkan (Kleinschmidt, Kinney, dan Hanley, 2018).

Simpanse dan orang utan adalah inang alami untuk spesies *Enterobius* (Foitová *et al.*, 2008, 2014; Labes *et al.*, 2010). Infeksi *Enterobius* biasanya menyebabkan penyakit tanpa gejala hingga penyakit ringan secara klinis, tetapi terdapat laporan kolitis hemoragik fatal pada simpanse dalam kurungan, dengan parasit yang terus hidup dalam populasi tersebut selama lebih dari 20 tahun sejak awal penularan, meskipun sudah ada upaya pengobatan (Hasegawa dan Udono, 2007; Murata *et al.*, 2002; Yaguchi *et al.*, 2014). Infeksi berat secara klinis juga pernah tercatat pada owa yang dijadikan hewan peliharaan (Smith *et al.*, 1969).

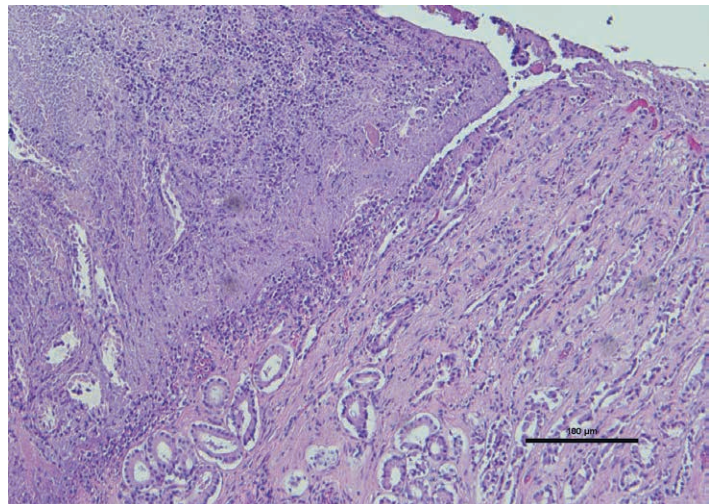
Cestoda, sebagaimana parasit lainnya, secara umum menyebabkan morbiditas rendah dalam kera sebagai inang alaminya. *Echinococcus multilocularis* (cacing pita rubah) tersebar luas di hemisfer utara dan menyebabkan ekinokokosis alveolar setelah penularan. Meski gorila dalam kurungan tampaknya sangat rentan, simpanse dan orang utan yang terinfeksi juga dilaporkan terdapat di kebun binatang Eropa dan Jepang (Federer *et al.*, 2016; Wenker *et al.*, 2019). Infeksi bisa tetap tidak menunjukkan gejala, tetapi perkembangan penyakit ini

secara klinis dapat menjadi (sub)akut dan fatal (Wenker *et al.*, 2019).

Kasus sporadis lainnya terkait sistiserkosis yang parah (infeksi yang disebabkan kista larva cacing pita) pada kera dalam kurungan mencakup kasus infeksi *Versteria mustelae* yang menyebar dan mematikan yang terjadi belakangan ini pada orang utan borneo (*Pongo pygmaeus* spp.) dalam kurungan, yang berkembang dengan cepat dan parah (Goldberg *et al.*, 2014). Teknik *metabarcoding* berpotensi menjadi standar identifikasi taksonomi cacing parasit dari sampel feses kera dan primata lainnya, sekaligus mendeskripsikan komunitas parasit yang berkaitan dengan primata (Gogarten *et al.*, 2020).

## Herpes

Herpes adalah kelompok penyakit virus yang disebabkan oleh *herpesvirus*, yang berdampak terhadap kulit (sering ditandakan dengan lepuh atau luka) dan sistem saraf. Penularan virus herpes terhadap semua kera telah didokumentasikan, dan virus herpes yang menyerang spesies tertentu mungkin berkembang bersama leluhur primata manusia.<sup>4</sup> Antibodi untuk virus simpleks herpes telah dilaporkan terdapat dalam owa yang diselamatkan, dengan prevalensi yang tinggi kemungkinan akibat kontak yang pernah dialami secara dekat dengan manusia (Eberle dan Jones-Engel, 2017; Sakulwira *et al.*, 2002). Kera sangat rentan terhadap virus herpes lainnya, seperti sitomegalovirus, virus epstein-barr, dan varicella-zoster (Habertur dan Messaoudi, 2013); penularan limfokriptovirus pada gorila gunung telah dikaitkan dengan epidemiologi semacam virus epstein-barr (Smiley Evans *et al.*, 2017). Manifestasi penularan virus herpes simpleks pada manusia berkisar dari stomatitis, atau atau tanda klinis lokal berupa membran mukosa, hingga penularan sistemis yang menyebabkan ensefalitis dan kematian (Gilardi *et al.*, 2014). Penularan ini dilaporkan terjadi pada populasi gorila, orang utan, dan owa dalam kurungan.<sup>5</sup>



## Penyakit Menular dengan Dampak yang Terukur terhadap Kesehatan

### *Candidatus Sarcina troglodytae*

*Sarcina* adalah bakteri yang membuat dan melepaskan racun yang menyebabkan degenerasi dalam sistem saraf (Brown, 2019). Belum lama ini, strain *Candidatus Sarcina troglodytae* yang baru dan sangat ganas berkaitan dengan penyakit pada simpanse rehabilitasi dalam kurungan. Bakteri ini menyebabkan 'sindrom neurologis dan gastroenteritis epizootik', yang ditunjukkan dengan tanda-tanda neurologis dan gastrointestinal yang dapat menyebabkan kematian meskipun penanganan medis telah dilakukan (Owens *et al.*, 2021). Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menjelaskan peran strain bakteri ini secara akurat dalam perkembangan sindrom.

## Penyakit Pernapasan

### *Tuberkulosis*

Tuberkulosis (TB) adalah penyakit yang disebabkan oleh infeksi dari *Mycobacterium tuberculosis* yang memiliki rentang inang yang luas dan merupakan penyebab kematian utama akibat bakteri pada manusia di seluruh dunia. Oleh karena itu, TB merupakan masalah spesifik yang berkaitan dengan kera

**Foto:** Jaringan perut yang meradang, gorila gunung betina dewasa, gastritis ulseratif akut parah hingga subakut. © Gorilla Doctors

dalam kurungan. Meskipun prevalensinya rendah pada kera dalam kurungan, wabah yang tersebar ke lingkungan dapat menimbulkan dampak yang mengerikan mengingat rentang inang yang luas dan aspek zoonosisnya (Kock *et al.*, 2021; Lécu dan Ball, 2011; Michel *et al.*, 2003; Montali, Mikota, dan Cheng, 2001). Penularan *Mycobacterium tuberculosis* dilaporkan terjadi secara sporadis pada simpanse, orang utan, dan owa dalam kurungan di kebun binatang (Michel *et al.*, 2003; Shin *et al.*, 1995; Wilson *et al.*, 1984). Penularan di kebun binatang umumnya dianggap berasal dari kontak dengan manusia, meskipun satwa telah diketahui membawa *Mycobacteria* ini ke dalam fasilitas tersebut. Dalam satu kasus, seekor gajah menjadi sumber TB yang menulari simpanse dan staf kebun binatang (Stephens *et al.*, 2013).

Meskipun populasi kera tak diragukan lagi rentan terhadap patogen ini, tes untuk mengidentifikasi TB sangat penting dilakukan sebelum spesies ini bergabung dengan populasi dalam kurungan di pusat rehabilitasi atau kebun binatang, terutama saat periode karantina (Lécu dan Ball, 2011). Pusat rehabilitasi orang utan tampaknya sangat rentan dan terdampak, mengingat kasus TB pada populasi manusia sangat tinggi di berbagai negara yang menjadi lokasi penyitaan anak-anak orang utan tanpa induk. Indonesia memiliki beban sangat tinggi dengan 312 kasus per 100.000 orang (WHO, 2020c); dan tingkat TB di Malaysia yaitu 92 per 100.000 orang (Avoi dan Liaw, 2021). Beberapa pusat orang utan harus membangun fasilitas karantina khusus TB untuk menampung satwa positif TB. Sejumlah individu ini tidak akan pernah dilepasliarkan karena *M. tuberculosis* belum pernah terdeteksi pada orang utan liar dan bakteri ini mungkin baru akan mati bertahun-tahun setelah pengobatan (Dench *et al.*, 2015). Survei terhadap simpanse liar belum menunjukkan keberadaan bakteri ini (Wolf *et al.*, 2016). Kendati demikian, kera rehabilitasi dalam kurungan tidak dapat dilepasliarkan hingga mendapat hasil tes negatif TB, dan berbagai upaya perlu dilakukan untuk memitigasi risiko penye-

baran dari manusia dan hewan peliharaannya guna melindungi populasi satwa di alam liar (Wolf *et al.*, 2014).

Tantangan diagnosis dapat mempersulit identifikasi akurat terhadap tahap laten infeksi *M. tuberculosis* karena selama tahap ini bakteri tersebut tetap dorman di dalam tubuh, tanpa tanda klinis yang nyata atau perpindahan bakteri terkait. Diagnosis paling akurat akan diperoleh jika beberapa tes digabungkan, yakni isolasi, kultur atau deteksi molekular bakteri, X-ray dada, dan tes imunologis yang menunjukkan infeksi sebelumnya (menggunakan antibodi atau respons imun lainnya dalam darah atau berdasarkan tes kulit). Orang utan menunjukkan tingkat reaktivitas silang yang tinggi dengan *Mycobacteria* nonpatogen, yang dapat dibedakan melalui tes kulit komparatif meskipun dapat mempersulit diagnosis secara akurat (Dench *et al.*, 2015). Selain itu, pada tahap laten ini, TB dapat tetap dorman di dalam tubuh selama bertahun-tahun dan dapat menahan pendekatan terapeutik yang ketat. Karakteristik ini menekankan adanya berbagai risiko jika TB masuk ke dalam fasilitas kurungan.

### *Airsacculitis*

*Airsacculitis* adalah kondisi peradangan umum pada kantong udara. Terhubung dengan tabung laring pada kera (dan pada banyak satwa lainnya), kantong ini berfungsi sebagai ruang resonansi yang memperkuat vokalisasi dan memperpanjang durasi panggilan (Hewitt, MacLarnon, dan Jones, 2002; Riede *et al.*, 2008). *Airsacculitis* merupakan kondisi ketika nanah terakumulasi di dalam kantong udara, yang berpotensi menimbulkan komplikasi serius, termasuk bronkopneumonia dan sepsis yang fatal. Dari semua spesies kera dalam kurungan, orang utan merupakan yang paling rentan terserang kondisi ini. Meski demikian, beberapa dokumentasi menyebutkan bahwa kondisi ini juga ditemukan pada simpanse dan bonobo dalam kurungan.<sup>6</sup> Sinusitis dan pneumonia yang terjadi bersamaan kemungkinan besar berkontri-

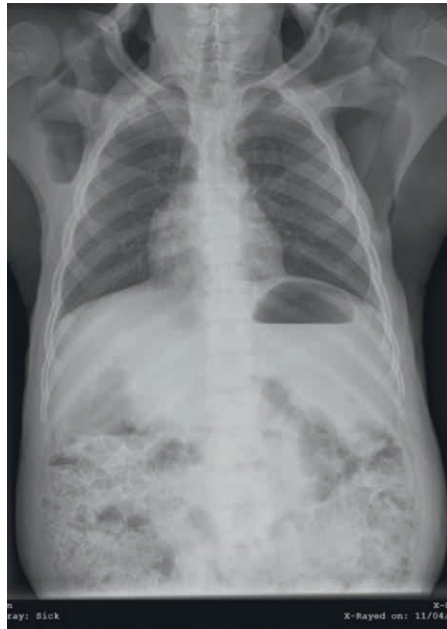
busi terhadap perkembangan penyakit ini (Steinmetz dan Zimmermann, 2012).

Bakteri usus sering kali ditemukan dalam kasus *airsacculitis* di pusat penyelamatan. Lingkungan dalam kurungan mempermudah masuknya bakteri ini ke dalam sistem pernapasan bagian atas (Philippa dan Dench, 2019). Angka kejadian yang relatif tinggi di fasilitas kurungan juga dapat disebabkan oleh kondisi lain. Peningkatan kasus penyakit ini pada orang utan yang direhabilitasi cenderung disebabkan ukuran kandang yang sempit, kandang yang terlalu padat, ventilasi yang buruk, dan faktor lingkungan, misalnya asap (J. Philippa, pengamatan pribadi, 2020).

### Infeksi Saluran Pernapasan Akibat Virus dan Bakteri Lainnya

Infeksi saluran pernapasan pada kera besar dalam kurungan atau setengah liar dilaporkan cukup sering terjadi. Patogen pernapasan manusia sering dikaitkan dengan wabah penyakit pernapasan di kedua kategori tersebut. Kasus infeksi yang disebabkan oleh *human pneumovirus* (HMPV dan HRSV), sering kali disertai dengan infeksi sekunder *Streptococcus pneumoniae*, ditemukan pada simpanse di kebun binatang dan pusat penyelamatan satwa liar di Eropa dan Amerika Serikat (Köndgen *et al.*, 2017; Slater *et al.*, 2014; Szentiks *et al.*, 2009; Unwin, Chatterton, dan Chantrey, 2013). Dilaporkan bahwa tingkat morbiditas mencapai 100% dan terjadi beberapa kasus kematian. Investigasi serologis menunjukkan adanya keterpaparan yang luas terhadap patogen pernapasan manusia, termasuk virus influenza A dan B dari berbagai sub tipe (Buitendijk *et al.*, 2014; Kooriyama *et al.*, 2013). Namun, temuan ini belum pernah dikonfirmasi dengan metode deteksi patogen langsung.

Sindrom pernapasan akut parah *coronavirus 2* (SARS-CoV-2) yang muncul baru-baru ini dan menyebabkan pandemi COVID-19, tercatat menulari gorila di kebun binatang di Barcelona, Praha, Rotterdam, dan San Diego. Penyebaran ini kembali menegaskan tingginya risiko penularan patogen pernapasan manusia dan pentingnya mematuhi



**Foto:** Infeksi saluran pernapasan pada kera besar dalam kurungan dan setengah liar dilaporkan cukup sering terjadi. Patogen pernapasan manusia sering dikaitkan dengan wabah penyakit pernapasan di kedua kategori tersebut. © IAR Indonesia (YIARI)/KLHK Republik Indonesia

aturan kebersihan yang ketat saat bekerja di dekat kera besar (Gilardi *et al.*, 2015; Reuters dan Gorman, 2021; Staf Reuters, 2021). Meskipun tidak ada kasus SARS-CoV-2 yang terkonfirmasi pada populasi kera yang hidup bebas, risikonya cukup signifikan mengingat tingginya prevalensi penyakit ini pada populasi manusia di sekitarnya. Langkah-langkah untuk mengurangi risiko penularan dan kemungkinan wabah dalam populasi kera liar meliputi analisis risiko penyakit terhadap kera yang akan dipindahkan atau dilepasliarkan, serta peningkatan surveilans patogen (Sherman *et al.*, 2021).

### Cacar monyet

Tidak lama setelah penemuan pertama MPXV dalam satu koloni kera di sebuah pusat penelitian di Denmark pada tahun 1958, dilaporkan terjadi wabah di Kebun Binatang Rotterdam, Belanda (von Magnus *et al.*, 1959). Di antara spesies yang terjangkit, simpanse, gorila, dan orang utan terserang wabah ini dengan beragam tingkat morbiditas dan mortalitas (Peters, 1966). Tanda klinisnya mencakup ruam makulopapular dan keluarnya cairan dari hidung.

Pada tahun 2014 dan 2016, dua wabah MPXV menyerang simpanse setengah liar di pusat penyelamatan di Kamerun (Devaux *et al.*, 2019; Guagliardo *et al.*, 2020). Pada wabah pertama di Suaka Margasatwa Sanaga-Yong, enam satwa jatuh sakit dan satu individu mati karena infeksi. Pada wabah kedua, di Suaka Primata Mefou, satu dari dua kasus yang dilaporkan berujung kematian. Survei serologis terhadap penduduk sekitar menunjukkan bahwa petani memiliki prevalensi antibodi spesifik MPXV yang lebih tinggi daripada petugas di suaka margasatwa, yang mengindikasikan bahwa kontak dengan hewan pengerat lebih memungkinkan terjadinya paparan dibandingkan dengan kontak dengan kera (Guagliardo *et al.*, 2020).

## Melioidosis

Melioidosis yang juga dikenal sebagai penyakit Whitmore ini merupakan penyakit menular yang umum ditemui di daerah tropis dan dapat menginfeksi manusia dan hewan, serta memiliki berbagai macam gejala dan tingkat keparahan. Melioidosis adalah penyakit yang makin populer di wilayah endemisnya, yakni Asia Tenggara dan Australia bagian utara. Penyakit ini telah menyebabkan infeksi fatal pada owa dan orang utan yang hidup di kebun binatang, dan di pusat penyelamatan orang utan di Malaysia, owa di kebun binatang Singapura, dan baru-baru ini, ditemukan pada orang utan yang direhabilitasi di Indonesia (Nathan *et al.*, 2018; Sim *et al.*, 2018; Sprague dan Neubauer, 2004; Testamenti *et al.*, 2020). Kera Afrika juga termasuk yang rentan terinfeksi melioidosis, misalnya lima gorila dan dua simpanse di Kebun Binatang Singapura yang pernah mengalami infeksi fatal. (Sim *et al.*, 2018).

Penyakit ini disebabkan oleh infeksi bakteri *Burkholderia pseudomallei*, yang memiliki inang yang sangat beragam dan dapat menyebabkan angka kematian yang tinggi pada hewan dan manusia. Infeksi cenderung terjadi bersamaan dengan meningkatnya curah hujan (Cheng dan Currie, 2005).

Tanda klinisnya dapat berkisar dari subklinis hingga subakut, atau penurunan berat badan disertai abses subkutan dan jaringan lunak. Melioidosis sulit didiagnosis dan diobati karena organisme ini dapat tetap bertahan selama bertahun-tahun dan resisten terhadap sebagian besar antibiotik.

## Penyebab Penyakit Tidak Menular

### Malanutrisi/Gizi Buruk

Malanutrisi atau gizi buruk merupakan dampak dari pola makan yang tidak seimbang, termasuk obesitas, tetapi lebih sering dikaitkan dengan kekurangan gizi dan kelaparan. Berdasarkan sejumlah pengalaman dan pengetahuan, pedoman praktik terbaik mengenai formulasi dan kisaran nutrisi target memungkinkan pengelolaan pakan kera dalam kurungan secara hati-hati (Abelló, Rietkerk, dan Bement, 2017; AZA Ape TAG, 2010, 2017; Stevens, 2020). Pelet buatan pabrik membantu menyeimbangkan komposisi pakan bagi kera dalam kurungan jika diberikan bersama pakan segar yang lebih setara dengan makanan alami (Nijboer, 2020). Namun, di pusat penyelamatan di negara wilayah jelajah kera, biskuit atau pelet yang diproduksi secara komersial mungkin tidak tersedia. Karena itu, perlu dilakukan pemilihan makanan alami yang cermat berdasarkan perhitungan nilai nutrisi untuk memenuhi kebutuhan makanannya.

Meski demikian, kondisi kekurangan gizi masih terjadi di lingkungan dalam kurungan karena pemberian makanan yang tidak seimbang, atau karena ketatnya persaingan dalam kelompok sosial kera untuk mendapatkan makanan sehingga menyebabkan terjadinya penurunan berat badan individu tertentu. Untuk menjaga kecukupan gizi, penanganan kera dapat mencakup pengawasan terhadap jumlah makanan yang dikonsumsi setiap individu dalam kelompok sosial dan menggunakan jadwal penimbangan dan penilaian tubuh secara teratur untuk memantau berat

badan (Abelló, Rietkerk, dan Bemment, 2017; AZA Ape TAG, 2010, 2017; Stevens, 2020).

### *Defisiensi dan Ketidakseimbangan*

Rakitis, osteopenia, dan penyakit tulang metabolis tercatat banyak ditemukan pada kera dan primata lainnya yang berada dalam kurungan. Defisiensi ini merupakan akibat dari ketidakseimbangan antara kalsium dan fosfor dalam makanan, atau kurangnya asupan kalsium atau vitamin D (Crissey *et al.*, 1998; Farrell, Rando, dan Garrod, 2015; Junge *et al.*, 2000). Kelainan ini terjadi ketika hewan, terutama bayi dan betina dewasa, kurang terpapar sinar matahari, misalnya karena ditempatkan di dalam kandang (Videan *et al.*, 2007). Kebun binatang di wilayah yang jauh dari garis khatulistiwa membutuhkan cahaya buatan untuk memenuhi kebutuhan sinar ultraviolet B yang dipancarkan matahari, yang tidak memadai di wilayah dengan garis lintang yang lebih tinggi dan lebih rendah (Nijboer, 2020).

Kekurangan vitamin C menyebabkan penyakit yang umum dikenal sebagai 'skorbut', yang dapat dialami semua primata karena ketidakmampuannya dalam menyintesis vitamin C. Guna memastikan asupan yang memadai, sebagian besar kebun binatang menambahkan biskuit buatan yang mengandung vitamin C berimbang, terutama jika asupan sayuran hijau dan buah tidak mencukupi (Lowenstine, McManamon, dan Terio, 2018).

### *Obesitas*

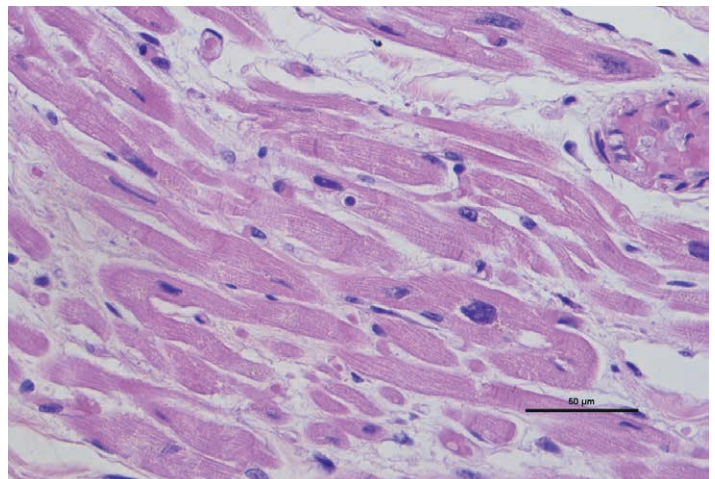
Obesitas adalah bentuk gangguan gizi paling umum yang dijumpai pada kera di kebun binatang. Orang utan dan gorila merupakan kelompok yang paling rentan mengalami gangguan ini akibat besarnya asupan karbohidrat yang mudah dicerna/simpleks, sementara kegiatan fisik yang dilakukan sangat terbatas (Lowenstine, McManamon, dan Terio, 2018). Obesitas, yang sulit ditangani di fasilitas kurungan, pada dasarnya merupakan predisposisi bagi satwa terhadap penyakit seperti diabetes dan penyakit jantung hipertensif (Gresl, Baum, dan Kemnitz, 2000;

Lowenstine, McManamon, dan Terio, 2016). Mengingat penurunan asupan kalori dalam makanan biasanya langsung diikuti dengan penurunan kegiatan, pendekatan yang lebih efektif untuk melawan obesitas adalah dengan memastikan bahwa kera melakukan 'pekerjaan' untuk mendapatkan makanannya dengan meningkatkan serat, dedaunan, dan ranting (yang dikenal dengan istilah 'meramban'), dan mengurangi kandungan gula dalam makanannya. Praktik ini dapat mengurangi frekuensi regurgitasi abnormal dan penelanan ulang, sekaligus mengatasi pradiabetes pada kera di kebun binatang (Cabana, Jasmi, dan Maguire, 2018; Nash *et al.*, 2021).

### *Masalah Kesehatan terkait Usia*

Beberapa penelitian mengenai patologi pada kera yang hidup di dalam kurungan dan alam liar menunjukkan bahwa penyakit kardiovaskular, penyakit ginjal, dan osteoarthritis merupakan penyakit terkait usia atau degeneratif yang paling signifikan di antara semua kera (Lowenstine, McManamon, dan Terio, 2018). Kondisi degeneratif lainnya, termasuk penyakit gigi (atrasi gigi dan gigi tanggal), kondisi mata (katarak dan penyakit retina), dan penyakit hati juga telah banyak ditemukan. Hubungan patologis penuaan otak manusia dilaporkan terjadi pada simpanse, gorila,

**Foto:** Penyakit kardiovaskular, penyakit ginjal, dan osteoarthritis merupakan penyakit terkait usia atau degeneratif yang paling signifikan di antara semua kera. Jaringan jantung, gorila gunung betina dewasa, kardiomiopati fibrosis. © Gorilla Doctors





dan orang utan (Lowenstine, McManamon, dan Terio, 2016). Neoplasma tidak umum terjadi pada kera dibandingkan dengan manusia dan beberapa primata lain, kecuali leiomioma rahim jinak pada simpanse betina dan tumor ganas/malignansi reproduksi pada gorila betina yang hidup di dataran rendah (Brown *et al.*, 2009; Lowenstine, McManamon, dan Terio, 2016).

### Penyakit Kardiovaskular

Penyakit kardiovaskular adalah istilah umum untuk kondisi yang berhubungan dengan jantung dan pembuluh darah. Penyakit ini merupakan faktor penyebab signifikan kematian kera dalam perawatan terkelola. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa angka kejadian yang dilaporkan di kebun binatang di Amerika Utara adalah 45% bonobo, 41% gorila barat dataran rendah, 38% simpanse, dan 29% orang utan.<sup>7</sup>

Fibrosis miokardium interstitial atau kardiomiopati fibrosis merupakan lesi yang paling sering tercatat ditemukan pada semua kera besar, baik di kebun binatang maupun populasi dalam penelitian (Munson dan Montali, 1990; Schulman *et al.*, 1995). Kondisi ini dapat menyebabkan kematian mendadak akibat aritmia ganas atau gagal jantung kongestif (Lowenstine, McManamon, dan Terio, 2016; Murphy *et al.*, 2011). Data autopsi (*postmortem*) menunjukkan bahwa 41%

gorila di Amerika Utara, 81%–100% simpanse yang hidup di koloni penelitian, dan 91% simpanse di kebun binatang menunjukkan kondisi fibrosis sedang hingga berat (Lammey *et al.*, 2008; Meehan dan Lowenstine, 1994; Strong *et al.*, 2018). Hipertrofi ventrikel kiri, disertai arteriosklerosis arteri koroner, menunjukkan hipertensi sistemik sebagai patogenesis yang menjadi penyebabnya (Schulman *et al.*, 1995).

Pada saat publikasi ini ditulis, satu-satunya penelitian mengenai fibrosis miokardium pada simpanse di pusat penyelamatan menunjukkan bahwa tidak ditemukan bukti adanya penyakit ini pada 23 sampel simpanse berusia 8-27 tahun (Strong *et al.*, 2020). Hingga saat ini belum ada data yang dipublikasikan mengenai fibrosis miokardium pada bonobo, gorila, atau orang utan. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan apakah fibrosis miokardium menimbulkan masalah yang sama pada kera liar dan kera dalam kurungan di pusat penyelamatan, dan jika tidak, faktor predisposisi apa yang menyebabkan munculnya penyakit ini di fasilitas zoologi dan penelitian.

Lesi kardiovaskular penting lainnya yang dijumpai pada kera adalah diseksi aorta (penyakit utama pada bonobo dan gorila dataran rendah), aterosklerosis, dan penyakit katup degeneratif (Lowenstine, McManamon, dan Terio, 2018). Stroke pada simpanse dalam kurungan telah banyak didokumentasikan di berbagai penelitian (Jean *et al.*, 2012). Aterosklerosis koroner yang sebelumnya kerap dialami kera dalam kurungan kini jarang ditemukan, dan hanya dijumpai pada kera tua yang pernah hidup dalam kondisi pemeliharaan yang tidak layak (Lowenstine, McManamon, dan Terio, 2016).

Berikut ini tiga proyek yang tengah berlangsung yang secara khusus meneliti penyakit jantung pada kera besar.

- International Primate Heart Project (Cardiff Metropolitan University, tanpa tahun);
- Great Ape Heart Project (Detroit Zoological Society, tanpa tahun); dan

**Foto:** Kondisi degeneratif lainnya, termasuk penyakit gigi (atrasi gigi dan gigi tanggal), kondisi mata (katarak dan penyakit retina), dan penyakit hati.  
© Lwiro Primates Rehabilitation Center

- Ape Heart Project (Twycross Zoo, tanpa tahun; lihat Studi Kasus 2.4).

Penelitian dari kelompok ini berhasil mengidentifikasi kondisi jantung khusus, faktor risiko potensial, dan penanda awal penyakit jantung, seperti ektopi ventrikel multifokal yang terdeteksi melalui elektrokardiogram, diabetes, penyakit ginjal, obesitas, hipertensi, dan sindrom metabolis.<sup>8</sup> Ke depannya, proyek ini akan menghasilkan basis data *antemortem* dan *postmortem* terstandardisasi yang lengkap yang akan membantu meningkatkan pemahaman mengenai penyakit jantung pada spesies yang terancam punah ini. Basis data ini juga dapat membantu meningkatkan praktik peternakan dan kedokteran hewan yang lebih baik dan dapat membantu menanggulangi dan mengobati penyakit ini.

### Penyakit Ginjal

Sistem ginjal meliputi ginjal, ureter, kandung kemih, dan uretra, yang berfungsi memproduksi dan mengeluarkan urin. Penyakit ginjal umumnya dialami kera dalam kurungan. Basis data patologi kera dalam rencana keberlangsungan hidup spesies Amerika Utara mencantumkan nefritis interstisial kronis sebagai diagnosis paling umum, diikuti oleh lesi glomerulus (Lowenstine, McManamon, dan Terio, 2018). Simpanse yang menua dan hidup di laboratorium umumnya menunjukkan bukti penurunan fungsi ginjal secara klinis (Videan, Fritz, dan Murphy, 2008). Penyakit ginjal juga teridentifikasi sebagai penyebab kematian pada 26% orang utan berusia di atas 40 tahun dan 15%–18% orang utan berusia 15–40 tahun, tetapi lebih jarang ditemukan pada gorila yang hidup di dataran rendah dan pegunungan (Lowenstine *et al.*, 2008; Meehan dan Lowenstine, 1994; Nutter *et al.*, 2005). Secara statistik, terdapat hubungan antara penyakit jantung dan ginjal pada orang utan yang hidup di kebun binatang (Lowenstine *et al.*, 2008).

### Osteoarthritis

Osteoarthritis adalah kondisi yang menyebabkan persendian kaku dan nyeri, dan umumnya dilaporkan dialami kera dalam kurungan, meskipun prevalensi keseluruhan pada kera dalam perawatan terkelola belum diketahui. Konsultan patologi rencana keberlangsungan hidup spesies kera melaporkan bahwa osteoarthritis biasanya menyerang lutut, pinggul, siku, dan tulang belakang bagian bawah. Lesi ditemukan pada individu dalam kurungan dan di alam liar (Lowenstine, McManamon, dan Terio, 2016).

### Penyakit Gigi

Hipoplasia email (penipisan atau hilangnya email) pada gigi sulung dan gigi permanen ditemukan pada kera liar dan kera dalam kurungan. Pembentukan enamel dapat terganggu oleh tekanan eksternal, termasuk musim hujan yang menyebabkan terbatasnya ketersediaan makanan (Skinner, 1986). Orang utan paling rentan mengalami hipoplasia email linier dan lokal, yang juga ditemukan pada simpanse dan gorila, sementara owa jarang mengalami masalah ini (Guatelli-Steinberg, 2000; Guatelli-

**Foto:** Hipoplasia enamel (penipisan atau hilangnya email) pada gigi sulung dan gigi permanen ditemukan pada kera liar dan kera dalam kurungan. © IAR Indonesia (YIARI)/KLHK Republik Indonesia



Steinberg, Ferrell, dan Spence, 2012; Guatelli-Steinberg dan Skinner, 2000; Hannibal dan Guatelli-Steinberg, 2005).

## Gangguan Psikologis

Gangguan psikologis juga dikenal sebagai gangguan kejiwaan atau masalah kesehatan mental. Minimnya kesempatan atau kemampuan untuk berperilaku alami, melakukan kegiatan fisik, dan terutama latihan mental, meningkatkan kemungkinan terjadinya gangguan psikologis, termasuk perilaku stereotipikal, yang disertai peningkatan kadar hormon stres seperti kortisol dan katekolamin (Jacobson, Ross, and Bloomsmith, 2016; Nash *et al.*, 1999; lihat Bab 8). Gangguan psikologis lebih mungkin terjadi pada kera dalam kurungan yang riwayat hidupnya tidak diketahui. Kera menunjukkan gangguan perilaku yang mirip dengan Gangguan Stres Pascatrauma (PTSD), setelah mengalami kejadian traumatis. Para pengasuh disarankan memperhatikan tanda-tanda tersebut, terutama saat melakukan penyelamatan kera yatim piatu, memindahkan kera yang 'terlantar', atau memasukkan kera ke fasilitas kurungan (Ferdowsian *et al.*, 2011).

## Pengurangan Ilegal

Pengurangan ilegal menciptakan berbagai ancaman kesehatan akibat buruknya sistem pemeliharaan. Pengurangan ilegal umumnya dimulai sejak usia dini, ketika kera muda dipisahkan secara paksa dari induknya. Kera-kera ini sering kali dikurung dalam kondisi lingkungan yang memprihatinkan dan umumnya tidak diberi makanan yang memadai. Kera yang dipelihara secara ilegal cenderung menunjukkan tanda-tanda kekurangan gizi dan PTSD; banyak yang mengalami gizi buruk dan kurus, dan beberapa mengalami obesitas (Ferdowsian *et al.*, 2011). Untuk skenario penanganan terbaik, bayi kera yatim piatu diperkenalkan pada pola makan yang tepat dan disapih dari makanan yang tidak sesuai yang mungkin

diberikan sebelumnya. Untuk kera yang mengalami kurungan ilegal dalam jangka waktu lama, perubahan fisik tidak dapat dipulihkan, termasuk penyakit tulang metabolis (Farrell, Rando, dan Garrod, 2015).

Selain menderita gangguan psikologis dan kekurangan gizi, beberapa kera yang dikurung secara ilegal juga dijadikan sebagai peraga foto atau atraksi wisata. Di Thailand, owa muda dipertontonkan di pantai, bar, dan restoran, dengan diberi obat-obatan seperti amfetamina agar tetap terjaga di malam hari dan alkohol untuk 'pentas' (Gray, 2012). Oleh karena itu, tidak jarang owa yang diselamatkan mengalami ketergantungan terhadap alkohol atau obat-obatan (J. Philippa, pengamatan pribadi, 2021).

## Kesimpulan

Bab ini membahas faktor-faktor yang berdampak besar dan belum cukup diteliti terhadap kesehatan kera liar dan kera dalam kurungan. Meskipun bukan merupakan tinjauan yang lengkap mengenai faktor-faktor tersebut, tetapi laporan ini menyajikan gambaran awal. Penelitian jangka panjang yang terus dilakukan sangat mungkin akan mengungkap patogen baru dan faktor non-infeksi yang memengaruhi kesehatan kera. Dari perspektif kesehatan masyarakat, kegiatan penelitian yang sedang berlangsung ini dapat memberikan informasi tentang strategi pengurangan risiko penyakit bagi manusia (Calvignac-Spencer *et al.*, 2012). Pada saat yang sama, penelitian terhadap sesama hominin manusia dapat memberikan wawasan tentang berbagai faktor yang memengaruhi kesehatan manusia primitif dan hubungannya dengan dunia mikrob; temuan ini selanjutnya dapat berkontribusi terhadap peningkatan kesehatan manusia (Gogarten *et al.*, 2019b; Moeller, 2017). Mengingat banyaknya ancaman yang dihadapi kera di alam liar, memahami faktor yang memengaruhi kesehatan dan kondisi fisiknya dapat memberikan pengetahuan penting bagi konservasi jangka panjang.

“Mengingat banyaknya ancaman yang dihadapi kera di alam liar, memahami faktor yang memengaruhi kesehatan dan kondisi fisiknya dapat memberikan pengetahuan penting bagi konservasi jangka panjang.”

Seperti yang dijelaskan dalam bab ini, hanya sebagian kecil faktor yang terbukti atau diduga berpengaruh terhadap kesehatan kera, baik pada individu di alam liar maupun dalam kurungan. Temuan ini mungkin tidak mengejutkan, karena keberadaan bakteri dan bakteriofag dalam usus kera dalam kurungan sangat berbeda dengan usus kera di alam liar. Tentunya, di lingkungan dalam kurungan, komponen mikrobiom kera liar mengalami penggantian total oleh mikrob yang berkaitan dengan manusia (Campbell *et al.*, 2020; Gogarten *et al.*, 2021). Sama seperti keberadaan mikroba yang dihadapi kera dalam kurungan yang jauh berbeda dengan kera liar, begitu pula dengan faktor infeksi dan noninfeksi yang memengaruhi kesehatannya masing-masing.

Ancaman yang ditimbulkan oleh patogen pernapasan manusia, yang telah mengakibatkan mortalitas signifikan pada kedua populasi, menunjukkan titik temu paling jelas antara kera liar dan kera dalam kurungan. Mengingat tingkat gangguan antropogenik yang terus meningkat dan kontak antara manusia dan satwa liar yang semakin tinggi, berbagai ancaman kesehatan yang dihadapi oleh populasi kera liar dan dalam kurungan kemungkinan besar akan semakin meluas. Meski demikian, gambaran umum ini menunjukkan bahwa strategi yang ditargetkan sangat diperlukan untuk penanganan populasi kera liar dan kera dalam kurungan. Kolaborasi yang lebih erat di antara para praktisi dan peneliti yang bekerja menangani kondisi di habitat asli (*in situ*) dan dalam kurungan (*ex situ*) adalah kunci untuk menjembatani kesenjangan data dan mengubah data klinis anekdotal menjadi bukti kuat yang telah ditelaah oleh sesama peneliti.

## Ucapan Terima Kasih

**Penulis utama:** Ariane Düx,<sup>9</sup> Fabian H. Leendertz,<sup>10</sup> Jan F. Gogarten,<sup>11</sup> Livia V. Patrono,<sup>12</sup> Kamilla Pléh,<sup>13</sup> dan Joost Philippa<sup>14</sup>

**Kontributor:** Sébastien Calvignac-Spencer,<sup>15</sup> Aimee Drane,<sup>16</sup> Tim Georoff,<sup>17</sup> dan Benjamin Mubemba<sup>18</sup>

## Catatan Akhir

- Bermejo *et al.* (2006); Leroy *et al.* (2005); Mari Saéz *et al.* (2015); Olival dan Hayman (2014); Pigott *et al.* (2014, 2016).
- Canfield *et al.* (1997); Gjeltema *et al.* (2016); Hawkins *et al.* (2021); Mätz-Rensing *et al.* (2011); Rideout *et al.* (1997).
- Labes *et al.* (2011); Mbaya dan Udendeye (2011); Mul *et al.* (2007); Panayotova-Pencheva (2013); Tangtrongsup *et al.* (2019); Teo *et al.* (2019); Toft (1982).
- Eberle, Black Hilliard (1989); Eberle dan Jones-Engel (2017); Lavergne *et al.* (2014); Seimon *et al.* (2015); Wertheim *et al.* (2014).
- Emmons dan Lennette (1970); Heldstab *et al.* (1981); Kik *et al.* (2005); Landolfi *et al.* (2005); Mootnick *et al.* (1998); Ramsay *et al.* (1982).
- Cambre *et al.* (1980); Clifford *et al.* (1977); Kumar *et al.* (2012); Lawson, Garriga, dan Galdikas (2006); McManamon, Swenson dan Lowenstine (1994); Stevens (2020); Zimmermann *et al.* (2011).
- Gamble *et al.* (2004); Lammey *et al.* (2008); Laurence *et al.* (2017); Lowenstine *et al.* (2008); McManamon dan Lowenstine (2012); Meehan dan Lowenstine (1994); Seiler *et al.* (2009).
- Celestino-Soper *et al.* (2018); Doane, Lee, dan Sleeper (2006); Ely, Zavaskis, dan Lammey (2013); Lowenstine, McManamon, dan Terio (2016); Nunamaker, Lee, dan Lammey (2012); Rosenblum dan Coulston (1983); Tong *et al.* (2014).
- Helmholtz Institute for One Health, Helmholtz-Centre for Infectious Research ([www.helmholtz-hzi.de/en](http://www.helmholtz-hzi.de/en)) dan Robert Koch Institute ([www.rki.de](http://www.rki.de)).
- Helmholtz Institute for One Health, Helmholtz-Centre for Infectious Research ([www.helmholtz-hzi.de/en](http://www.helmholtz-hzi.de/en)) dan Robert Koch Institute ([www.rki.de](http://www.rki.de)).
- Helmholtz Institute for One Health, Helmholtz-Centre for Infectious Research ([www.helmholtz-hzi.de/en](http://www.helmholtz-hzi.de/en)), Robert Koch Institute ([www.rki.de](http://www.rki.de)), dan University of Greifswald ([zoologie.uni-greifswald.de/en/organization/departments/applied-zoology-and-nature-conservation](http://zoologie.uni-greifswald.de/en/organization/departments/applied-zoology-and-nature-conservation)).
- Helmholtz Institute for One Health, Helmholtz-Centre for Infectious Research ([www.helmholtz-hzi.de/en](http://www.helmholtz-hzi.de/en)) dan Robert Koch Institute ([www.rki.de](http://www.rki.de)).
- Helmholtz Institute for One Health, Helmholtz-Centre for Infectious Research ([www.helmholtz-hzi.de/en](http://www.helmholtz-hzi.de/en)) dan Robert Koch Institute ([www.rki.de](http://www.rki.de)).
- Helmholtz Institute for One Health, Helmholtz-Centre for Infectious Research ([www.helmholtz-hzi.de/en](http://www.helmholtz-hzi.de/en)) dan Robert Koch Institute ([www.rki.de](http://www.rki.de)).
- Robert Koch Institute ([www.rki.de](http://www.rki.de)).
- International Primate Heart Project, Swansea University ([www.swansea.ac.uk](http://www.swansea.ac.uk)).
- North Carolina Zoo ([www.nczoo.org](http://www.nczoo.org)).
- Copperbelt University School of Natural Resources ([www.cbu.ac.zm/schoolsAndUnits/schoolof-naturalresources](http://www.cbu.ac.zm/schoolsAndUnits/schoolof-naturalresources)).