

Kera: Sebuah Tinjauan Umum

Indeks Kera

Seluruh informasi diambil dari *Handbook of the Mammals of the World. Volume 3. Primates* (Mittermeier, Rylands, dan Wilson, 2013), kecuali dikatakan lain.



Bonobo (*Pan paniscus*)

Sebaran dan Populasi di Alam Liar

Bonobo hanya terdapat di Republik Demokratik Kongo (RDK), dipisahkan secara biogeografis dari simpanse dan gorila oleh Sungai Kongo (lih. Gambar AO1). Jumlah populasinya tidak diketahui, karena baru 30% wilayah sebaran historisnya yang disurvei. Namun demikian, dari empat populasi bonobo yang secara geografis berbeda, populasinya diperkirakan sekitar 15.000-20.000 individu, dengan jumlah yang terus menyusut (Fruth *et al.*, 2016).

Bonobo terdaftar dalam Lampiran I Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) serta masuk dalam kelas spesies genting (*endangered/EN*) pada Daftar Merah (*Red List*)

International Union for Conservation of Nature (IUCN) (Fruth *et al.*, 2016; lih. Kotak AO1). Penyebab menurunnya populasi bonobo di antaranya adalah perburuan, kehilangan dan degradasi habitat, penyakit, serta kurangnya kesadaran manusia bahwa berburu dan memakan daging bonobo melanggar hukum. Perburuan, yang sebagian besar merupakan bagian dari perdagangan daging satwa liar komersial dan untuk pengobatan, diperparah oleh efek berkelanjutan konflik bersenjata, seperti misalnya perburuan yang disetujui militer serta aksesibilitas terhadap persenjataan dan amunisi modern (Fruth *et al.*, 2016).

Fisiologi

Tinggi bonobo jantan dewasa mencapai 73-83 cm dengan berat 37-61 kg. Sementara, bonobo betina sedikit lebih kecil, dengan berat 27-38 kg. Bonobo memiliki cukup perbedaan dalam karakter seksual sekunder antara betina dan jantan (dimorfisme seksual) serta memiliki ukuran dan tampilan mirip simpanse dengan kepala lebih kecil dan tampilan lebih ringan. Rentang hidupnya mencapai 50 tahun di alam liar (Hohmann, Robbins, dan Boesch, 2006; Robson dan Wood, 2008).

Bonobo adalah frugivora/pemakan buah (lebih dari 50% makanannya adalah buah-buahan), ditambah dedaunan, batang pohon, pucuk, empulur, biji, kulit, bunga, madu, dan jamur. Hanya sebagian kecil dari makanan mereka berupa binatang, seperti misalnya serangga, reptil kecil, burung, dan mamalia berukuran sedang, termasuk primata lain.

Organisasi Sosial

Bonobo hidup berkelompok (fisi-fusi) dengan anggota mencapai 100 individu (jantan dan betina). Ketika mencari makan, mereka terpecah dalam subkelompok kelamin campuran atau kelompok kecil dengan rata-rata 5-23 individu.

Bonobo jantan hidup bekerja sama dan berdampingan. Akan tetapi, jarang ditemukan ikatan yang berkelanjutan antarjantan dewasa, sedangkan ikatan yang kuat antarbetina dewasa bertahan selama bertahun-tahun. Ciri utama bonobo betina, yaitu ko-dominan dengan jantan dan akan membentuk persekutuan melawan jantan tertentu dalam komunitasnya. Di antara bonobo, ikatan antara induk dan anak merupakan yang terkuat. Ini menjadi bukti penting status sosial anak yang bertahan hingga dewasa.

Seperti simpanse, bonobo merupakan saudara terdekat manusia. Bonobo memiliki kesamaan 98,8 persen dengan DNA manusia (Smithsonian Institute, tanpa tahun; Varki dan Altheide, 2005).



Simpanse (*Pan troglodytes*)

Sebaran dan Populasi di Alam Liar

Simpanse tersebar luas di Afrika khatulistiwa dengan rangkaian populasi terputus mulai dari selatan Senegal hingga barat Uganda dan Tanzania (Humble *et al.*, 2016b; lih. Gambar AO1).

Simpanse berada dalam daftar Lampiran I CITES dan keempat subspesiesnya termasuk dalam kategori genting (*endangered/EN*) atau kritis (*critically endangered/CN*) dalam Daftar Merah IUCN. Simpanse tengah (*Pan troglodytes troglodytes*) memiliki populasi sekitar 114.200-317.000, simpanse barat (*Pan t. verus*) 17.600-96.700, simpanse timur (*Pan t. schweinfurthii*) 170.000-250.000, dan

▶ simppanse nigeria-kamerun kemungkinan kurang dari 9.000 (*Pan t. ellioti*) (Heinicke *et al.*, 2019; Humle *et al.*, 2016a; Maisels *et al.*, 2016; Oates *et al.*, 2016; Plumptre *et al.*, 2010, 2016a; Strindberg *et al.*, 2018). Semua populasi simppanse diyakini menyusut meski laju penyusutannya belum dihitung (Humble *et al.*, 2016b). Penilaian laju perubahan populasi terhadap simppanse barat dari tahun 1990 hingga 2014 menunjukkan penurunan tahunan sebesar 6%. Hal ini berkaitan dengan penurunan populasi sebesar 80,2% selama studi tersebut dilakukan (Kühl *et al.*, 2017).

Penurunan jumlah simppanse terutama berkaitan dengan meningkatnya perburuan untuk perdagangan daging satwa liar komersial, kehilangan dan degradasi habitat, serta penyakit (Humble *et al.*, 2016b).

Fisiologi

Simppanse jantan mencapai tinggi 77-96 cm dan berat 28-70 kg. Sementara itu, simppanse betina berukuran 70-91 cm dan memiliki berat 20-50 kg. Simppanse memiliki banyak kesamaan ekspresi wajah dengan manusia meski otot dahinya kurang tampak dan memiliki bibir lebih fleksibel. Simppanse di alam liar hidup hingga 50 tahun.

Simppanse umumnya frugivora (pemakan buah). Beberapa kelompok memiliki 200 jenis pilihan makanan, yakni buah-buahan ditambah kulit pohon, bunga, jamur, madu, dedaunan, empulur, biji, pucuk, dan batang, serta binatang (seperti semut, rayap, dan mamalia kecil, termasuk primata lain). Simppanse merupakan kera yang paling bersifat karnivora dibandingkan dengan kera lainnya.

Organisasi Sosial

Simppanse menunjukkan pola kelompok fisi-fusi, multijantan-multibetina. Sebuah komunitas besar meliputi semua individu yang secara rutin bersosialisasi satu sama lain. Komunitas seperti ini beranggotakan 35 individu. Kelompok terbesar yang pernah diketahui beranggotakan lebih dari 150 individu, meski jarang ada komunitas sebesar ini. Komunitas terbagi menjadi kelompok-kelompok yang lebih kecil. Kelompok yang lebih kecil ini bersifat sangat cair. Anggotanya dapat masuk dan keluar, atau beberapa individu dapat hidup bersama untuk beberapa hari sebelum bergabung kembali dengan anggota lain dalam komunitas.

Biasanya, jantan akan mempertahankan wilayah jelajahnya karena jantan bersifat sangat teritorial dan mungkin akan menyerang atau membunuh simppanse tetangganya. Simppanse jantan mendominasi simppanse betina dan biasanya melakukan hubungan seks, berbagi makanan, dan saling berselisik. Simppanse memiliki bentuk kerja sama yang maju, seperti dalam perburuan dan pertahanan wilayah meski tingkat kerja sama dalam aktivitas perburuan sosial berbeda di tiap komunitas.



Gorila (*Gorilla species (spp.)*)

Sebaran dan Populasi di Alam Liar

Gorila barat (*Gorilla gorilla*) tersebar di Afrika khatulistiwa barat dan terbagi dalam dua subspecies: gorila dataran rendah barat (*Gorilla g. gorilla*) dan gorila sungai cross (*Gorilla g. diehli*). Gorila timur (*Gorilla beringei*) ditemukan di RDK dan melintasi perbatasan Uganda dan Rwanda. Terdapat dua subspecies gorila timur, yakni gorila gunung (*Gorilla b. beringei*) dan gorila grauer (*Gorilla b. graueri*) (lih. Gambar AO1).

Tiga dari empat takson gorila terklasifikasi kritis dalam Daftar Merah IUCN (Bergl *et al.*, 2016; Hickey *et al.*, 2018; Maisels *et al.*, 2018; Plumptre *et al.*, 2016b). Estimasi total populasi gorila barat dataran rendah pertama kali dilaku-

kan pada tahun 2013, yaitu sekitar 362.000 individu. Sementara itu, gorila sungai cross hanya tersisa sekitar 250-300 individu di alam liar (Bergl *et al.*, 2016; Dunn *et al.*, 2014; Strindberg *et al.*, 2018). Perkiraan populasi terkini gorila grauer adalah 3.800 individu. Ini menunjukkan penurunan sebesar 77% sejak 1994 (Plumptre *et al.*, 2016c). Gorila gunung diperkirakan berjumlah sekurangnya 1.000 individu (Granjon *et al.*, 2020; Hickey *et al.*, 2019). Ancaman utama terhadap kedua spesies ini adalah perburuan untuk perdagangan daging satwa liar komersial, kerusakan dan degradasi habitat, serta penyakit (khususnya virus ebola untuk gorila barat) (Maisels, Bergl, dan Williamson, 2018; Plumptre, Robbins, dan Williamson, 2019). Gorila grauer juga terancam oleh kerusakan sipil (Plumptre, Robbins, dan Williamson, 2019). Dampak perubahan iklim juga diprediksi sebagai ancaman terhadap hutan habitat gorila (Maisels, Bergl, dan Williamson, 2018; Plumptre, Robbins, dan Williamson, 2019).

Fisiologi

Gorila timur jantan dewasa (159–196 cm, 120–209 kg) sedikit lebih besar dibandingkan dengan gorila barat (138–180 cm, 145–191 kg). Kedua spesies ini sangat dimorfisme seksual dengan ukuran betina sekitar separuh ukuran jantan. Rentang hidup gorila di alam liar sekitar 30-40 tahun. Jantan dewasa dikenal sebagai 'punggung perak' bersamaan dengan berubahnya warna punggung menjadi abu-abu saat dewasa.

Makanan utama gorila adalah buah matang dan tumbuhan herba. Tumbuhan herba lebih banyak dikonsumsi ketika buah langka, sesuai dengan musim dan ketersediaan buah. Protein diperoleh dari daun dan kulit pohon. Gorila tidak mengonsumsi daging, tetapi sesekali mengonsumsi semut dan rayap. Terdapat lebih sedikit buah yang dapat diperoleh gorila gunung di

lingkungannya dibandingkan dengan gorila dataran rendah di lingkungannya. Oleh karena itu, gorila gunung utamanya mengonsumsi daun, empulur, batang, kulit pohon, dan sesekali memakan semut.

Organisasi Sosial

Gorila barat hidup dalam kelompok tetap dengan beberapa betina dan satu jantan (punggung perak). Sebaliknya, gorila timur bersifat poligini atau poliandri dengan satu atau lebih jantan punggung perak, beberapa betina, anak, dan kerabat yang belum dewasa. Satu kelompok rata-rata terdiri atas sepuluh individu. Akan tetapi, gorila timur dapat berkelompok hingga 65 individu. Sementara, besaran kelompok gorila barat adalah 22 individu. Gorila tidak bersifat teritorial dan wilayah jelajahnya sangat beririsan. Memukul-mukul dada dan berteriak dilakukan ketika jantan punggung perak saling bertemu. Pertemuan antarkelompok dapat meningkat menjadi pertarungan fisik. Namun, mereka biasanya memilih strategi saling menghindari.



Orang utan (*Pongo* spp.)

Sebaran dan Populasi di Alam Liar

Wilayah orang utan kini terbatas hanya di hutan Sumatera dan Borneo, padahal sebelumnya, kera besar ini berada di sebagian besar wilayah Asia selatan (Wich *et al.*, 2008, 2012a; li. Gambar AO2).

Data hasil survei menunjukkan bahwa pada tahun 2015, tersisa kurang dari 14.000 orang utan sumatera (*Pongo abelii*) dan sekitar 100.000 orang utan borneo (*Pongo pygmaeus* spp.) di alam liar (Ancrenaz *et al.*, 2016; GRASP dan IUCN, 2018; Singleton *et al.*, 2017; Voigt *et al.*, 2018; Wich *et al.*, 2016). Akibat perburuan dan kehilangan habitat secara terus-menerus, orang utan sumatera dan orang utan borneo termasuk dalam klasifikasi kritis (Ancrenaz *et al.*, 2016; Singleton *et al.*, 2017). Kedua spesies ini terdaftar dalam Lampiran I CITES.

Pada November 2017, spesies baru orang utan dideskripsikan, spesies ini tersebar di tiga fragmen hutan di Kabupaten Tapanuli Tengah, Utara, dan Selatan di Sumatera, yang merupakan bagian dari Ekosistem Batang Toru (Nater *et al.*, 2017). Orang utan tapanuli (*Pongo tapanuliensis*) memiliki total wilayah sebaran sekitar 1.100 km² (110.000 ha) dan jumlah populasinya kurang dari 800 individu (Wich *et al.*, 2019). Orang utan tapanuli termasuk dalam klasifikasi kritis (Nowak *et al.*, 2017).

Ancaman utama bagi semua orang utan adalah kehilangan dan fragmentasi habitat, pembunuhan karena konflik antara manusia dan kera, dan perburuan serta perdagangan hewan hidup internasional (Ancrenaz *et al.*, 2016; Gaveau *et al.*, 2014; Singleton *et al.*, 2017; Wich *et al.*, 2008). Bagi orang utan borneo, kebakaran hutan dan kurangnya kesadaran masyarakat bahwa orang utan dilindungi oleh undang-undang merupakan ancaman tambahan (Ancrenaz *et al.*, 2016). Sementara bagi orang utan sumatera, ancaman paling utama saat ini adalah rencana tata guna lahan yang diberlakukan oleh pemerintah Aceh pada 2013. Rencana tersebut tidak mengakui bahwa Ekosistem Leuser merupakan Kawasan Strategis Nasional, status resmi yang melarang pengolahan, pembangunan, dan kegiatan lain yang dapat menurunkan fungsi lingkungan ekosistem tersebut (Singleton *et al.*, 2017). Bagi orang utan tapanuli, pembangunan industri merupakan suatu ancaman serius. Ini meliputi pertambangan emas dan perak, izin pembalakan kayu yang ekstensif, hingga proyek hidroelektrik yang sedang diajukan (Nowak *et al.*, 2017; Wich *et al.*, 2019).

Fisiologi

Orang utan jantan dewasa dapat mencapai tinggi 94-99 cm dan berat 60-85 kg (berbantalan pipi) atau 30-65 kg (tak berbantalan pipi). Sementara, orang utan betina dapat mencapai tinggi 64-84 cm dan berat 30-45 kg. Artinya, orang utan sangat dimorfisme seksual. Di alam liar, harapan hidup orang utan jantan adalah 58 tahun dan betina 53 tahun. Namun demikian, tidak tersedia data yang akurat untuk orang utan borneo.

Pada orang utan jantan matang dewasa tumbuh janggut pendek dan bantalan pipi melebar (*flanges*). Setelah matang secara seksual, sebagian orang utan jantan mengalami 'penghentian pertumbuhan' selama bertahun-tahun, sehingga ukuran dan tampilannya seperti betina. Mereka disebut jantan 'tak berbantalan pipi'. Orang utan merupakan satu-satunya kera besar yang menunjukkan kematangan ganda (bimaturlisme).

Orang utan utamanya mengonsumsi buah-buahan meski mereka juga mengonsumsi daun, pucuk, biji-bijian, kulit pohon, empulur, bunga, telur, tanah, dan hewan invertebrata, seperti misalnya rayap dan semut. Perilaku memakan daging terpantau meski sangat jarang (memangsa spesies seperti kukang).

Organisasi Sosial

Unit induk-anak merupakan satu-satunya unit sosial permanen di antara orang utan. Pengelompokan sosial antara individu mandiri juga terjadi walaupun frekuensinya berbeda-beda di tiap populasi dan takson. Pengelompokan ini lebih lazim terjadi

pada kedua spesies orang utan sumatera dibanding spesies borneo. Meskipun orang utan betina biasanya relatif toleran satu sama lain, orang utan jantan berbantalan pipi tidak toleran terhadap jantan berbantalan pipi lainnya serta terhadap yang tidak berbantalan pipi (Wich, de Vries, dan Ancrenaz, 2009). Orang utan sumatera umumnya lebih sosial dibandingkan dengan orang utan borneo. Mereka tinggal di wilayah jelajah yang beririsan. Orang utan jantan berbantalan pipi secara rutin mengeluarkan 'teriakan panjang' untuk menyatakan wilayah teritori mereka (Delgado dan Van Schaik, 2000; Wich, de Vries, dan Ancrenaz, 2009). Dari seluruh spesies primata, orang utan memiliki ciri-ciri sejarah hidup yang sangat lambat, dengan interval antarkelahiran yang paling lama, yaitu rata-rata 7,6 tahun (van Noordwijk *et al.*, 2018).

Owa (*Hoolock* spp.; *Hylobates* spp.; *Nomascus* spp.; *Symphalangus* spp.)

Seluruh marga owa umumnya memiliki kesamaan karakter ekologis dan perilaku, seperti monogami dalam kelompok teritorial, berkomunikasi melalui nyanyian (termasuk duet yang kompleks), pemakan buah, dan brakiasi (bergerak antarkanopi dengan mengayunkan tubuhnya ke depan dengan bantuan lengan). Owa mengonsumsi buah sebagai makanan utama. Meskipun demikian, owa juga memiliki variasi makanan lain seperti serangga, bunga, daun, dan biji-bijian. Owa betina melahirkan satu anak setiap 2,5-3 tahun (S. Cheyne, komunikasi pribadi, 2017). Owa aktif di siang hari dan bernyanyi pada saat matahari terbit dan tenggelam. Mereka memanfaatkan sebagian besar waktunya mencari pohon buah dalam wilayah mereka.



Marga *Hoolock*

Sebaran dan Populasi di Alam Liar

Terdapat tiga spesies dalam marga *Hoolock*, yakni hoolock barat (*Hoolock hoolock*), hoolock timur (*Hoolock leuconedys*), dan yang baru ditemukan hoolock gaoligong atau hoolock skywalker (*Hoolock tianxing*) (Fan *et al.*, 2017; Fan, Turvey, dan Bryant, 2019). Subspesies baru hoolock barat ditemukan pada tahun 2013, yaitu hoolock bukit mishmi (*Hoolock hoolock mishmiensis*) (Choudhury, 2013).

Sebaran hoolock barat terbentang di Bangladesh, India, dan Myanmar. Hoolock timur tersebar di Tiongkok dan Myanmar (lih. Gambar AO2). Hingga saat ini, hoolock gaoligong hanya pernah terlihat di timur Myanmar dan barat daya Tiongkok (Fan *et al.*, 2017). Hoolock gaoligong diperkirakan terdiri dari sembilan subpopulasi dan sekitar 200 individu di Tiongkok. Tidak ada estimasi populasi terbaru di Myanmar (P.-F. Fan, komunikasi pribadi, 2019). Estimasi sebelumnya yang belum dikonfirmasi (sejak hoolock gaoligong masih diidentifikasi sebagai hoolock timur) menunjukkan bahwa, pada tahun 2009, Myanmar mungkin merupakan tempat tinggal bagi 40.000 individu hoolock gaoligong (Geissmann *et al.*, 2013).

Dengan estimasi populasi sebanyak 15.000 individu, hoolock barat masuk dalam klasifikasi genting pada Daftar Merah IUCN (Brockelman, Molur, dan Geissmann, 2019). Hoolock timur memiliki populasi sebanyak 10.000-50.000 individu dan termasuk dalam klasifikasi rentan dalam Daftar Merah IUCN (Brockelman dan Geissmann, 2019). Kedua spesies ini terdaftar dalam Lampiran I CITES dengan identifikasi ancaman utama, yaitu kehilangan

dan fragmentasi habitat, perburuan untuk dijadikan sebagai makanan, peliharaan, objek pariwisata, dan obat. Hoolock gaoligong terklasifikasi genting dalam Daftar Merah IUCN (Fan, Turvey, dan Bryant, 2019).

Fisiologi

Rentang panjang kepala dan badan hoolock mencapai 45-81 cm dan memiliki berat 6-9 kg. Hoolock jantan sedikit lebih berat dibandingkan dengan hoolock betina. Seperti kebanyakan owa, marga *Hoolock* bersifat dikromatisme seksual. Bulu betina dan jantan berbeda dalam pola dan warna. Hoolock timur juga berbeda dengan hoolock barat, terutama karena memiliki perbedaan pada alis putih dan jambul kecil.

Makanan utama hoolock barat adalah buah-buahan serta bagian vegetatif seperti daun, pucuk, biji, lumut, dan bunga. Meski makanan hoolock timur tidak banyak diketahui, tetapi kemungkinan besar makanannya sama dengan hoolock barat.

Organisasi Sosial

Hoolock hidup dalam kelompok keluarga beranggotakan 2-6 individu, berisi sepasang dewasa yang telah kawin dan anak-anaknya. Mereka dianggap teritorial meski tidak ada data spesifik mengenai hal tersebut. Pasangan hoolock menyuarakan 'solo duet', berbeda dengan 'duet' biasa owa lain.



Marga *Hylobates*

Sebaran dan Populasi di Alam Liar

Terdapat sembilan spesies yang termasuk dalam marga *Hylobates*, meskipun terjadi perdebatan apakah owa abu-abu abbot (*Hylobates abboti*), owa abu-abu borneo (*Hylobates funereus*), dan owa müller (*Hylobates muelleri*) benar-benar merupakan spesies tersendiri (lih. Tabel AO1).

Marga owa ini terdapat secara terpisah dalam hutan tropis dan subtropis, mulai dari barat daya Tiongkok (telah punah?), hingga ke Indochina, Thailand, dan Semenanjung Malaysia hingga Pulau Sumatera, Borneo, dan Jawa (Wilson dan Reeder, 2005; lih. Gambar AO2). Estimasi minimal keseluruhan populasi marga *Hylobates* adalah sekitar 400.000-480.000, dengan spesies paling sedikit adalah owa jawa (*Hylobates moloch*) dan paling ban-

yak, secara gabungan, adalah 'owa abu-abu' (owa abu-abu abbot, borneo, dan müller), meskipun jumlah akurat populasi owa abu-abu abbot tidak tersedia.

Seluruh spesies *Hylobates* diklasifikasikan genting dalam Daftar Merah IUCN dan Lampiran I CITES. Tiga zona spesies campuran terbentuk secara alami dan koeksistensi dengan spesies asli di alam liar. Ancaman kolektif utama marga *Hylobates* adalah deforestasi, perburuan, dan perdagangan hewan ilegal (S. Cheyne, komunikasi pribadi, 2017).

Fisiologi

Tinggi rata-rata seluruh spesies adalah 46 cm untuk jantan dan betina. Berat mereka berada di antara 5 dan 7 kg. Dengan mengecualikan owa pileated (*Hylobates pileatus*), spesies dalam genus ini tidak dikromatisme seksual. Meski owa lar (*Hylobates lar*) memiliki dua pola warna, perbedaan ini tidak terkait dengan jenis kelamin atau usia.

Owa umumnya pemakan buah-buahan. Buah ara menjadi bagian penting dari makanan mereka, ditambah dengan dedaunan, kuntum bunga, bunga, pucuk, liana, dan serangga. Sementara binatang kecil dan telur burung adalah bentuk asupan protein bagi owa.

Organisasi Sosial

Owa marga *Hylobates* umumnya monogami, membentuk unit keluarga yang terdiri dari dua individu dewasa dan anak-anaknya. Meskipun demikian, unit poliandri dan poligini sempat terpantau, khususnya di zona hibrid. Perebutan teritori didominasi oleh jantan yang menjadi agresif terhadap jantan lain. Sementara itu, betina cenderung memimpin pergerakan harian dan menjauhi betina lain.



Marga *Nomascus*

Sebaran dan Populasi di Alam Liar

Tujuh spesies termasuk dalam genus *Nomascus* (lih. Tabel AO1).

Marga *Nomascus*, yang agak kurang tersebar luas dibandingkan dengan marga *Hylobates* terdapat di Kamboja, Laos, Vietnam, dan selatan Tiongkok, termasuk Pulau Hainan (lih. Gambar AO2). Populasinya diperkirakan mencakup beberapa takson; terdapat sekitar 5.000 owa jambul hitam barat (*Nomascus concolor*), sekitar 200 owa cao vit (*Nomascus nasutus*), dan 23 owa hainan (*Nomascus hainanus*). Estimasi populasi owa jambul pipi putih (*Nomascus leucogenys* dan *Nomascus siki*) hanya terdapat di beberapa lokasi. Namun jumlah keseluruhannya diketahui sangat sedikit. Owa jambul pipi kuning (*Nomascus annamensis* dan *Nomascus*

gabriellae) memiliki populasi terbesar di antara owa marga *Nomascus*.

Seluruh spesies terdaftar dalam Lampiran I CITES, dengan empat di antaranya terklasifikasi kritis (*Nomascus concolor*, *nasutus*, *hainanus*, dan *leucogenys*) dan dua terklasifikasi genting (*Nomascus siki* dan *N. gabriellae*). Sementara itu, satu spesies, yaitu owa jambul pipi kuning utara (*Nomascus annamensis*), belum dinilai (IUCN, 2019). Ancaman utama terhadap populasi ini selain kehilangan dan fragmentasi habitat adalah perburuan sebagai makanan, peliharaan, dan obat.

Fisiologi

Rata-rata panjang kepala dan badan seluruh spesies genus ini, baik jantan maupun betina adalah sekitar 47 cm, dengan berat sekitar 7 kg. Seluruh anggota marga *Nomascus* memiliki bulu penanda dimorfisme seksual. Bulu jantan dewasa dominan hitam, sedangkan bulu betina kekuningan. Makanan mereka kurang lebih sama dengan marga *Hylobates*, yakni buah-buahan, dengan tambahan daun dan bunga.

Organisasi Sosial

Owa dari marga *Nomascus* umumnya monogami secara sosial meski sebagian besar spesies terpantau dalam kelompok poliandri dan poligini. Spesies yang hidup lebih di utara tampaknya lebih poligini dibandingkan dengan takson selatan. Hubungan kelamin di luar pasangannya sempat tercatat meski tidak sering.



Marga *Symphalangus*

Sebaran dan Populasi di Alam Liar

Siamang (*Symphalangus syndactylus*) ditemukan di beberapa petak hutan di Indonesia, Malaysia, dan Thailand (lih. Gambar AO2). Spesies ini menghadapi ancaman habitat yang parah di seluruh wilayah jelajahnya. Tidak ada estimasi akurat tentang keberadaan ukuran populasi totalnya. Spesies ini terdapat dalam Lampiran I CITES dan terklasifikasi genting dalam Daftar Merah IUCN (Nijman dan Geissmann, 2008).

Fisiologi

Panjang kepala dan badan siamang adalah 75-90 cm. Berat siamang jantan dewasa 10,5-12,7 kg, sementara berat siamang betina dewasa mencapai 9,1-11,5 kg. Siamang memiliki dimorfisme seksual minimal. Warna bulunya sama meski berbeda jenis kelamin, yaitu hitam. Spesies ini memiliki kantong suara yang dapat mengembang.

Siamang utamanya memakan buah ara dan sedikit dedaunan sehingga di beberapa lokasi memungkinkan untuk hidup berdampingan (simpatrik) dengan owa dari marga *Hylobates*, karena marga *Hylobates* lebih menyukai buah yang berdaging. Selain itu, bunga dan serangga juga menjadi makanan siamang.

Organisasi Sosial

Dengan menggunakan kantong suara yang besar, siamang jantan dan betina berteriak untuk menunjukkan wilayahnya. Siamang jantan akan mengejar jantan tetangga. Satu teriakan kelompok akan menghalangi kelompok lain di dekatnya, sehingga mereka pun juga akan berteriak. Kelompok siamang biasanya terbentuk berdasarkan pasangan monogami meski terpantau ada kelompok poliandri. Siamang jantan juga dapat berperan sebagai pengasuh bagi anak-anaknya.

Kredit Foto

Bonobo: © Takeshi Furuichi, Wamba Committee for Bonobo Research

Simpanse: © Arcus Foundation dan Jabruson, 2014. Seluruh hak cipta dilindungi. www.jabruson.photoshelter.com

Gorila: © Annette Lanjouw

Orang utan: © Perry van Duijnhoven 2013

Owa: *Hoolock*: © Dr. Axel Gebauer/naturepl.com; *Hylobates*: © International Primate Protection League (IPPL); *Nomascus*: © IPPL; *Symphalangus*: © Pete Oxford/naturepl.com

Sosioekologi Kera

Bagian ini menyajikan tinjauan umum mengenai sosioekologi tujuh marga kera nonmanusia, yaitu bonobo, simpanse, owa (termasuk siamang), gorila timur dan barat, serta orang utan borneo, sumatera, dan tapanuli. Sebagian besar informasi yang disajikan dalam bagian ini diambil dari Emery Thompson dan Wrangham (2013); Mittermeier, Rylands, dan Wilson (2013); Reinartz, Ingmanson, dan Vervaecke (2013); Robbins (2011); Robbins dan Robbins (2018); Wich *et al.* (2009); Williamson dan Butynski (2013a, 2013b); dan Williamson, Maisels, dan Groves (2013).

Gorila hidup di sepuluh negara Afrika Tengah (Maisels, Bergl, dan Williamson, 2018; Plumptre, Robbins, dan Williamson, 2019). Simpanse adalah spesies kera yang

paling banyak tersebar di Afrika dan terdapat di 21 negara, sedangkan sebaran bonobo terbatas hanya di Republik Demokratik Kongo (RDK) (Fruth *et al.*, 2016; Humle *et al.*, 2016b). Orang utan ditemukan di Asia, baik di Indonesia maupun Malaysia, dan merupakan satu-satunya kera yang memiliki jantan dengan dua tipe berbeda (Ancrenaz *et al.*, 2016; Nowak *et al.*, 2017; Singleton *et al.*, 2017). Owa merupakan kelompok kera yang paling banyak tersebar secara geografis. Saat ini, sebanyak 20 spesies dari empat marga owa terdapat di Asia, yaitu 9 spesies *Hylobates*, 7 spesies *Nomascus*, 3 spesies *Hoolock*, dan 1 spesies *Symphalangus* (Fan *et al.*, 2017; IUCN, 2019; Thinh *et al.*, 2010).

Organisasi Sosial

Kera memiliki organisasi sosial yang cukup bervariasi. Sementara orang utan hidup

KOTAK AO1

Kategori dan Kriteria Daftar Merah IUCN serta Lampiran CITES

Komisi Keberlangsungan Hidup Spesies (*Species Survival Commission*) IUCN menetapkan beberapa Kategori dan Kriteria Daftar Merah IUCN untuk menilai status konservasi tiap spesies dan subspecies. Semua kera besar dan owa ditempatkan dalam kategori Rentan, Gending, atau Kritis. Teks dalam kotak ini menyajikan perincian kriteria terpilih untuk tiga kategori tersebut (lih. Tabel AO1). Perincian lengkap Kategori dan Kriteria Daftar Merah IUCN (dalam bahasa Inggris, Prancis, dan Spanyol) dapat dilihat dan diunduh di:

<https://www.iucnredlist.org/resources/categories-and-criteria>.

Panduan lengkap mengenai penggunaan kategori dan kriteria tersebut tersedia di:

<https://www.iucnredlist.org/resources/redlistguidelines>.

Lampiran CITES I, II, dan III dari konvensi ini merupakan daftar spesies yang ditempatkan pada berbagai tingkat atau jenis perlindungan dari eksploitasi berlebihan.

Semua kera bukan manusia berada dalam **Lampiran I** yang berisi spesies paling terancam punah di antara hewan dan tanaman dalam daftar CITES. CITES melarang perdagangan internasional spesies tersebut, kecuali dalam keadaan tertentu, misalnya untuk beberapa jenis penelitian ilmiah. Dalam kasus khusus ini, perdagangan boleh dilakukan dengan disertai izin impor maupun izin ekspor (atau sertifikat reekspor), yang diperbolehkan oleh pihak berwenang hanya jika impor

Tabel AO1

Kriteria untuk Kategori Daftar Merah IUCN: Rentan, Gending, dan Kritis

Kategori Daftar Merah IUCN	Risiko kepunahan di alam liar	Jumlah individu dewasa di alam liar	Laju penurunan populasi selama 10 tahun terakhir atau 3 generasi (pilih salah satu yang lebih lama)
Rentan	Tinggi	<10,000	>30%
Gending	Sangat tinggi	<2,500	>50%
Kritis	Sangat tinggi sekali	<250	>80%

atau ekspor tersebut tidak berdampak negatif terhadap keberlangsungan hidup spesies tersebut di alam liar. Selain itu, spesimen yang akan diimpor atau diekspor harus diperoleh secara legal dan perdagangan tersebut bukan untuk tujuan komersial. Ini dapat dilakukan selama impor atau ekspor tersebut tidak melanggar peraturan perundangan nasional (lih. Bab 6 dan 8). Pasal VII Konvensi memberikan sejumlah pengecualian atas larangan umum ini. Untuk informasi lebih lanjut, kunjungi <https://www.cites.org/eng/disc/text.php#VII>.

Tabel A02

Kera Besar dan Owa

KERA BESAR		
Marga <i>Pan</i>		
Bonobo	<i>Pan paniscus</i>	■ Republik Demokratik Kongo (RDK)
Simpanse tengah	<i>Pan troglodytes troglodytes</i>	■ Angola ■ Kamerun ■ Republik Afrika Tengah ■ RDK ■ Guinea Khatulistiwa ■ Gabon ■ Republik Kongo
Simpanse timur	<i>Pan troglodytes schweinfurthii</i>	■ Burundi ■ Republik Afrika Tengah ■ RDK ■ Rwanda ■ Sudan Selatan ■ Tanzania ■ Uganda
Simpanse nigeria-kamerun	<i>Pan troglodytes ellioti</i>	■ Kamerun ■ Nigeria
Simpanse barat	<i>Pan troglodytes verus</i>	■ Ghana ■ Guinea ■ Guinea-Bissau ■ Pantai Gading ■ Liberia ■ Mali ■ Senegal ■ Sierra Leone
Marga <i>Gorilla</i>		
Gorila sungai cross	<i>Gorilla gorilla diehli</i>	■ Kamerun ■ Nigeria
Gorila grauer	<i>Gorilla beringei graueri</i>	■ RDK
Gorila gunung	<i>Gorilla beringei beringei</i>	■ RDK ■ Rwanda ■ Uganda
Gorila dataran rendah barat	<i>Gorilla gorilla gorilla</i>	■ Angola ■ Kamerun ■ Republik Afrika Tengah ■ Guinea Khatulistiwa ■ Gabon ■ Republik Kongo
Marga <i>Pongo</i>		
Orang utan timur laut borneo	<i>Pongo pygmaeus morio</i>	■ Indonesia ■ Malaysia
Orang utan barat laut borneo	<i>Pongo pygmaeus pygmaeus</i>	■ Indonesia ■ Malaysia
Orang utan barat daya borneo	<i>Pongo pygmaeus wurmbii</i>	■ Indonesia
Orang utan sumatera	<i>Pongo abelii</i>	■ Indonesia
Orang utan tapanuli	<i>Pongo tapanuliensis</i>	■ Indonesia

OWA (tidak termasuk subspecies)

Marga *Hoolock*

Hoolock timur	<i>Hoolock leuconedys</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tiongkok ■ Myanmar
Hoolock gaoligong/ hoolock skywalker	<i>Hoolock tianxing</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tiongkok ■ Myanmar
Hoolock barat	<i>Hoolock hoolock</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bangladesh ■ India ■ Myanmar

Marga *Hylobates*

Owa abu-abu abbott	<i>Hylobates abbotti</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Indonesia ■ Malaysia
Owa agile (owa lengan hitam)	<i>Hylobates agilis</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Indonesia ■ Malaysia
Owa abu-abu borneo (owa abu-abu utara)	<i>Hylobates funereus</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Brunei ■ Indonesia ■ Malaysia
Owa janggut putih borneo	<i>Hylobates albibarbis</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Indonesia
Owa kloss (bilou/owa mentawai)	<i>Hylobates klossii</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Indonesia
Owa lar (owa lengan putih)	<i>Hylobates lar</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Indonesia ■ Laos ■ Malaysia ■ Myanmar ■ Thailand
Owa jawa (owa moloch/owa perak)	<i>Hylobates moloch</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Indonesia

secara semisoliter, beberapa marga owa membentuk kelompok keluarga dengan pasangan monogami, dan kera besar Afrika (bonobo, simpanse, dan gorila) membentuk bagian dari kelompok sosial yang lebih besar.

Bonobo dan simpanse membentuk komunitas multijantan dan multibetina yang dinamis atau kelompok yang pecah (fisi) menjadi kelompok kecil atau bergabung (fusi) membentuk kelompok yang lebih besar. Kelompok-kelompok kecil ini dapat memiliki ukuran yang bervariasi dan bergantung pada ketersediaan makanan serta kehadiran betina yang reproduktif (Wrangham, 1986). Kelompok kecil, terutama simpanse, cenderung berukuran lebih kecil saat musim kelangkaan buah (Furuichi, 2009). Simpanse betina dewasa sering

menghabiskan waktu bersama anaknya atau bersama dengan betina lainnya, sedangkan bonobo betina dewasa cenderung berhubungan lebih ekstensif dengan anak dewasanya. Komunitas simpanse rata-rata beranggotakan 35 individu, tetapi beberapa di antaranya bahkan melebihi 150 individu (Mitani, 2009; Mittermeier, Rylands, dan Wilson, 2013). Komunitas bonobo biasanya terdiri dari 30-80 individu (Fruth, Williamson, dan Richardson, 2013). Pada kedua spesies ini, individu betina biasanya merupakan *dispersing sex* (menyebar untuk reproduksi seksual guna mencegah kawin sekerabat). Mereka bermigrasi dari komunitas aslinya ke komunitas tetangga setelah mencapai kematangan seksual, yang dicapai oleh bonobo pada usia antara 6 dan 13 tahun,

▶ Owa müller (owa abu-abu müller/owa abu-abu selatan)	<i>Hylobates muelleri</i>	■ Indonesia
Owa pileated (owa bertopi/owa bermahkota)	<i>Hylobates pileatus</i>	■ Kamboja ■ Laos ■ Thailand
Marga <i>Nomascus</i>		
Owa cao vit (owa jambul hitam timur)	<i>Nomascus nasutus</i>	■ Tiongkok ■ Vietnam
Owa hainan (owa jambul hitam hainan/owa hitam hainan/ owa jambul hainan)	<i>Nomascus hainanus</i>	■ Tiongkok (Pulau Hainan)
Owa jambul pipi putih utara (owa pipi putih utara/ owa pipi putih)	<i>Nomascus leucogenys</i>	■ Laos ■ Vietnam
Owa jambul pipi kuning utara (owa pipi kuning utara)	<i>Nomascus annamensis</i>	■ Kamboja ■ Laos ■ Vietnam
Owa jambul pipi putih selatan (owa pipi putih selatan)	<i>Nomascus siki</i>	■ Laos ■ Vietnam
Owa jambul pipi kuning selatan (owa pipi merah, owa pipi kuning)	<i>Nomascus gabriellae</i>	■ Kamboja ■ Vietnam
Owa jambul hitam barat (owa jambul hitam, owa hitam, owa satu warna, owa indochina)	<i>Nomascus concolor</i>	■ Tiongkok ■ Laos ■ Vietnam
Marga <i>Symphalangus</i>		
Siamang	<i>Symphalangus syndactylus</i>	■ Indonesia ■ Malaysia ■ Thailand

Sumber: Mittermeier, Rylands dan Wilson (2013); komunikasi pribadi pada 2019 dengan Susan Cheyne, Serge Wich, dan Elizabeth A. Williamson

sedangkan simpanse mencapainya pada usia antara 8 dan 14 tahun (Furuichi *et al.*, 1998; Walker *et al.*, 2018).

Gorila hidup dalam kelompok sosial kohesif yang stabil dengan ukuran rata-rata kelompok gorila adalah 10 individu yang terdiri dari satu atau lebih jantan ‘punggung perak’ dengan beberapa betina dan anak-anaknya. Ini berbeda dengan kelompok gorila gunung yang kerap terdiri dari 20 individu dan memiliki struktur multijantan (Robbins dan Robbins, 2018). Tubuh besar dan makanan utama berbasis vegetasi memungkinkan gorila gunung menghadapi kekurangan buah-buahan dan menjaga stabilitas kelompoknya. Gorila barat biasanya membentuk kelompok satu jantan dengan satu punggung

perak, meskipun kelompok multijantan dan jantan semua (kelompok nonreproduktif tanpa betina) kadang kala dijumpai. Kelompok multijantan terdiri dari lebih dari satu punggung perak, tetapi jarang lebih dari dua punggung perak.

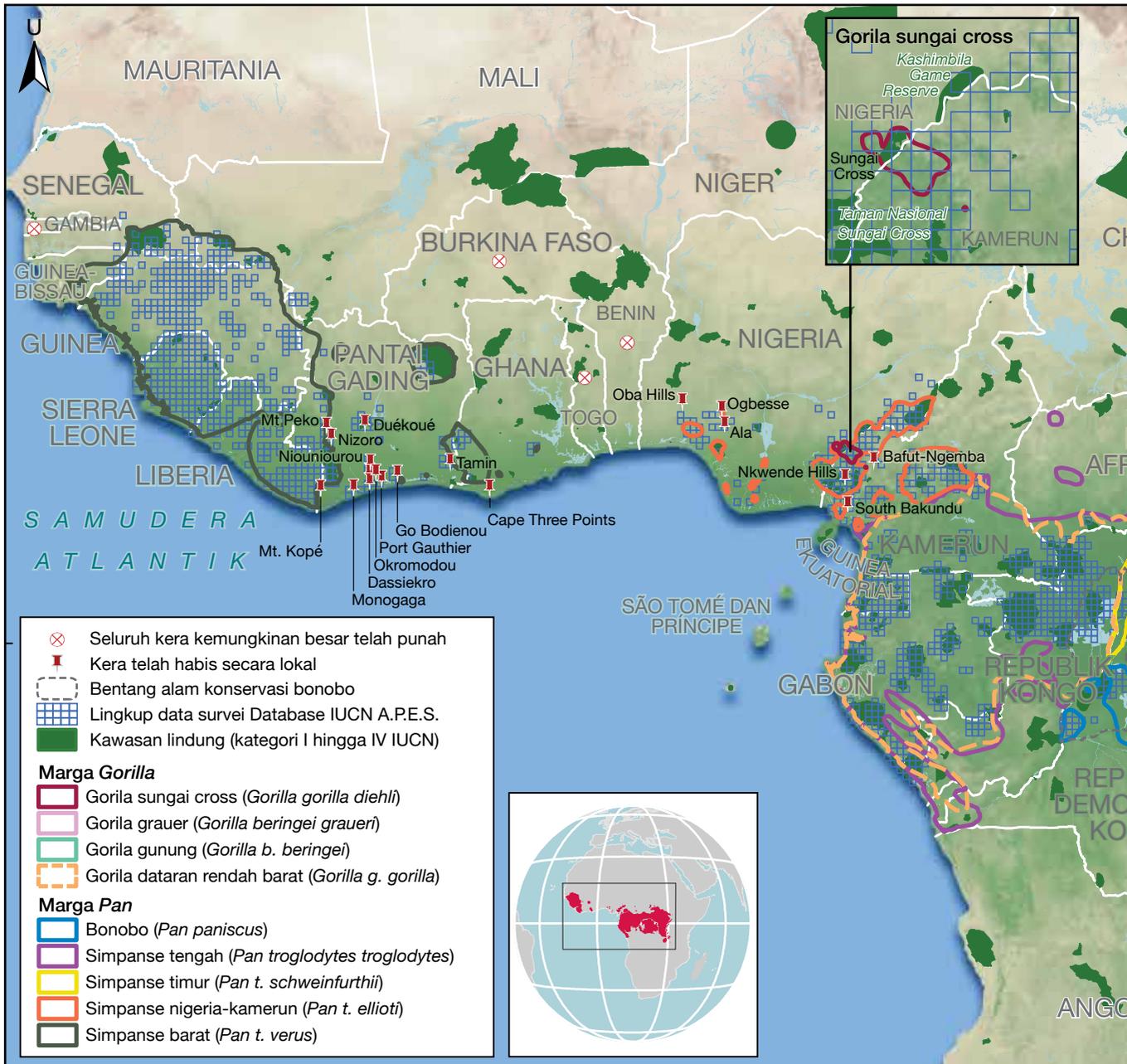
Gorila merupakan salah satu di antara beberapa spesies primata yang jantan dan betinanya keluar dari kelompok di mana mereka dilahirkan. Gorila jantan bermigrasi untuk hidup soliter saat mereka berpunggungan hitam atau berpunggungan perak (sekitar usia 13-15 tahun). Mereka dapat menjalani hidup soliter selama beberapa tahun sebelum membentuk kelompok. Gorila barat jantan biasanya berkelompok pada usia sekitar 18 tahun, lebih lambat beberapa tahun daripada gorila gunung yang menjadi domi-

nan pada usia sekitar 15 tahun. Gorila barat jantan hampir selalu soliter, tetapi mereka membentuk kelompok baru jika gorila betina bergabung di dalamnya. Gorila jantan dewasa tidak pernah bergabung dalam

kelompok yang telah mapan, sehingga kelompok multijantan sangat jarang ditemui pada gorila barat. Saat gorila jantan punggung perak dalam kelompok satu jantan mati, maka kelompok tersebut bubar karena

Gambar A01

Sebaran Kera di Afrika¹



betina dewasa dan anaknya yang belum dewasa akan mengikuti jantan soliter atau kelompok lain. Berbeda dengan gorila barat, sekitar 40% kelompok gorila gunung adalah multijantan. Gorila gunung mengikuti salah

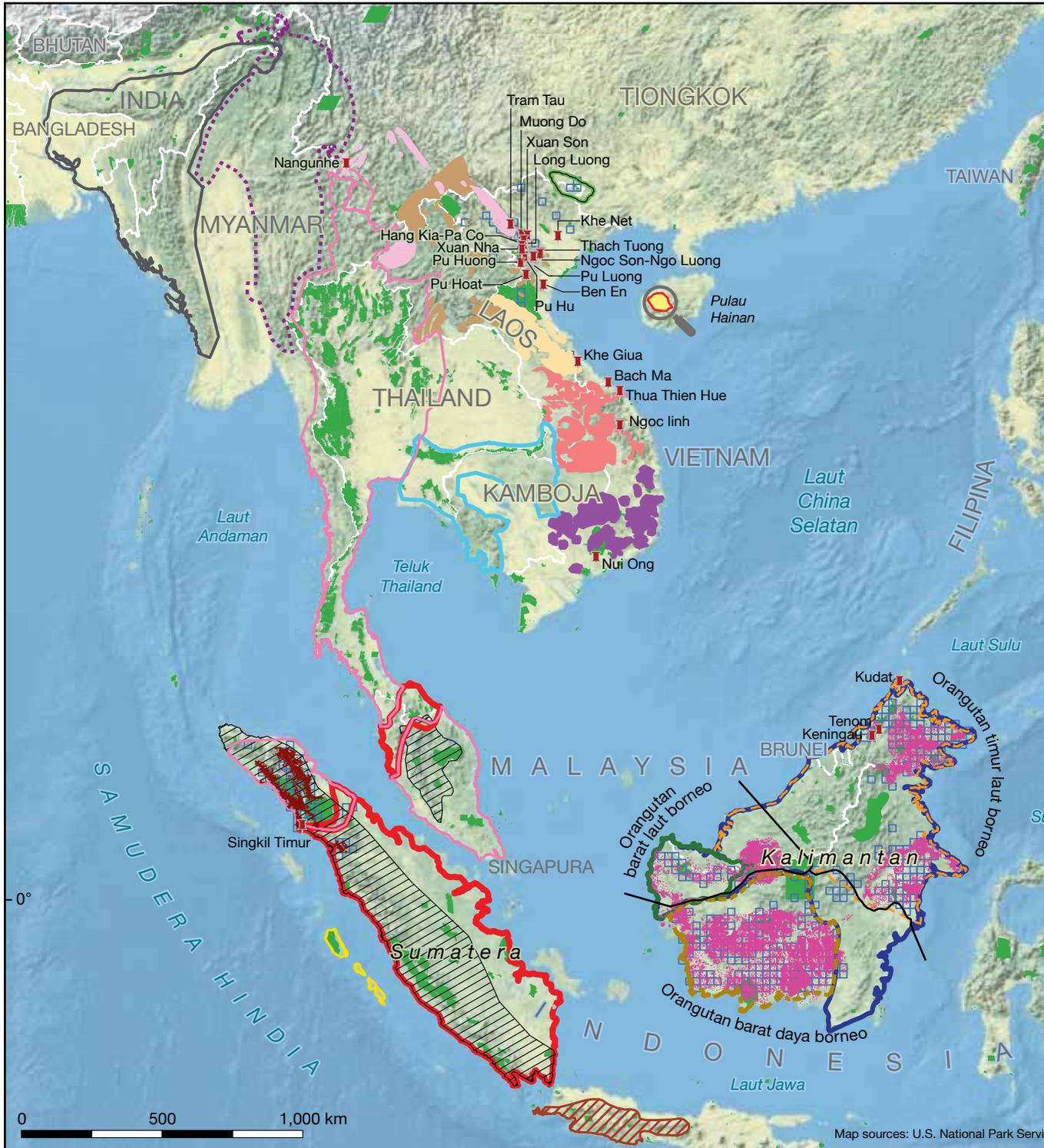
satu dari dua strategi untuk menjadi pemimpin kelompok, yaitu tetap di dalam kelompok dan mengambil alih kepemimpinan dari dalam atau bermigrasi untuk menjadi jantan soliter dan kemudian membentuk kelompok baru (Robbins dan Robbins, 2018).

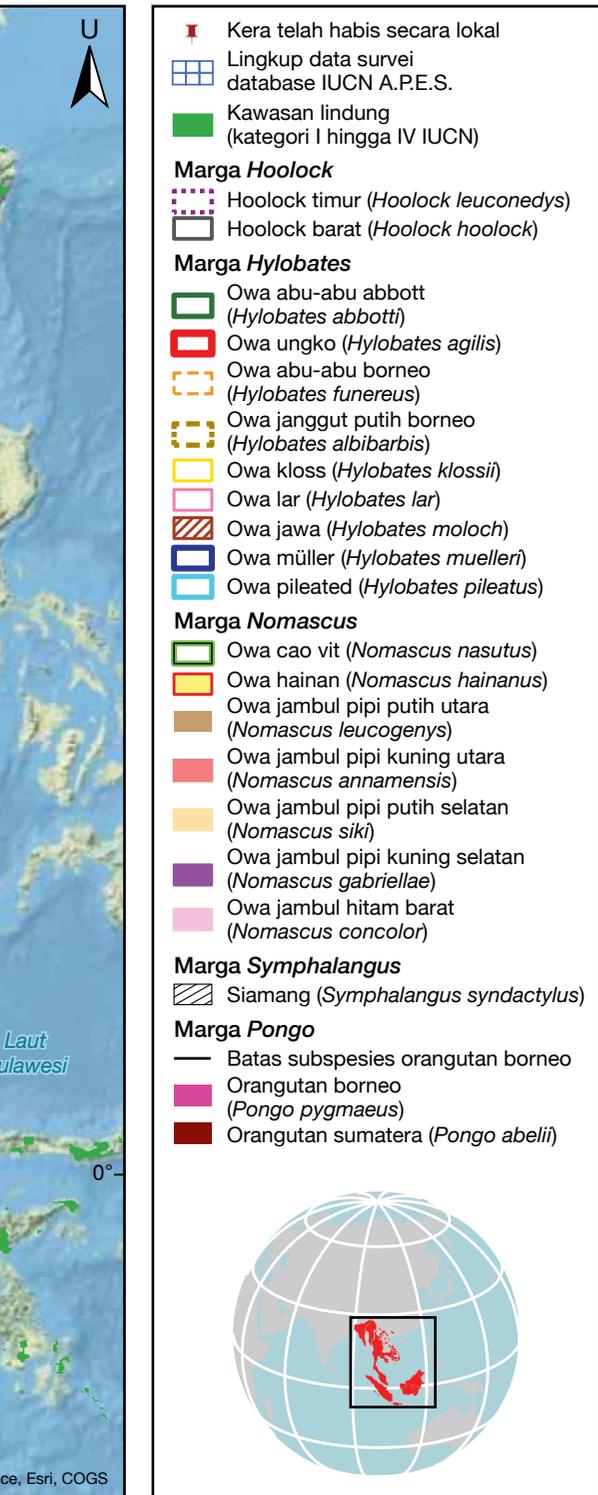
Orang utan bersifat semisoliter dan memiliki ikatan komunitas yang longgar. Unit sosial dasarnya adalah satu individu tunggal, meskipun betina dewasa biasanya ditemukan bersama dengan satu bayi atau satu bayi bersama dengan satu remaja. Jantan dewasa berbantal pipi yang dicirikan oleh tubuh besar dan bantal pipi yang gemuk, menjalani kehidupan semisoliter dan agak tidak toleran terhadap jantan berbantal pipi lainnya, dan jantan pada tingkat lebih rendah, yakni jantan tak berbantal pipi (Emery Thompson, Zhou, dan Knott, 2012; Utami-Atmoko *et al.*, 2009b). Jantan yang lebih kecil dan tak berbantal pipi lebih toleran terhadap orang utan lainnya. Betina dewasa merupakan individu yang paling sosial dan kadang kala menjelajah bersama selama beberapa jam hingga beberapa hari, terutama di Sumatera, di mana biasanya orang utan berkumpul ketika makanan berlimpah (Wich *et al.*, 2006). Orang utan jantan merupakan *dispersing sex*. Setelah mencapai kematangan seksual, mereka meninggalkan tempat kelahirannya untuk membangun wilayah jelajahnya sendiri.

Owa bersifat sangat teritorial dan hidup dalam kelompok keluarga semipermanen, serta mempertahankan wilayahnya dari owa lain. Baik owa jantan maupun betina keluar dari kelompok di mana mereka dilahirkan dan mendirikan teritori sendiri (Leighton, 1987). Owa dikenal sebagai kera yang membentuk kelompok keluarga monogami secara sosial. Namun demikian, studi lain mengungkapkan bahwa owa tidak selalu monogami secara seksual (Palombit, 1994). Terdapat pengecualian mencolok yang mencakup kopulasi pasangan ekstra (kawin di luar ikatan pasangan), kepergian dari wilayah asal untuk tinggal dengan beberapa individu tetangga, dan perawatan bayi oleh



Catatan: Pengumpulan data aktif masih terus dilakukan untuk mengumpulkan perincian tentang populasi kera di berbagai lokasi di seluruh wilayah sebaran mereka. Informasi yang diperbarui akan tersedia di Portal A.P.E.S. (IUCN SSC, tanpa tahun).

Gambar A02**Sebaran Kera di Asia²**



Catatan: Pengumpulan data aktif masih terus dilakukan untuk mengumpulkan perincian tentang populasi kera di berbagai lokasi di seluruh wilayah sebaran mereka. Informasi yang diperbarui akan tersedia di Portal A.P.E.S. (IUCN SSC, tanpa tahun).

individu jantan (Lappan, 2008; Palombit, 1994; Reichard, 1995). Penelitian ini juga menunjukkan bahwa owa cao vit, hainan, dan jambul hitam barat yang lebih menyebar di utara biasanya membentuk kelompok poligini (Fan dan Jiang, 2010; Fan *et al.*, 2010; Zhou *et al.*, 2008). Tidak ada kesepakatan terkait alasan yang mendasari variasi struktur sosial dan perkawinan ini. Variasi ini dapat terjadi secara alami atau merupakan produk sampingan dari ukuran populasi yang kecil, skenario kompresi, atau habitat-habitat yang kurang optimal. Kelompok demografi hanya berubah jika terjadi kematian salah satu individu dewasa karena tidak ada imigrasi ke dalam atau emigrasi dari kelompok sosial ini secara rutin. Owa yang habitatnya terfragmentasi membuat terisolasi dari kelompok lain sehingga penyebarannya pun terhambat. Hal ini dapat mengancam kelestarian jangka panjang populasi ini. Tidak ada informasi yang cukup mengenai jarak penyebaran owa subdewasa untuk menentukan jarak maksimum di mana mereka dapat menyebar (mungkin dengan bantuan jembatan kanopi).

Jenis dan Status Habitat

Sebagian besar kera hidup dalam hutan tropis tertutup, lembap, dan campuran, serta hidup di berbagai jenis hutan, termasuk hutan dataran rendah, hutan rawa, hutan musiman, hutan peralihan, hutan pesisir, hutan subpegunungan, hutan pegunungan, dan hutan sekunder. Beberapa populasi bonobo serta simpanse timur dan barat juga tinggal di lanskap mosaik sabana berhutan. Populasi terbesar dari kera besar ditemukan di bawah ketinggian 500 meter, di hutan dataran rendah Asia dan Afrika (Williamson *et al.*, 2013). Bonobo memiliki sebaran yang terputus-putus dan pada ketinggian 300-700 m di atas permukaan laut di wilayah yang topografinya bergelombang di RDK, di selatan Sungai Kongo (Fruth *et al.*, 2016; Fruth, Williamson, dan Richardson, 2013).

Simpanse timur dan gorila timur hidup hingga ketinggian di atas 2.000 meter, dan orang utan dapat ditemukan di atas 1.000 meter di Sumatera dan Borneo (Payne, 1988; Wich *et al.*, 2016; Williamson *et al.*, 2013).

Sebagian besar simpanse dan bonobo menghuni hutan hijau, meski sebagian populasi terdapat di lahan berpohon gugur daun dan habitat yang lebih kering yang didominasi sabana yang berselang-seling dengan hutan peralihan. Walaupun banyak populasi menghuni kawasan lindung, sejumlah besar komunitas simpanse terdapat di luar kawasan tersebut. Sebagian besar simpanse di Afrika Barat, seperti misalnya di Guinea, Liberia, dan Sierra Leone, hidup di luar kawasan lindung, dan sekitar 80% simpanse tengah dan gorila barat hidup di luar kawasan lindung di Afrika Tengah (Brncic, Amarasekaran, dan McKenna, 2010; Kormos *et al.*, 2003; Strindberg *et al.*, 2018; Tweh *et al.*, 2015). Di Borneo Indonesia, setengah populasi orang utan liar yang tersisa saat ini ditemukan di luar kawasan lindung, di wilayah yang rentan terhadap pembangunan dan transformasi oleh manusia (Wich *et al.*, 2012b). Wilayah jelajah owa mencakup habitat pegunungan hingga rawa gambut dataran rendah, dan hingga ketinggian 1.700 m (Guan *et al.*, 2018). Banyak owa hidup di luar kawasan lindung (Cheyne *et al.*, 2016; Geissmann *et al.*, 2013; Sarma, Krishna, dan Kumar, 2015).

Makanan

Kera besar beradaptasi dengan mengonsumsi tumbuhan, meskipun semua takson mengonsumsi serangga dan sebagian membunuh dan memakan mamalia kecil. Semua kera juga mungkin mencari tanaman manusia (contohnya tanaman pangan di ladang atau buah dan pohon di perkebunan), terutama saat makanan di alam liar langka dan juga tanaman pangan ini lebih disukai karena kandungan nutrisinya yang tinggi dan kemudahan dalam memperolehnya. Buah yang enak, berair,

dan segar merupakan sumber nutrisi utama bagi semua kera besar, kecuali pada habitat gorila gunung di ketinggian, di mana hanya terdapat sedikit buah berdaging. Meskipun bonobo utamanya adalah pemakan buah, tetapi mereka mengonsumsi lebih banyak vegetasi herba terestrial dan tanaman air daripada simpanse (Fruth *et al.*, 2016). Gorila di daerah sebarannya dibanding spesies kera lainnya, sangat bergantung pada tanaman berbatang lunak dan berair, seperti misalnya daun, batang, dan empulur vegetasi bawah, serta daun dari belukar dan pohon (Doran-Sheehy *et al.*, 2009; Ganas *et al.*, 2004; Masi, Cipolletta, dan Robbins, 2009; Wright *et al.*, 2015; Yamagiwa, dan Basabose, 2009). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa gorila memakan sedikit sekali buah. Temuan ini dapat dikaitkan dengan fakta bahwa studi awal mengenai pola makanan gorila dilaksanakan di Gunung Berapi Virunga, yang merupakan satu-satunya habitat gorila yang hampir tidak memiliki tumbuhan berbuah. Kesimpulan-kesimpulan ini disesuaikan setelah studi terperinci dilakukan terhadap gorila yang hidup di habitat dengan ketinggian yang lebih rendah (Doran-Sheehy *et al.*, 2009; Masi, Cipolletta, dan Robbins, 2009; Watts, 1984; Wright *et al.*, 2015). Walaupun gorila secara keseluruhan memakan banyak jenis buah, simpanse tetap lebih frugivora dibanding gorila. Walaupun demikian, simpanse juga mengonsumsi bagian vegetatif, bahkan saat banyak buah tersedia (Head *et al.*, 2011; Morgan dan Sanz, 2006; Yamagiwa dan Basabose, 2009).

Gorila gunung pada dasarnya hidup secara terestrial. Meskipun gorila barat lebih arboreal, mereka melakukan sebagian besar perjalanannya di darat dan tidak melalui kanopi pohon. Di manapun gorila dan simpanse hidup berdampingan, perbedaan makanan antarspesies ini membatasi terjadinya persaingan langsung dalam mencari makanan (Head *et al.*, 2011). Jika luas

habitat yang ada terbatas, mekanisme untuk membatasi persaingan akan dikompromikan (Morgan dan Sanz, 2006). Selama periode kelangkaan buah, kera di Afrika berfokus pada tanaman berbatang lunak dan berair, daun, atau kulit pohon.

Sama halnya di Asia, orang utan mengonsumsi buah sebagai makanan utamanya, tetapi saat sumber buah menjadi langka mereka mengonsumsi lebih banyak kulit pohon dan daun muda. Orang utan menyesuaikan makanannya dengan makanan yang tersedia di hutan. Orang utan sumatera lebih frugivora daripada orang utan borneo. Orang utan borneo diketahui mengonsumsi lebih dari 1.500 spesies tumbuhan dari 453 genus dan 131 famili (Russon *et al.*, 2009). Daftar tersebut terus berkembang seiring dengan bertambahnya data yang dikumpulkan. Ketahanan dan kemampuan spesies dalam menghadapi perubahan habitat yang drastis ditunjukkan lebih lanjut oleh catatan keberadaan spesies tersebut di perkebunan akasia di Kalimantan Timur (Meijaard *et al.*, 2010); mosaik pertanian campuran di Sumatera (Campbell-Smith *et al.*, 2011); perkebunan sawit di Borneo (Ancrenaz *et al.*, 2015); dan di hutan yang kayunya dieksploitasi (Ancrenaz *et al.*, 2010; Wich *et al.*, 2016). Dibandingkan dengan yang di hutan primer, di lanskap-lanskap terganggu ini, orang utan borneo lebih bergantung pada pucuk dan daun muda.

Owa bergantung pada ekosistem hutan untuk memperoleh makanan. Makanan owa dicirikan dengan asupan buah yang tinggi, didominasi oleh buah ara ditambah daun muda, daun tua, serta bunga, meskipun siamang lebih folivora/pemakan daun (Bartlett, 2007; Cheyne, 2008; Elder, 2009; Palombit, 1997). Ketergantungan pada sumber protein lain, seperti serangga, telur burung, dan vertebrata kecil, kemungkinan kurang ditunjukkan dalam literatur. Komposisi makanan berubah sesuai musim dan jenis habitat. Pada musim kemarau di hutan rawa gambut, bunga dan daun muda menjadi makanan yang mendominasi,

sedangkan di hutan dipterokarpa buah ara yang didominasi (Cheyne, 2010; Fan dan Jiang, 2008; Lappan, 2009; Marshall dan Leighton, 2006). Meskipun owa belum pernah diamati menyerang tanaman (baik di perkebunan ataupun pertanian skala kecil), tetapi kurangnya informasi ini tidak berarti bahwa owa tidak akan mengeksploitasi area yang terganggu jika diperlukan.

Wilayah Jelajah dan Jelajah Harian

Mencari makanan dalam lingkungan hutan yang kompleks memerlukan ingatan spasial dan *mental mapping*. Pencarian makan harian umumnya terbatas pada lokasi tertentu, pada wilayah hutan yang dikenal baik oleh individu atau kelompok kera. Simpanse mampu mengingat lokasi masing-masing pohon dari ribuan pohon selama bertahun-tahun (Normand dan Boesch, 2009). Spesies kera lain kemungkinan memiliki kapasitas mental serupa. Wilayah yang digunakan sebagai habitat oleh individu, kelompok, atau komunitas spesies adalah wilayah jelajah. Penetapan wilayah jelajah membantu kera menjamin akses sumber daya di dalamnya (Delgado, 2010; Mittermeier, Rylands, dan Wilson, 2013).

Wilayah jelajah simpanse dapat bervariasi dari antara 10 hingga 90 km² (1.000-9.000 ha), tergantung habitat dan sebaran sumber dayanya. Populasi di habitat yang lebih kering dan lebih terbuka menunjukkan wilayah jelajah yang lebih luas (Herbinger, Boesch, dan Rothe, 2001; Pruetz dan Herzog, 2017). Simpanse jantan sangat teritorial dan melakukan patroli dalam batas wilayah jelajahnya. Kawanan jantan dapat menyerang anggota komunitas tetangga. Sebagian dari populasi simpanse diketahui terkenal karena sifat agresifnya (Williams *et al.*, 2008). Keuntungan yang diperoleh pemenang adalah mendapatkan betina atau memperluas wilayah jelajahnya. Simpanse umumnya sangat tidak toleran

terhadap kelompok tetangga. Pertemuan antarkelompok dapat mengakibatkan serangan agresif dan mematikan terutama di kalangan para jantan (Mitani, Watts, dan Amsler, 2010; Watts *et al.*, 2006; Wilson *et al.*, 2014). Frekuensi pertemuan tersebut dapat diperburuk dengan adanya pergeseran wilayah jelajah yang menyebabkan hilangnya habitat, perubahan kualitas habitat, dan gangguan lingkungan (contohnya pembuatan jalan dan pembalakan).

Wilayah jelajah bonobo juga bervariasi secara signifikan, antara 20 dan 60 km² (2.000–6.000 ha), biasanya beririsan secara ekstensif dengan wilayah jelajah komunitas lain yang berbeda (Fruth, Williamson, dan Richardson, 2013). Bonobo tidak menunjukkan pengawasan teritori atau kerja sama patroli. Pertemuan antaranggota komunitas berbeda kerap menjadi hal yang menyenangkan, dibandingkan menjadi konflik (Hohmann *et al.*, 1999).

Wilayah jelajah gorila timur mencakup area seluas 6–34 km² (600–3.400 ha), dan wilayah jelajah gorila barat rata-rata adalah 10–20 km² (1.000–2.000 ha) dan berpotensi meluas hingga 50 km² (5.000 ha) (Caillaud *et al.*, 2014; Head *et al.*, 2013; Robbins, 2011; Seiler *et al.*, 2018; Williamson dan Butynski, 2013a, 2013b). Gorila tidak bersifat teritorial, tetapi memiliki wilayah jelajah kelompok yang beririsan yang tidak begitu dipertahankan. Namun demikian, adanya bukti bahwa mereka memiliki area inti eksklusif dan tidak beririsan (zona yang paling banyak digunakan oleh kelompok) menunjukkan bahwa kelompok tersebut melakukan penyekatan terhadap habitatnya (Seiler *et al.*, 2017).

Seiring dengan meningkatnya kepadatan gorila, wilayah jelajah yang beririsan juga akan meningkat drastis. Begitu pula dengan frekuensi pertemuan antarkelompok, yang dapat mengakibatkan peningkatan perkela-hian, cedera, dan kematian (Caillaud *et al.*, 2014). Pertemuan antarkelompok dapat terjadi tanpa kontak mata. Jantan punggung perak justru saling bertukar teriakan dan pukulan dada hingga salah satu atau kedua

kelompok pergi. Namun demikian, sebagian besar pertemuan antarkelompok melibatkan lebih dari kontak pendengaran dan dapat meningkat menjadi peragaan sikap agresif atau perkela-hian (Bradley *et al.*, 2004; Robbins dan Sawyer, 2007). Agresi fisik jarang terjadi, tetapi jika persaingan meningkat, perkela-hian di antara punggung perak dapat menjadi sangat intens. Di beberapa kasus, beberapa gorila tewas karena infeksi dan luka akibat interaksi antarkelompok tersebut (Rosenbaum, Vecellio, dan Stoinski, 2016; Williamson, 2014).

Wilayah jelajah orang utan jantan meliputi beberapa daerah jelajah betina (yang lebih kecil). Pada tingkat tertentu, jantan berbantalan pipi dominan mampu monopoli makanan maupun betina, serta hidup di area tidak permanen yang relatif kecil, yakni seluas 4–8 km² (400–800 ha) untuk orang utan borneo jantan, meskipun luas aktual wilayah jelajahnya dapat jauh lebih besar dari 10 km² (1.000 ha). Wilayah jelajah orang utan kerap saling beririsan meskipun orang utan jantan berbantalan pipi menetapkan wilayah pribadinya dengan melakukan teriakan panjang. Selama jarak terjaga, konflik fisik jarang terjadi. Meskipun demikian, pertemuan antarjantan dewasa memicu sikap agresif yang terkadang berakhir dengan perkela-hian. Jika orang utan membuat lawannya terluka parah, luka infeksi yang ditimbulkannya dapat mengakibatkan kematian (Knott, 1998).

Kera di Afrika bersifat semiterestrial dan sering beristirahat di permukaan tanah pada siang hari. Sebaliknya, orang utan hampir selalu arboreal, meskipun spesies borneo melakukan pergerakan darat lebih sering daripada yang sebelumnya diketahui (Ancrenaz *et al.*, 2014). Orang utan borneo dewasa, baik jantan berbantalan pipi maupun betina, bergerak sejauh 200 meter setiap harinya. Sementara, jarak jelajah orang utan jantan dewasa tak berbantalan pipi biasanya dua kali lipat lebih jauh. Orang utan sumatera bergerak lebih jauh meski tetap di bawah 1 km setiap harinya (Singleton

et al., 2009). Orang utan dapat berjalan cukup jauh di permukaan tanah di semua jenis habitat alami dan buatan manusia, terutama di Borneo (Ancrenaz *et al.*, 2014; Loken, Boer, dan Kasyanto, 2015; Loken, Spehar, dan Rayadin, 2013). Oleh karena itu, orang utan dapat melintasi infrastruktur buatan yang terbuka hingga batas tertentu. Di Sabah, misalnya, orang utan pernah terlihat menyeberangi jalan yang tertutup dan berdebu ketika lalu lintas tidak terlalu padat. Sifat terestrial yang lebih besar pada orang utan akan meningkatkan persoalan kesehatan dan risiko mereka tertular penyakit yang biasanya tidak menjangkiti hewan ketika mereka tinggal di kanopi pohon. Namun demikian, masih terdapat kekurangan informasi mengenai risiko kesehatan tersebut.

Kera teritorial yang habitatnya dirusak menghadapi kesulitan besar dalam membangun wilayah teritorial baru di sekitarnya jika hewan lain sudah berada di wilayah tersebut. Oleh karena itu, hewan yang telah kehilangan wilayahnya perlahan-lahan mati. Orang utan jantan dewasa tak berbantalan pipi tampaknya tidak memiliki wilayah teritori yang ditentukan dengan jelas, dan dapat berpindah-pindah hingga ke tempat yang sangat jauh (Ancrenaz *et al.*, 2010).

Kera semiterestrial Afrika dapat menjelajah lebih jauh. Kera yang lebih frugivora menjelajah hingga beberapa kilometer setiap harinya. Gorila gunung menjelajah sejauh 500 m hingga 1 km per hari. Bonobo dan gorila dataran rendah barat rata-rata bergerak sejauh 2 km, meski kadang kala mencapai 5-6 km. Sementara simpanse bergerak sejauh 2-3 km, walaupun kadang mencapai 10 km. Simpanse penghuni sabana umumnya menjelajah lebih jauh dibandingkan dengan simpanse hutan. Jarak jelajah harian gorila menurun dengan meningkatnya ketersediaan vegetasi bawah, yakni bervariasi sekitar 500 m hingga 3 km per hari (Robbins, 2011). Sejalan dengan pola makanannya, gorila hanya terdapat pada habitat hutan lembap (rentang wilayah dari ketinggian permukaan laut hingga 3.000 m)

dan tidak ditemukan di mosaik sabana berhutan atau hutan peralihan yang dihuni simpanse dan bonobo (Robbins, 2011).

Wilayah teritori owa *Hylobates* rata-rata mencapai 0,42 km² (42 ha), namun terdapat sejumlah perbedaan dalam hal ini. *Nomascus* menguasai wilayah yang lebih luas (sekitar 0,13 hingga 0,72 km² atau 13-72 ha). Ini berkaitan dengan lebih rendahnya keberadaan sumber daya pada waktu tertentu pada hutan yang lebih bersifat musiman (Bartlett, 2007; Fan *et al.*, 2013). Hutan yang kurang bersifat musiman dapat meningkatkan kelimpahan sumber dayanya. Namun demikian, kepadatan dan luas wilayah teritori owa tidak dapat dikorelasikan dengan faktor-faktor ini (Bryant *et al.*, 2015; Hamard, Cheyne, dan Nijman, 2010; Zhang *et al.*, 2014).

Membuat Sarang

Sebagian besar kera besar tidak hanya makan, tetapi juga beristirahat, bersosialisasi, dan tidur di pohon (meskipun umumnya gorila bersifat terestrial). Dengan memiliki otak yang berukuran besar, mamalia dengan kecerdasan tinggi ini membutuhkan waktu tidur yang lama. Semua kera besar membangun sarang atau tempat tidurnya untuk bermalam. Bonobo dan simpanse juga kadang membangun sarang di pohon pada siang hari atau di tanah untuk beristirahat, sedangkan gorila utamanya bersarang di atas permukaan tanah. Semua individu kera besar yang sudah disapih akan membangun sarang untuk tidur di malam hari. Sarang di pohon biasanya dibuat pada ketinggian 10-20 m di atas permukaan tanah (Fruth, Tagg, dan Stewart, 2018). Variasi ketinggian sarang dipengaruhi oleh variabel lingkungan, seperti misalnya curah hujan, suhu, struktur habitat, ketersediaan bahan, keberadaan pemangsa, dan parameter demografi (contohnya jenis kelamin atau usia individu tersebut, serta faktor sosial seperti kebiasaan yang diperoleh dari lingkungan)

(Fruth dan Hohmann, 1996). Semua kera besar dapat menggunakan kembali sarangnya, meskipun frekuensi penggunaan kembali ini sangat bergantung pada ketersediaan lokasi tidur dan bahan untuk membangunnya (Fruth, Tagg, dan Stewart, 2018). Bonobo lebih memilih untuk membuat sarang di wilayah dengan persediaan makanan yang berlimpah, sedangkan simpanse menyukai wilayah dengan pepohonan buah untuk tempat tidurnya (Fruth, Tagg, dan Stewart, 2018; Serckx *et al.*, 2014). Meskipun demikian, baik simpanse maupun bonobo menunjukkan kecenderungan untuk bersarang di spesies pohon tertentu (Fruth, Tagg, dan Stewart, 2018).

Reproduksi

Kera jantan mencapai kematangan seksual pada usia antara 8 dan 18 tahun. Simpanse mencapai kedewasaan pada usia 8-15 tahun, bonobo pada usia 10 tahun, gorila timur sekitar usia 12-16 tahun, dan gorila barat pada usia 18 tahun (Williamson *et al.*, 2013). Orang utan jantan mencapai kematangannya pada usia antara 8 dan 16 tahun, tetapi tidak akan berbantal pipi sebelum berusia 20 tahun (Utami-Atmoko *et al.*, 2009a). Kera betina mulai mampu bereproduksi antara usia 6 dan 12 tahun, gorila pada usia 6-7 tahun, simpanse pada usia 7-8 tahun, bonobo pada usia 9-12 tahun, dan orang utan pada usia 10-11 tahun. Mereka cenderung melahirkan anak pertama pada usia antara 8 dan 16 tahun, gorila pada usia 10 tahun (dengan rata-rata pada rentang usia 8-14 tahun), simpanse pada usia 13,5 tahun (dengan nilai tengah antara 9,5-15,4 tahun di beberapa lokasi berbeda), bonobo pada usia 13-15 tahun, dan orang utan pada usia 15-16 tahun (van Noordwijk *et al.*, 2018).

Masa kehamilan gorila dan orang utan kurang lebih sama dengan manusia. Masa kehamilan simpanse dan bonobo lebih singkat, yakni 7,5-8 bulan (van Noordwijk *et al.*, 2018; Wallis, 1997). Kera biasanya melahirkan satu bayi dalam satu waktu, meski

kelahiran kembar juga dapat saja terjadi (Goossens *et al.*, 2011). Kelahiran ini tidak bersifat musiman, tetapi pembuahan hanya dapat dilakukan pada betina yang sehat. Simpanse dan bonobo akan berovulasi ketika buah melimpah, sehingga terdapat musim puncak dari jumlah betina yang hamil pada sebagian populasi, dengan puncak tingkat kelahiran pada bulan-bulan tertentu (Anderson, Nordheim, dan Boesch, 2006; Emery Thompson dan Wrangham, 2008). Orang utan borneo yang hidup di hutan dipterokarpa yang sangat musiman cenderung hamil ketika musim buah raya, yakni saat buah segar melimpah (Knott, 2005). Sebaliknya, orang utan sumatera tidak memiliki kesulitan semacam itu (Marshall *et al.*, 2009). Sementara itu, gorila tidak terlalu bergantung pada makanan musiman dan tidak menunjukkan musim reproduksi tertentu.

Owa betina melahirkan anak pertamanya pada usia sekitar 9 tahun. Data individu dalam kurungan menunjukkan bahwa owa mengalami kematangan seksual mulai usia 5,5 tahun (Geissmann, 1991). Jarak antarkelahiran berada dalam rentang 2-4 tahun, dengan masa kehamilan sekitar 7 bulan (Bartlett, 2007). Meski kera dalam kurungan dapat hidup hingga 40 tahun, usia owa di alam liar belum diketahui dan dianggap lebih pendek. Akibat pendewasaan yang relatif lambat dan rentang kelahiran yang panjang, masa reproduktif owa mungkin hanya 10-20 tahun (Palombit, 1992). Oleh karena itu, regenerasinya relatif lambat.

Semua kera besar mengalami reproduksi yang lamban. Hal ini diakibatkan oleh waktu yang dihabiskan induk pada satu anak tunggal, serta perkembangan dan pematangan anak yang lambat. Anak tidur dengan induknya hingga disapih (4-5 tahun pada kera di Afrika, 5-6 tahun pada orang utan borneo, dan 7 tahun pada orang utan sumatera) atau anak berikutnya lahir. Penyapihan menandai berakhirnya masa kanak-kanak kera di Afrika pada usia sekitar 3-6 tahun. Meskipun demikian, anak orang utan tetap

bergantung pada induknya hingga mencapai usia 7-9 tahun (van Noordwijk *et al.*, 2009). Saat mengurus anak, betina tidak bisa hamil karena proses menyusui menyebabkan siklus reproduktifnya terhambat (Stewart, 1988; van Noordwijk *et al.*, 2013). Oleh karena itu, kelahiran kera memiliki rentang waktu yang panjang, dengan rata-rata setiap 4-7 tahun pada kera di Afrika, setiap 6-8 tahun pada orang utan borneo, dan setiap 9 tahun pada orang utan sumatera. Jarak antarkelahiran dapat diperpendek dengan dibunuhnya anak yang belum disapih oleh anggota kelompok dari jenis binatang yang sama, biasanya oleh jantan dewasa yang tak berhubungan darah secara langsung (Harcourt dan Greenberg, 2001; Hrdy, 1979). Pembunuhan anak ini tidak terpan- tau pada orang utan atau bonobo. Namun, jika gorila atau simpanse betina beranak berpindah kelompok, anaknya akan dibunuh oleh jantan di kelompok baru, yang memicu siklus reproduktif dini (Knott *et al.*, 2019; Watts, 1989).

Penelitian jangka panjang terhadap gorila gunung dan simpanse memungkinkan keberhasilan reproduksi pada jangka kehidupan betina dievaluasi. Rata-rata tingkat kelahiran adalah 0,2-0,3 kelahiran/betina dewasa/tahun, atau satu kelahiran per betina dewasa setiap 3,3-5,0 tahun. Sepanjang hidupnya betina gorila gunung betina rata-rata melahirkan 3,6 anak sepanjang hidupnya. Sama halnya dengan simpanse, simpanse betina biasanya hanya melahirkan 1,0-4,3 anak yang akan bertahan hingga dewasa (Emery Thompson, 2013; Robbins *et al.*, 2011).

Poin penting yang harus dicatat adalah bahwa (1) mendokumentasikan kehidupan spesies hewan berusia panjang memerlukan penelitian berpuluh-puluh tahun karena tingkat reproduksinya yang lambat, dan (2) populasi kera yang menyusut drastis memerlukan beberapa generasi untuk bisa pulih kembali (waktu generasi kera adalah 18-25 tahun) (IUCN, 2019). Faktor-faktor tersebut membuat kera lebih rentan dibandingkan dengan spesies yang lebih kecil dan cepat

beranak. Orang utan memiliki sejarah hidup paling lambat dibandingkan dengan mamalia mana pun, dengan kelahiran anak pertama pada usia betina dewasa yang lebih tua, jarak antarkelahiran yang panjang, dan waktu generasi yang lebih lama dibandingkan dengan kera di Afrika. Akibatnya, mereka sangat rentan punah (Wich, de Vries, dan Ancrenaz, 2009; Wich *et al.*, 2009).

Ucapan Terima Kasih

Penulis utama: Annette Lanjouw,⁴ Helga Rainer⁵, dan Alison White⁶

Penulis bagian sosioekologi: Marc Ancrenaz,⁷ Susan M. Cheyne,⁸ Tatyana Humle,⁹ Benjamin M. Rawson,¹⁰ Martha M. Robbins¹¹, dan Elizabeth A. Williamson¹²

Catatan Akhir

- 1 Arcus Foundation mempersiapkan peta sebaran kera (Gambar AO1 dan AO2) untuk publikasi ini guna memberikan data yang paling akurat dan terbaru. Volume ini juga menampilkan peta yang dibuat oleh kontributor yang menggunakan data sebaran kera dari berbagai sumber. Oleh karena itu, peta ini mungkin tidak semuanya sesuai satu sama lain.
- 2 Lih. Catatan Akhir 1.
- 3 Hoolock gaoligong atau skywalker (*Hoolock tianxing*) yang diidentifikasi baru-baru ini, tidak muncul di peta tersebut karena tidak ada informasi rinci tentang sebaran spesies owa ini. Hingga saat ini, hoolock gaoligong hanya terlihat di timur Myanmar dan barat daya Tiongkok.
- 4 Arcus Foundation (www.arcusfoundation.org/).
- 5 Arcus Foundation (www.arcusfoundation.org/).
- 6 Konsultan independen.
- 7 HUTAN-Kinabatangan Orang-utan Conservation Programme (www.hutan.org.my).
- 8 Borneo Nature Foundation (www.borneonaturefoundation.org).
- 9 University of Kent (www.kent.ac.uk/sac).
- 10 WWF-Vietnam (vietnam.panda.org/).
- 11 Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology (www.eva.mpg.de).
- 12 University of Stirling (www.stir.ac.uk/about/faculties/natural-sciences/).