

Ketelitian Metode Sarang untuk Pendugaan Populasi Orangutan dan Penentuan Faktor Ekologi Penting dalam Manajemen Hutan Konservasi

Precision of Nest Method in Estimating Orangutan Population and Determination of Important Ecological Factors for Management of Conservation Forest

Yanto Santosa* dan Dede Aulia Rahman

Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

Diterima 18 Januari 2012/Disetujui 5 Maret 2012

Abstract

Orangutan as an umbrella species is closely interlinked with sustainable forest management meaning that the protection of this species has implications on the protection of other species and maintain ecosystem stability. The total natural habitat required to support orangutan's population could only be determined by the appropriate population size. It is associated with the carrying capacity to accommodate or fulfill the habitat requirements of a wildlife population. Selection and delineation of core and wilderness zones as habitat preference should be based on the results of preference test shown by the spatial distribution of orangutan population. Value of the coefficient of variation (CV) was used to observe the precision of the population estimation and to identify important ecological factors in selection of nesting trees. The study resulted in varied CV spatial values for various habitat types: 22.60%, 11.20%, and 13.30% for heath, lowland dipterocarp, and peat swamp forest, respectively. In the other side, CV temporal values for various habitat types were 5.35%, 22.60%, and 17.60% for heath, lowland dipterocarp, and peat swamp forest, respectively. This indicated that the population density in each type of forest ecosystems had a variation based on location and did not varied according to time of survey. The use of nest survey technique showed good reliable results in estimating orangutan population density. Efforts to improve the precision of estimation can be done by formulating r value as the harmonic average of nest production rates and t as the average of nest decay time per nest category. Selection of habitat preference and nest trees were influenced by food availability thus should form important consideration in conducting nest survey to avoid bias in estimating orangutan populations.

Keywords: conservation forest management, nest survey, orangutan, population size, ecological factors

Abstrak

Perlindungan terhadap populasi orangutan sebagai spesies payung (umbrella species) menduduki posisi sangat penting dalam manajemen hutan berkelanjutan. Perlindungan terhadap spesies ini berimplikasi pada perlindungan spesies lainnya dan menjaga kestabilan ekosistem. Luas habitat alami untuk menunjang kebutuhan populasi orangutan hanya dapat ditentukan oleh ukuran populasi yang tepat. Hal ini terkait dengan daya dukung (carrying capacity) habitat untuk menampung atau memenuhi kebutuhan sejumlah populasi satwa. Pemilihan dan deliniasi habitat sesuai/disukai harus didasarkan atas hasil uji preferensi yang ditunjukkan oleh keberadaan populasi orangutan secara spasial. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat ketelitian (CV) metode sarang dan mengidentifikasi peubah-peubah ekologi penting dalam pemilihan pohon tempat bersarang. Hasil studi menunjukkan bahwa nilai CV spasial adalah 22,60% untuk hutan kerangas, 11,20% untuk dipterokarp dataran rendah, dan 13,30% untuk rawa gambut. CV temporal untuk hutan kerangas adalah 30,70% dan 31,30% untuk dipterokarp dataran rendah, serta 38,60% untuk rawa gambut. Hal ini menunjukkan bahwa kepadatan populasi di setiap tipe ekosistem hutan bervariasi berdasarkan lokasi dan tidak bervariasi berdasarkan waktu survei. Penggunaan metode sarang masih cukup baik untuk digunakan dalam pendugaan kepadatan populasi orangutan. Upaya meningkatkan ketelitian pendugaan dapat dilakukan dengan merumuskan nilai r sebagai nilai rata-rata harmonik dari tingkat produksi sarang dan t sebagai rata-rata waktu peluruhan per kategori sarang. Pemilihan habitat dan pohon sarang yang disukai orangutan sangat dipengaruhi oleh ketersediaan pakan, sehingga seyogyanya pengetahuan akan faktor ekologi penting digunakan sebagai pertimbangan utama dalam pengumpulan data lapangan untuk menghindari bias dalam menduga ukuran populasi orangutan.

Kata kunci: manajemen kawasan konservasi, metode sarang, orangutan, ukuran populasi, faktor ekologi

**Penulis untuk korespondensi, email: ysantosa@free.fr, telp. +62-251-8629150, faks. +62-251-8629150*

Pendahuluan

Orangutan merupakan salah satu jenis kera besar yang hanya hidup di Benua Asia, yaitu di Indonesia dan Malaysia (Wich *et al.* 2009). Di Indonesia terdapat dua jenis orangutan yang tersebar di sebagian kecil kawasan di Sumatera dan Kalimantan (Groves 2001). Populasi orangutan Sumatera diklasifikasikan dalam spesies *Pongo abelii*, dan populasi orangutan Kalimantan diklasifikasikan dalam spesies *P. pygmaeus* yang terdiri dari tiga sub spesies, yaitu *P. pygmaeus pygmaeus*, *P. pygmaeus wurmbii*, dan *P. pygmaeus morio* (Groves 2001). Khusus untuk populasi orangutan di Pulau Kalimantan, IUCN (2006) telah menetapkan orangutan kalimantan sebagai salah satu spesies primata yang terancam punah akibat hilangnya habitat alami dan perburuan (Rijksen & Meijaard 1999; Yeager 1999; Singleton *et al.* 2004; Meijaard & Wich 2007). Keberadaan orangutan berkaitan erat dengan komunitas hayati yang bersifat rentan maupun proses ekosistem yang unik (Robongo & Anggostam 2004). Keberadaan dan kepadatan populasi orangutan dalam suatu kawasan hutan dapat memberikan petunjuk yang relatif akurat terhadap kondisi dan kualitas hutan (Wich *et al.* 2011). Gangguan terhadap kawasan berhutan melalui konversi lahan yang diperuntukkan bagi pengembangan tanaman budidaya menyebabkan hilangnya sebagian besar habitat bagi satwa ini. Penurunan kualitas habitat alami terutama ketersediaan pakan menimbulkan permasalahan bagi orangutan untuk hidup dan bertahan di habitat alaminya sehingga spesies ini kerap ditemukan di luar habitat alaminya sebagai contoh lahan perkebunan kelapa sawit.

Orangutan dikenal sebagai satwa penyebar biji di alam dan pemelihara hutan. Dalam kaitannya sebagai satwa penyebar biji (durian hutan, rambutan hutan, langsung, dan pompaning), orangutan membuang biji-biji buah yang dimakan yang kemudian tumbuh menjadi tumbuhan baru. Sebagai pemelihara hutan, orangutan dalam kaitan asosiasi dengan spesies lainnya menciptakan kestabilan ekosistem sehingga hutan tetap dapat memberikan manfaatnya sebagai sumber plasma nutfah bagi masyarakat sekitar. Berdasarkan hasil penelitian Robongo dan Anggostam (2004), keberadaan 1–10 orangutan di habitatnya pada tiap kilometer persegi, dapat mendatangkan paling tidak 5 jenis burung rangkong, 50 jenis pohon buah-buahan, dan 15 jenis pohon lainnya (regenerasi tumbuhan hutan). Contoh adanya asosiasi antara keberadaan orangutan dengan spesies lainnya dalam suatu ekosistem sebagaimana digambarkan oleh hasil penelitian di atas menggambarkan keseimbangan hutan tropika basah yang masih asli. Dalam aktivitas hariannya, orangutan juga memanfaatkan ranting-ranting atas pohon untuk dijadikan sarang, setiap harinya orangutan membuat sarang 1–3 sarang dengan daya jelajah setiap harinya lebih dari 10 ha (Schaik *et al.* 1995). Kegiatan pembuatan sarang akan membantu

pembukaan kanopi sehingga sinar matahari dapat masuk hingga lantai hutan. Regenerasi anakan pohon terutama jenis pohon-pohon intoleran yang telah ada sebelumnya pada ekosistem hutan pun dapat tumbuh baik dengan adanya kehadiran orangutan pada suatu habitat. Merujuk kepada peranannya dalam ekosistem termasuk terhadap kesejahteraan masyarakat sekitar hutan, maka orangutan disebut sebagai salah satu spesies payung (*umbrella species*) yaitu spesies yang kelestariannya berpengaruh terhadap kelestarian ekosistem dimana spesies tersebut ditemukan (Noss *et al.* 2002; Branton & Richardson 2010).

Perlindungan terhadap populasi orangutan menempati posisi penting dalam manajemen hutan yang berkelanjutan (*sustainable forest management*) (Wich *et al.* 2011). Kawasan konservasi sebagai habitat alami orangutan, seringkali masih belum mampu melindungi populasi orangutan (*P. pygmaeus wurmbii*) yang ada, kekeliruan pengalokasian dan deliniasi zona inti serta zona rimba yang diperuntukkan bagi pelestarian orangutan (Santosa & Sari 2010). Data akurat mengenai parameter demografi (ukuran populasi, dan nisbah kelamin) serta peubah-peubah ekologi penting habitat yang disukai oleh orangutan pada dasarnya merupakan jawaban kunci atas permasalahan dalam manajemen kawasan dimaksud (Mathewson *et al.* 2008; Husson *et al.* 2009; Santosa & Gunawan 2010). Konsep spesies payung dapat juga digunakan sebagai salah satu pendekatan untuk menentukan luasan wilayah minimal areal konservasi, termasuk menetapkan standar komposisi, struktur, serta proses-proses ekosistem (Branton & Richardson 2010).

Beberapa metode inventarisasi telah diujicobakan untuk mengetahui parameter demografi populasi orangutan liar, baik yang dilakukan secara langsung maupun berdasarkan sarang (Arenaz *et al.* 2005; Schaik *et al.* 2005). Inventarisasi orangutan secara langsung merupakan pekerjaan yang sangat sulit (Mathewson *et al.* 2008). Hal ini berhubungan dengan kecepatan berpindah orangutan pada saat berada di pohon. Orangutan secara alami akan menghindari manusia yang mendekat. Gerakan orangutan akan sangat sulit untuk diamati oleh pengamat karena lebatnya tajuk pohon dan keterbatasan gerak pengamat pada kondisi lokasi tertentu (Meijaard *et al.* 2001). Untuk mengatasi kesulitan tersebut, salah satu metode yang paling sering digunakan adalah metode penghitungan sarang orangutan (Buij *et al.* 2002; Schaik *et al.* 2005; Mathewson *et al.* 2008). Sarang adalah bukti keberadaan orangutan yang paling mudah diamati (Meijaard *et al.* 2001). Metode perhitungan sarang menggunakan beberapa parameter seperti proporsi individu orangutan membangun sarang (p), jumlah sarang yang dibangun orangutan per hari (r), dan laju peluruhan sarang (t). Semua parameter tersebut bersifat spesifik lokasi namun parameter tersebut sering diasumsikan sebagai nilai yang universal sehingga berakibat fatal pada hasil pendugaan kepadatan dengan bias yang besar. Hal

tersebut menyebabkan pendugaan parameter demografi memberikan hasil yang tidak akurat dan berimplikasi pada kekeliruan dalam kegiatan manajemen populasi dan habitat.

Angka laju peluruhan sarang (umur sarang) yang selama ini digunakan terbagi atas nilai ketahanan sarang A–E (Bismark 2005; Johnson *et al.* 2005). Karena nilainya bersifat selang dan lebar maka ketelitian yang tinggi dalam pendugaan populasi sulit diperoleh, terkecuali jika digunakan umur sarang rata-rata dalam selang tersebut. Beberapa penelitian tentang sarang yang dilakukan oleh Rijksen (1978), Maple (1980), dan Schaik *et al.* (2005) hanya mengungkapkan hal-hal tentang sarang dan perilaku bersarang satwa tersebut. Kenyataan bahwa orangutan dapat membangun lebih dari satu sarang setiap hari (Maple 1980) semakin memperkuat adanya bias yang besar pada nilai dugaan yang dihasilkan oleh metode dimaksud.

Oleh karena itu, penelitian ini lebih diarahkan untuk mengevaluasi tingkat ketelitian penggunaan metode sarang dalam pendugaan ukuran populasi orangutan dan merumuskan alternatif penyempurnaan. Selain itu, penelitian ini juga ditujukan untuk menentukan peubah ekologi penting yang berhubungan dengan preferensi pohon sarang guna mengoptimalkan aplikasi metode sarang di lapangan sehingga terhindar dari bias akibat perubahan-perubahan faktor ekologi yang bersifat dinamis dan berimplikasi pada tindakan manajemen konservasi yang tepat.

Metode

Pengambilan data lapangan dilaksanakan di *Camp Leakey*, kawasan Taman Nasional Tanjung Puting Kabupaten Kotawaringin Barat dan Seruyan Provinsi Kalimantan Tengah. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret–Juni 2008. Alat yang digunakan meliputi binokuler, pita ukur biasa (1,5 meter), pita ukur gulung (50 m), *Software Distance 4.1* dan SPSS 14.0, kompas brunton, alat pengukur tinggi pohon (*Christenmeter*), peta stasiun penelitian (skala 1: 250), *flagging tape* (kuning & merah), dan kamera. Objek yang diteliti adalah orangutan kalimantan (*P. pygmaeus wurmbii*) (Groves 2001), sarang, dan habitatnya. Populasi orangutan yang hidup di kawasan *Camp Leakey* terdiri dari orangutan liar dan orangutan rehabilitasi yang dilepasliarkan kembali ke alam.

Pengamatan sarang dilakukan dengan berjalan kaki secara perlahan pada jalur sepanjang 500 m yang tegak lurus transek utama sepanjang 1.000 m untuk masing-masing tipe ekosistem. Informasi yang dikumpulkan meliputi jumlah sarang, jumlah individu orangutan yang ditemukan, jumlah sarang yang dibuat per individu orangutan (20 ulangan), vegetasi, dan pohon pakan. Jumlah sarang yang dibuat per individu orangutan dikumpulkan melalui pengamatan langsung terhadap delapan individu orangutan yang telah terhabituasi dengan kehadiran pengamat, sehingga lebih mudah untuk diamati ketika individu tersebut membuat sarang. Banyaknya transek untuk masing-masing tipe ekosistem yaitu: 1 Hutan *dipterocarpaceae* dataran rendah: 5 transek utama

sepanjang 1.000 m dengan jalur tegak lurus transek utama sepanjang 500 m (3 kiri dan 3 kanan).

2 Hutan rawa gambut: 2 transek utama sepanjang 500 m dengan jalur tegak lurus transek utama sepanjang 500 m (2 kiri dan 2 kanan).

3 Hutan kerangas: 1 transek utama sepanjang 500 m dengan jalur tegak lurus transek utama sepanjang 500 m (2 kiri dan 2 kanan).

Perbedaan intensitas pada panjang transek utama yang sama dikarenakan ketersediaan area yang lebih luas dan memungkinkan untuk dibuat jalur tegak lurus transek sehingga pada hutan *Dipterocarpaceae* dataran rendah dibuat jalur yang lebih banyak dibandingkan dengan tipe ekosistem hutan lainnya.

Informasi penunjang berupa bio-ekologi, kondisi umum habitat, dan penutupan lahan diperoleh melalui studi literatur. Analisis data dilakukan dengan menggunakan bantuan *software Distance 4.1* dan SPSS 14.0. Beberapa parameter diduga dengan menggunakan formulasi:

1 Estimasi kepadatan populasi orangutan di wilayah studi melalui metode survei sarang (Schaik *et al.* 1995).

$$D = (C_f N) / (L^2 W p r t) \quad [1]$$

$$C_f = 1 / (1 - f) \quad [2]$$

keterangan:

D = kepadatan populasi orangutan (ind km⁻²)

C_f = faktor koreksi/*correction factor* untuk N

f = fraksi antara nilai durasi visibilitas sarang dengan Markov analisis yang terdapat dalam program *Distance 4.1*

N = jumlah sarang yang ditemukan

N_a = jumlah sarang kelas ketahanan A

N_b = jumlah sarang kelas ketahanan B

N_c = jumlah sarang kelas ketahanan C

N_d = jumlah sarang kelas ketahanan D

N_e = jumlah sarang kelas ketahanan E

t_a = waktu peluruhan sarang kelas ketahanan A

t_b = waktu peluruhan sarang kelas ketahanan B

t_c = waktu peluruhan sarang kelas ketahanan C

t_d = waktu peluruhan sarang kelas ketahanan D

t_e = waktu peluruhan sarang kelas ketahanan D

L = panjang jalur (km)

W = lebar jarak efektif untuk melihat sarang (km)

p = proporsi individu membangun sarang

r = rata-rata orangutan membuat sarang per hari

t = durasi visibilitas sarang/ketahanan sarang (284 hari)

Proporsi membangun sarang pada populasi (p) dan jumlah sarang yang diproduksi (r) didasarkan pada nilai-nilai yang diamati dari populasi yang diketahui (MacKinnon 1974; Schaik *et al.* 1995; Singleton 2000). Semua orangutan membangun sarang, kecuali bayi (Johnson *et al.* 2005). Tidak ada variasi yang signifikan dalam proporsi membangun sarang antara jenis orangutan populasi sumatera dan orangutan kalimantan. Dalam kegiatan observasi langsung terhadap perilaku membuat sarang, selama penelitian

berlangsung tidak ditemukan individu bayi membuat sarang sehingga untuk penelitian ini digunakan nilai $p = 0,9$ seperti hasil penelitian Schaik *et al.* (1995) dan Johnson *et al.* (2005). Tingkat produksi sarang pun tidak berbeda secara signifikan antara kedua jenis orangutan tersebut. Orangutan kalimantan membangun sarang rata-rata 0,9–1,2 sarang per hari (Morrogh-Bernard *et al.* 2003; Ancrenaz *et al.* 2004a,b; Johnson *et al.* 2005), sedangkan orangutan sumatera membangun sarang rata-rata 1,6–1,8 sarang per hari (Schaik *et al.* 1995; Singleton 2000). Pada penelitian ini digunakan nilai rata-rata spesifik r pada populasi kalimantan dengan nilai $r = 1,08$ (Ancrenaz *et al.* 2004b; Johnson *et al.* 2005).

Dalam menghitung kepadatan sarang, jumlah sarang (N), dan lebar jarak efektif untuk melihat sarang (W) didasarkan pada kegiatan observasi langsung. Lebar jarak efektif ditetapkan menggunakan *Distance* 4.1 (Thomas *et al.* 2004). *Distance* 4.1 memperhitungkan jumlah sarang, panjang transek total, dan jarak tegak lurus dari sarang ke transek (*perpendicular distance*) dengan *Kolmogorov-Smirnov test* yang terdapat dalam program ini sehingga dihasilkan nilai W secara langsung. *Software Distance* telah terbukti dapat diandalkan (Cassey & McArdle 1999) dan telah digunakan dalam studi sebelumnya dalam pendugaan kepadatan populasi orangutan (misalnya dalam Buij *et al.* 2003).

Lama waktu peluruhan sarang (t) cukup sulit untuk diduga secara akurat, dan variasi nilai t juga menghasilkan variasi secara langsung terhadap ukuran kepadatan populasi orangutan. Pengukuran parameter t telah menjadi subjek dari sejumlah penelitian di tempat yang berbeda (Felton *et al.* 2003; Morrogh-Bernard *et al.* 2003; Johnson *et al.* 2005; Santosa *et al.* 2010). Studi-studi tersebut menunjukkan bahwa ada banyak variasi antara lokasi dalam perkiraan laju peluruhan sarang dengan laju peluruhan mulai 72–424 hari. Dalam penelitian ini digunakan nilai durasi visibilitas sarang ($t = 284$ hari) (Morrogh-Bernard *et al.* 2003). Nilai ini merupakan hasil yang didapat di daerah Sungai Sebangau, Kalimantan Tengah. Nilai ketahanan sarang di Taman Nasional Tanjung Puting sendiri hingga saat ini masih dalam tahap pengerjaan dengan asumsi bahwa habitat di daerah Sebangau tidak jauh berbeda dengan Taman Nasional Tanjung Puting yang merupakan hutan hujan dataran rendah yang sebagian besar wilayahnya berupa rawa gambut sehingga kerusakan sarang dari mulai dibuat sampai hancur diperkirakan hampir sama. Pengaruh kondisi iklim dan ketinggian tempat dari permukaan laut yang relatif sama antara kedua lokasi memberikan asumsi terhadap nilai ketahanan sarang yang sama. Mathewson *et al.* (2008) menjelaskan bahwa nilai ketahanan sarang bersifat spesifik lokasi dan dipengaruhi oleh kondisi iklim, tipe ekosistem hutan, dan ketinggian tempat di atas permukaan laut. Durasi ketahanan sarang dihitung berdasarkan lama waktu (umur) sarang bertahan dari saat dibuat hingga hancur. Pembagian nilai ketahanan sarang didasarkan atas kategorisasi yang dibuat oleh Ancrenaz *et al.* (2004a) dengan membagi sarang

berdasarkan 5 kelas, yaitu:

A = baru (daun-daun yang merupakan bahan penyusun sarang berwarna hijau)

B = belum lama (semua dedaunan kering dan sebagian daun masih berwarna hijau sebagian lagi berwarna cokelat)

C = lama (sebagian daun sudah hilang, yang lainnya masih melekat, sarang masih kokoh, dan utuh)

D = sangat lama (ada lubang-lubang di bangunan sarang)

E = hampir hilang (tinggal beberapa ranting dan cabang kayu, serta bentuk asli sarang sudah tidak terlihat)

Data mengenai posisi letak sarang dalam penelitian ini diambil untuk melihat pengaruh posisi letak sarang terhadap kecepatan peluruhan sarang pada masing-masing sarang. Klasifikasi posisi letak sarang yang digunakan dalam penelitian ini adalah klasifikasi yang dibuat oleh Schaik dan Idrusman (1996).

- Analisis hubungan banyaknya sarang dengan faktor habitat di sekitar sarang dianalisis melalui persamaan regresi berganda. Peubah faktor ekologi penting ditetapkan berdasarkan pengetahuan peneliti terhadap faktor-faktor yang sangat berkaitan dengan perilaku membuat sarang orangutan.

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + dX_3 + \dots + kX_9 \quad [3]$$

keterangan:

Y = preferensi pohon sarang

X_1 = tinggi pohon sarang (m)

X_2 = tinggi bebas cabang (m)

X_3 = diameter pohon sarang (cm)

X_4 = luas tajuk pohon sarang (m)

X_5 = jarak antara pohon sarang (m)

X_6 = jarak pohon sarang dari transek (m)

X_7 = jarak pohon sarang dengan pohon pakan (m)

X_8 = jumlah jenis pohon pakan (individu)

X_9 = keberadaan pohon pakan disekitar pohon sarang

- Uji independen antara keberadaan sarang dan pohon pakan dilakukan melalui persamaan [4].

$$\chi^2 = [n(ad - bc) - 1/2n]^2 / [(a + b)(a + c)(b + d)(c + d)] \quad [4]$$

keterangan:

n = jumlah total unit contoh ($n = a + b + c + d$)

a = jumlah unit contoh yang terdapat sumber pakan dan sarang

b = jumlah unit contoh yang terdapat spesies sumber pakan tetapi tidak terdapat sarang

c = jumlah unit contoh yang terdapat sarang tetapi tidak terdapat spesies sumber pakan

d = jumlah unit contoh yang tidak ditemukan sumber pakan dan sarang

Selanjutnya dilakukan pengujian hipotesis nol (H_0) dan alternatifnya (H_1) untuk melihat bagaimana pengaruh sumber pakan terhadap keberadaan sarang. Hipotesis dirumuskan sebagai berikut:

H_0 : keberadaan sarang dan pohon pakan saling bebas

H_1 : terdapat hubungan antara keberadaan sarang dan

pohon pakan

Kekayaan jenis tumbuhan vegetasi dan tumbuhan pakan orangutan dapat diketahui dengan menggunakan pendekatan indeks kekayaan Margalef (Krebs 1978) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$D_{mg} = (S-1)/(\ln N) \quad [5]$$

keterangan:

D_{mg} = indeks kekayaan Margalef

S = jumlah jenis yang teramati

N = jumlah total individu yang teramati

- 4 Fluktuasi kepadatan populasi bulanan dianalisis dengan uji keragaman peringkat 2 arah Friedman. Uji ini dilakukan untuk melihat variasi kepadatan bulanan dalam lokasi yang disurvei. Variasi jumlah sarang yang ditemukan berdasarkan waktu diolah dalam bentuk peringkat.

$$X^2 = \frac{12}{Nk(k+1)} \sum (R_j)^2 - 3N(k+1) \quad [6]$$

keterangan:

N = banyaknya baris

k = banyaknya kolom

R_j = jumlah peringkat dalam kolom j

Hasil dan Pembahasan

Kepadatan sarang Jumlah sarang orangutan bervariasi cukup tinggi. Schaik *et al.* (1995) menyebutkan bahwa jumlah sarang orangutan berkisar antara 11–15 sarang km^{-1} dan bervariasi antara 95–100 sarang km^{-1} di rawa gambut di sekitar sungai pada beberapa tipe ekosistem hutan di Squad Balimbing, sedangkan di daerah hutan bergelombang sarang yang ditemukan berkisar pada 15,9–17,5 sarang km^{-1} . Di Ketambe Sumatera Utara, sebagai contoh pada transek sepanjang 7500 m di tipe ekosistem hutan dataran rendah, jumlah sarang orangutan rata-rata mencapai 12,2 sarang km^{-1} . Berdasarkan hasil survei sarang di beberapa tipe ekosistem hutan yang terdapat pada area penelitian *Camp* Leakey sendiri diperoleh hasil yang cukup berbeda, terutama pada jumlah sarang yang terdapat di tipe ekosistem hutan Dipterocarpaceae dataran rendah. Perbedaan hasil yang sangat jauh antara kepadatan sarang pada tipe ekosistem hutan rawa gambut yang diperoleh dari penelitian Schaik *et al.* (1995) dan penelitian ini dimungkinkan karena karakteristik lokasi yang berbeda (Sumatera dan Kalimantan), waktu pengamatan yang berbeda (terkait musim berbuah), dan perilaku yang berbeda dalam

aktivitas membangun sarang antara populasi orangutan Sumatera dan Kalimantan. Kepadatan sarang di hutan kerangas adalah 11,5 sarang km^{-1} , hutan Dipterocarpaceae dataran rendah 21 sarang km^{-1} , dan hutan rawa gambut 12,5 sarang km^{-1} . Hal ini dimungkinkan karena perbedaan ketersediaan pakan. Pakan lebih banyak ditemukan, baik jenis maupun jumlahnya, pada tipe ekosistem hutan Dipterocarpaceae dataran rendah sehingga preferensial pemilihan ekosistem hutan sebagai area tempat bersarang lebih besar pada tipe ekosistem hutan tersebut.

Jumlah sarang orangutan yang cukup tinggi pada areal penelitian *Camp* Leakey dipengaruhi oleh lamanya sarang dapat bertahan (diestimasi 284 hari) dan adanya perilaku orangutan yang bersifat nomad dan pengembara. Populasi orangutan 60% bersifat nomad, 10% pengembara, dan 30% penetap (Meijaard *et al.* 2001). Perilaku ini terlihat pada transek tempat survei dilaksanakan. Sarang yang banyak ditemukan adalah sarang kategori C, D, dan E (sarang lama) yang telah lama ditinggalkan, sedangkan untuk sarang tipe A dan B (sarang baru) hanya ditemukan dalam jumlah yang kecil, yaitu 2 sarang untuk tipe ekosistem hutan kerangas, 17 sarang untuk tipe ekosistem hutan Dipterocarpaceae dataran rendah, dan 11 sarang untuk tipe tipe ekosistem hutan rawa gambut. Posisi letak sarang dalam hubungannya dengan ketahanan sarang pun berimplikasi pada banyaknya sarang yang masih tetap terlihat meski telah berada dalam waktu yang relatif lama dalam pohon sarang. Posisi letak sarang dengan persentase terbesar yaitu pada posisi sarang I kemudian diikuti posisi sarang II. Kedua posisi letak sarang ini lebih banyak ditemukan selama penelitian, tingkat kenyamanan dan kemungkinan sarang bertahan lebih lama karena terletak pada percabangan yang lebih kuat serta terlindung oleh tajuk pohon menyebabkan orangutan lebih banyak membuat sarang dengan posisi tersebut. Posisi letak sarang per kategori secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.

Sebagian besar sarang baru yang ditemukan terletak tidak jauh dari kamp penelitian yang merupakan tempat tinggal sebagian besar orangutan rehabilitasi. Keadaan ini menunjukkan bahwa dalam waktu hampir 10 bulan (± 284 hari) sebagian besar populasi orangutan yang mendarangi areal dan membuat sarang baru adalah orangutan rehabilitasi. Rendahnya potensi pakan berupa buah-buahan kemungkinan merupakan penyebab rendahnya kehadiran orangutan liar pada lokasi survei saat penelitian berlangsung. Selain itu,

Tabel 1 Kelas ketahanan sarang dan posisi letak sarang

Kelas ketahanan	Jumlah sarang	Posisi sarang	Jumlah sarang
A (segar/baru dan daun hijau)	9	I (dengan cabang utama)	174
B (masih utuh dan warna daun berubah kecokelatan)	45	II (antara dua cabang pohon yang sama)	130
C (daun kecokelatan dan sarang berlubang)	109	III (di puncak pohon/top kanopi)	63
D (sarang/daun hampir habis dan berantakan)	124	IV (pertemuan cabang/tajuk pohon berbeda)	26
E (kerangka sarang saja)	106	-	-
Total	393	Total	393

Tabel 2 Estimasi kepadatan populasi orangutan

Tipe ekosistem	AIC	ESW (m)	Kepadatan		Low CI	High CI	CV (%)
			Ind. km ⁻²	Ind.			
Hutan kerangas	154,62	20,26	1,07	2	0,610	1,517	22,60
Hutan Dipterocarpaceae dataran rendah	1985,88	12,76	2,98	93	2,147	3,330	11,20
Hutan rawa gambut	340,06	17,68	1,35	18	0,936	1,583	13,30
Total	-	-	-	113	-	-	-

keterangan: AIC = *Akaike's Information Criterion*
 ESW = *effective strip width*
 CI = *confidence interval*
 CV = *coefficient of variation*

luasnya daerah jelajah orangutan liar pun kemungkinan menjadi penyebab hal tersebut. Meijaard *et al.* (2001) menjelaskan bahwa daerah jelajah orangutan jantan dapat mencapai 5–10 km² dan daerah jelajah betina mencapai lebih dari 3 km², aktivitas jelajah harian sebagian besar dilakukan untuk mencari sumber pakan. Hal ini mengindikasikan bahwa kemungkinan areal ini akan dikunjungi kembali oleh orangutan liar pada saat berbagai jenis pohon pakan memasuki musim berbuah.

Estimasi kepadatan dan populasi orangutan Survei terhadap sarang orangutan di 8 transek yang mewakili areal seluas 5,25 km² dengan jalur pengamatan sepanjang 21 km pada 3 tipe ekosistem menghasilkan nilai kepadatan yang berbeda. Data kepadatan populasi dengan masing-masing tingkat ketelitian pendugaannya disajikan pada Tabel 2.

Angka estimasi kepadatan di lokasi survei menunjukkan bahwa hutan Dipterocarpaceae dataran rendah memiliki nilai kepadatan tertinggi dibandingkan dengan hutan rawa gambut dan kerangas. Angka estimasi kepadatan sarang berdasarkan produktivitas sarang yang dibuat orangutan sangat ditentukan oleh ketersediaan sumber pakan. Hutan Dipterocarpaceae dataran rendah merupakan tipe ekosistem hutan yang memiliki kondisi yang lebih baik dalam kaitannya dengan tingginya ketersediaan pakan serta keanekaragaman jenis pohon pakan orangutan. Bila dilihat dari nilai kekayaan jenis tumbuhan sumber pakan berdasarkan indeks Margalef, secara keseluruhan hutan Dipterocarpaceae dataran rendah merupakan hutan dengan kekayaan jenis tertinggi dengan nilai indeks sebesar 10,25, selanjutnya hutan rawa campuran sebesar 9,21, dan hutan kerangas sebesar 7,96. Pada ekosistem hutan Dipterocarpaceae dataran rendah masih dijumpai beberapa pohon sumber pakan yang masih memiliki buah sisa dari siklus musim buah yang telah terjadi sebelum survei dilaksanakan. Schaik (2004) menyatakan bahwa kesesuaian habitat orangutan lebih didasarkan pada pada produktivitas hutan bukan pada struktur hutan. Penelitian Schaik (2006) di kawasan *Suaq* Balimbing, Taman Nasional Gunung Leuser menunjukkan habitat yang memiliki keragaman jenis tumbuhan dengan ketinggian dan bentuk tajuk yang beragam tidak banyak berpengaruh dalam pemilihan habitat orangutan ketika beragam jenis tumbuhan tersebut tidak menyediakan

kebutuhan utama orangutan dalam hal pakan.

Fluktuasi kepadatan bulanan Fluktuasi kepadatan populasi orangutan di ketiga tipe ekosistem hutan tidak bervariasi berdasarkan waktu pada saat survei dilaksanakan. Kepadatan populasi pada hutan kerangas adalah 0–0,60 ind. km⁻², hutan Dipterocarpaceae dataran rendah adalah 0,24–1,08 ind. km⁻², dan hutan rawa gambut adalah 1,29–2,03 ind. km⁻². Secara keseluruhan nilai estimasi kepadatan yang tertinggi pada semua tipe ekosistem hutan terjadi pada bulan Mei 2008. Hasil uji Friedman untuk melihat perbedaan fluktuasi estimasi kepadatan bulanan antara tipe ekosistem hutan (kerangas, Dipterocarpaceae dataran rendah, dan rawa gambut) di bulan Mei dan April menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata ($N = 2$; *Asymp. Sig* = 3,437; $p = 0,005$) (Tabel 3).

Kepadatan populasi pada masing-masing tipe ekosistem yang tidak bervariasi berdasarkan waktu tersebut dimungkinkan karena rendahnya ketersediaan pakan sebagai akibat telah berlalunya musim berbuah (Juli–November) sehingga jumlah kunjungan orangutan pada masing-masing tipe ekosistem ini menjadi berkurang dengan kecenderungan menjauhi lokasi tempat survei dilaksanakan dan mencari habitat lain yang memiliki potensi ketersediaan pakan yang masih cukup melimpah, senada dengan hasil penelitian Schaik *et al.* (1995) di Sumatera Utara yang menunjukkan bahwa kepadatan populasi orangutan sangat berkorelasi dengan kelimpahan berbagai sumber pakan seperti buah.

Ketelitian pendugaan kepadatan populasi berdasarkan metode survei sarang Variasi dari ukuran kepadatan populasi (CV) digunakan untuk mengetahui ketelitian pendugaan kepadatan populasi orangutan baik menurut tempat (spasial) maupun waktu (temporal). Nilai ini akan menunjukkan konsistensi sebuah hasil pengukuran baik yang dilakukan secara tunggal tanpa ulangan maupun dengan beberapa ulangan tertentu (Davis & Winstead 1980).

1 Variasi berdasarkan tempat (spasial)

Berdasarkan hasil pendugaan kepadatan populasi orangutan dengan metode perhitungan sarang sepanjang transek pada beberapa tipe ekosistem dengan menggunakan program *Distance* 4.1 diperoleh nilai CV berdasarkan spasial pada berbagai tipe ekosistem yang cukup bervariasi antara satu

Tabel 3 Hubungan antara ukuran populasi dengan waktu (estimasi didasarkan atas perhitungan ulang sarang dan penambahan sarang baru pada masing-masing tipe ekosistem hutan)

Waktu	Kepadatan pada masing-masing tipe ekosistem			Total
	Kerangas	Dipterocarpaceae	Rawa gambut	
Nilai hubungan antara ukuran populasi dengan waktu				
April 2008	2 (2,40)	93 (91,84)	18 (18,75)*	113
Mei 2008	3 (2,60)	98 (99,16)	21 (20,25)*	122
Total	5	191	39	235
Nilai $(A-H)$ dan $[(A-H)^2 H^{-1}]$				
April 2008	-0,4 (0)	1,16 (0)	-0,75 (0)	0,01
Mei 2008	0,4 (0)	-1,16 (0)	0,75 (0)	-0,01
Total	0	0	0	0

keterangan: * = nilai harapan

dan lainnya. Nilai CV untuk tipe ekosistem hutan kerangas dari pendugaan populasi berdasarkan perhitungan sarang sebesar 22,60%, hutan Dipterocarpaceae dataran rendah sebesar 11,20%, dan hutan rawa gambut sebesar 13,30%.

2 Variasi berdasarkan waktu (temporal)

Pengukuran ketelitian pendugaan ukuran populasi berdasarkan waktu didasarkan pada besarnya nilai CV ukuran populasi orangutan per interval waktu. (Tabel 4). Variasi temporal rata-rata yang relatif rendah pada berbagai tipe ekosistem hutan menunjukkan tingkat ketelitian yang relatif tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa metode survei sarang merupakan metode yang dapat dipercaya dan baik digunakan dalam pendugaan kepadatan populasi orangutan di alam. Beberapa peneliti (Caughley 1979) menyebutkan bahwa untuk penelitian-penelitian di bidang ekologi yang dilakukan di alam, tingkat ketidaktelitian sampai dengan 25% masih dapat ditoleransi. Walaupun demikian pada dasarnya dibutuhkan lebih banyak lagi usaha dan waktu survei sarang yang panjang untuk memperoleh model-model kepadatan populasi dengan sensitivitas yang tinggi dan pendugaan nilai berbagai parameter yang lebih akurat terkait penggunaan metode ini.

Permasalahan dalam penggunaan metode survei sarang

Terdapat berbagai permasalahan dalam menaksir kepadatan orangutan dengan metode survei sarang. Permasalahan yang

terpenting adalah mengenai hasil penaksiran yang cenderung *underestimate* dari populasi sarang pada transek pengamatan yang mempengaruhi kepadatan orangutan dan penilaian yang tidak akurat terhadap berbagai nilai parameter terutama parameter r dan t yang bersifat relatif berdasarkan waktu dan *reversible* berdasarkan bahan sarang.

Penaksiran proporsi membangun sarang (p) dan tingkat produksi sarang (r) Nilai parameter p dan r tidak bersifat baku dalam suatu populasi. Parameter tersebut bergantung pada komposisi jenis kelamin dan umur dari populasi yang bersangkutan pada suatu lokasi. Mackinnon (1974) memperkirakan 14% individu di dalam suatu populasi orangutan yang terdapat di Sumatera dan Kalimantan tidak memiliki kemampuan untuk melakukan aktivitas membuat sarang. Individu tersebut adalah bayi atau individu muda yang belum mampu membangun sarang. Hasil penelitian terakhir oleh Schaik *et al.* (1995) dan Singleton (2000) menyebutkan bahwa parameter p untuk seluruh orangutan adalah 10% untuk individu bayi muda.

Kesalahan dalam menaksir nilai p sering disebabkan komposisi populasi tidak banyak diketahui secara tepat. Hal ini juga menjadi alasan terjadinya kesalahan penaksiran kepadatan populasi orangutan dalam penelitian ini. Kemungkinan kesalahan pendugaan juga dapat terjadi pada

Tabel 4 Estimasi fluktuasi kepadatan populasi bulanan di area penelitian *Camp* Leakey, Taman Nasional Tanjung Puting berdasarkan survei sarang (umur maksimal sarang atau $t = 30$ dan 31 hari)

Habitat	April 2008			Mei 2008		
	Jumlah sarang	Ind. km ⁻²	CV	Jumlah sarang	Ind. km ⁻²	CV
Hutan kerangas	0	0	0	2	0,60	10,70
Hutan Dipterocarpaceae dataran rendah	5	0,24	20,70	13	1,08	24,50
Hutan rawa gambut	4	1,29	18,50	7	2,03	16,70

nilai r akibat adanya perbedaan komposisi populasi. Pengamatan terhadap orangutan dengan jenis kelamin dan umur yang berbeda memungkinkan tingkat produksi sarang oleh orangutan dalam satu hari di stasiun penelitian *Camp Leakey* sebesar $\pm 1,2$ sarang per hari (Tabel 5).

Nilai tingkat produksi sarang setiap hari yang ada sekarang hanya untuk 2 populasi orangutan di pulau Borneo yaitu 1,005 di Kinabatangan (Ancrenaz *et al.* 2004b) dan 1,163 di Gunung Palung (Johnson *et al.* 2005), sedangkan berdasarkan komunikasi pribadi yang telah disampaikan secara lisan (Galdikas 2003, pers comm. 15 Februari) nilai tingkat produksi sarang yang dibangun dalam jangka waktu satu hari ($r=1,08-1,1$). Selain membangun sarang tidur untuk dipergunakan pada malam hari, beberapa individu orangutan di area penelitian *Camp Leakey* akan membangun sarang istirahat di siang hari atau membuat sarang bermain. Sebagai contoh pada populasi orangutan di Ketambe, betina dewasa dengan bayi rata-rata membangun 2 sarang per hari, sedangkan untuk jantan dewasa hanya 1,2 sarang per hari (Schaik *et al.* 1995). Jika dirata-ratakan maka orangutan berdasarkan jenis kelamin dan umur dalam suatu populasi di Ketambe mampu membangun sarangnya $\pm 1,7$ sarang per hari (Schaik *et al.* 1995). Selain itu, adanya penggunaan sarang lama untuk digunakan kembali (*re-use*) sebagai sarang tidur yang terjadi selama pengamatan berlangsung dalam penelitian akan mempengaruhi nilai r . Dari 20 pengamatan terhadap sarang terdapat 3 kejadian penggunaan sarang lama kembali oleh orangutan, seluruhnya dilakukan oleh orangutan betina. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Singleton (2000) yang menyebutkan bahwa orangutan memiliki perilaku memperbaiki sarang lama dan menggunakan sarang lama tersebut sebagai sarang tidurnya. Berdasarkan hasil pengamatan terhadap 1.808 sarang dari Maret 1997 sampai Juni 1999 pada *Suaq Balimbing*, Singleton (2000) menyebutkan bahwa hanya 6,8% sarang dari total sarang yang diamati yang kembali digunakan oleh orangutan (*re-use*). Hal tersebut menunjukkan bahwa ini merupakan suatu peristiwa yang jarang, namun pada dasarnya cukup mempengaruhi nilai kepadatan akhir yang diperoleh.

Penaksiran kepadatan orangutan di bawah nilai sebenarnya

Tabel 5 Tingkat produksi sarang orangutan dalam 1 hari

No.	Jenis kelamin dan kelas umur	Tingkat produksi sarang (p)
1	Betina dewasa dan bayi	2
2	Betina dewasa dan bayi	2*
3	Betina dewasa dan bayi	1
4	Betina remaja	1
5	Jantan de wasa	1
6	Jantan pradewasa	1
7	Jantan remaja	1
8	Jantan muda (anak)	2

keterangan: * = 1 sarang merupakan sarang *re-use*

(*underestimate*) Dalam survei sarang, parameter lain yang sangat penting dalam suatu pendugaan kepadatan orang-utan yang harus ditentukan pada tiap-tiap transek terpisah adalah lebar jarak efektif dalam transek (W) dan laju peluruhan/ketahanan sarang (t). Permasalahan terkait kedua parameter ini dapat menghasilkan penaksiran kepadatan yang tidak akurat. Tidak terdeteksinya sarang yang terdapat di atas transek terdekat oleh pengamat akan berakibat pada tingginya lebar jarak efektif (W) dan menghasilkan penaksiran terlalu rendah, sehingga menghasilkan nilai dugaan di bawah nilai sebenarnya. Selain itu, keterbatasan pengamat untuk mengamati sarang yang terletak jauh dari transek utama akibat rapatnya penutupan tajuk pohon yang terdapat pada lokasi penelitian ini dan tidak terdeteksinya sarang yang terletak dekat dengan transek menyebabkan bias dalam menduga kepadatan populasi orangutan. Sebagai konsekuensi, nilai kepadatan yang diperoleh akan di bawah nilai sebenarnya (*underestimate*).

Ketahanan atau laju peluruhan sarang sebagai salah satu parameter dalam pendugaan kepadatan populasi orangutan memiliki nilai yang bervariasi antara satu tipe ekosistem. Hal tersebut memberikan implikasi terhadap pendugaan kepadatan populasi orangutan. Nilai ketahanan sarang yang *underestimate* akan menyebabkan pendugaan yang *over-estimate*, begitupun sebaliknya. Nilai ketahanan sarang tidak dapat digunakan secara umum pada berbagai lokasi yang berbeda sehingga nilai ketahanan sarang yang digunakan harus merupakan nilai ketahanan sarang dari suatu lokasi yang spesifik. Schaik *et al.* (1995) menyebutkan bahwa hancur dan hilangnya sarang orangutan ditentukan oleh faktor ketinggian tempat di atas permukaan laut, tipe ekosistem hutan/habitat, temperatur, kelembapan, dan curah hujan.

Pembagian nilai ketahanan sarang (t) yang dilakukan Ancrenaz *et al.* (2004a) dan didasarkan atas umur sarang (lama waktu sarang mulai dibuat hingga hancur) dan perubahan bentuk fisik sarang hendaknya ditelaah, terkait dengan formulasi yang mencantumkan nilai t sebagai waktu akhir sampai sarang tersebut hancur. Pada kenyataannya, dalam pendugaan kepadatan populasi orangutan menggunakan metode survei sarang, secara keseluruhan sarang yang ditemukan bervariasi mulai dari sarang baru (kelas A) sampai dengan sarang lama yang hampir hancur (kelas E) sehingga umur sarang untuk masing-masing kelas ketahanan sarang perlu diperhitungkan dan diteliti lama waktu yang dibutuhkan oleh sarang kelas ketahanan tertentu untuk berubah ke kelas ketahanan berikutnya.

Kondisi fisik sarang yang merupakan indikator ketahanan sarang (t) terpenting adalah warna sarang. Berdasarkan pengamatan (Gambar 1) dapat dilihat bahwa komponen utama pembentuk sarang orangutan berupa daun pada lokasi survei mulai mengalami perubahan warna secara nyata pada hari ke 11. Waktu yang dibutuhkan komponen pembentuk sarang berupa daun untuk mengalami perubahan warna relatif tidak terlalu lama, perubahan signifikan dalam hal warna daun terjadi pada beberapa waktu, antara lain hari ke-11, 23, 39, 44, 76, 97, dan 104. Perubahan warna sarang dari hijau sampai kuning

kecokelatan merupakan perubahan yang *irreversible* khusus untuk komponen sarang (daun) yang telah mati yaitu perubahan yang terjadi tidak dapat berjalan sebaliknya. Berbeda halnya dengan warna sarang dengan komponen pembentuk sarang yang masih hidup (daun masih merupakan bagian dari pohon hidup). Gambar 1 menunjukkan bahwa pada waktu akhir masa pengamatan terlihat warna sarang pada beberapa bagian kembali berwarna hijau. Dalam membuat sarang, orangutan memanfaatkan dahan dan ranting pohon sebagai bahan penyusunnya. Pada saat membengkokkan lalu membentuk dahan dan ranting menjadi sarang, tidak jarang dahan atau ranting yang dibengkokkan tadi tidak patah atau terpisah dari batang induknya. Dahan yang merupakan bagian dari batang pohon induk hidup akan mendapat pasokan air dan unsur hara dari batang induknya (Salisbury & Ross 1995) setelah beberapa waktu akan tumbuh daun-daun baru sehingga menyebabkan beberapa bagian sarang akan berwarna hijau kembali. Hal ini menunjukkan bahwa nilai ketahanan sarang harus didasarkan pada karakteristik masing-masing sarang sesuai dengan kategori yang telah dibuat oleh Ancrenaz *et al.* (2004a).

Usulan perbaikan formulasi perhitungan kepadatan Permasalahan berbagai parameter dalam formulasi perhitungan pendugaan kepadatan populasi orangutan terutama menyangkut parameter (r) dan (t) menyebabkan pendugaan populasi menjadi bias pada lokasi berbeda. Nilai r dan t bersifat spesifik lokasi sehingga diperlukan penelitian terutama pada lokasi yang berbeda. Selain itu, formulasi nilai r hendaknya ditelaah jika merujuk pada perilaku orangutan membuat sarang untuk jenis kelamin dan kelas umur yang berbeda yang harus didasarkan pada proporsi sehingga nilai r pada dasarnya merupakan nilai tengah (rata-rata) harmonik dari individu-individu satwa dan bukan merupakan nilai tengah gabungan dari jumlah sarang yang dibuat. Nilai parameter t didefinisikan sebagai ukuran waktu dari suatu sarang mulai terbentuk sampai sarang tersebut hancur, namun faktanya selama kegiatan survei berlangsung tidak hanya ditemukan sarang dengan kelas ketahanan E. Berdasarkan analisis tersebut maka diusulkan untuk mendefinisikan nilai t sebagai ukuran rata-rata (*average*) dari berbagai kelas ketahanan sarang yang ditemukan selama penelitian.

Kondisi vegetasi pakan orangutan Dari hasil penelitian di 30 petak contoh yang tersebar di 3 tipe ekosistem hutan telah diidentifikasi 79 (91,86%) jenis tumbuhan yang merupakan sumber pakan bagi orangutan pada berbagai tingkat pertumbuhan. Selain itu, berdasarkan hasil penelitian ditemukan bahwa terdapat 66 jenis (83,54%) pohon pakan yang digunakan sekaligus sebagai pohon sarang.

Jenis pakan di hutan rawa gambut pada tingkat semai lebih beragam. Hal ini dapat dilihat dari jumlah jenisnya yang cukup besar, yaitu sebanyak 28 jenis bila dibandingkan dengan hutan kerangas yang hanya ditemukan 19 jenis dan di hutan Dipterocarpaceae dataran rendah sebanyak 12 jenis. Pada tingkat pancang, hutan rawa gambut memiliki jumlah jenis

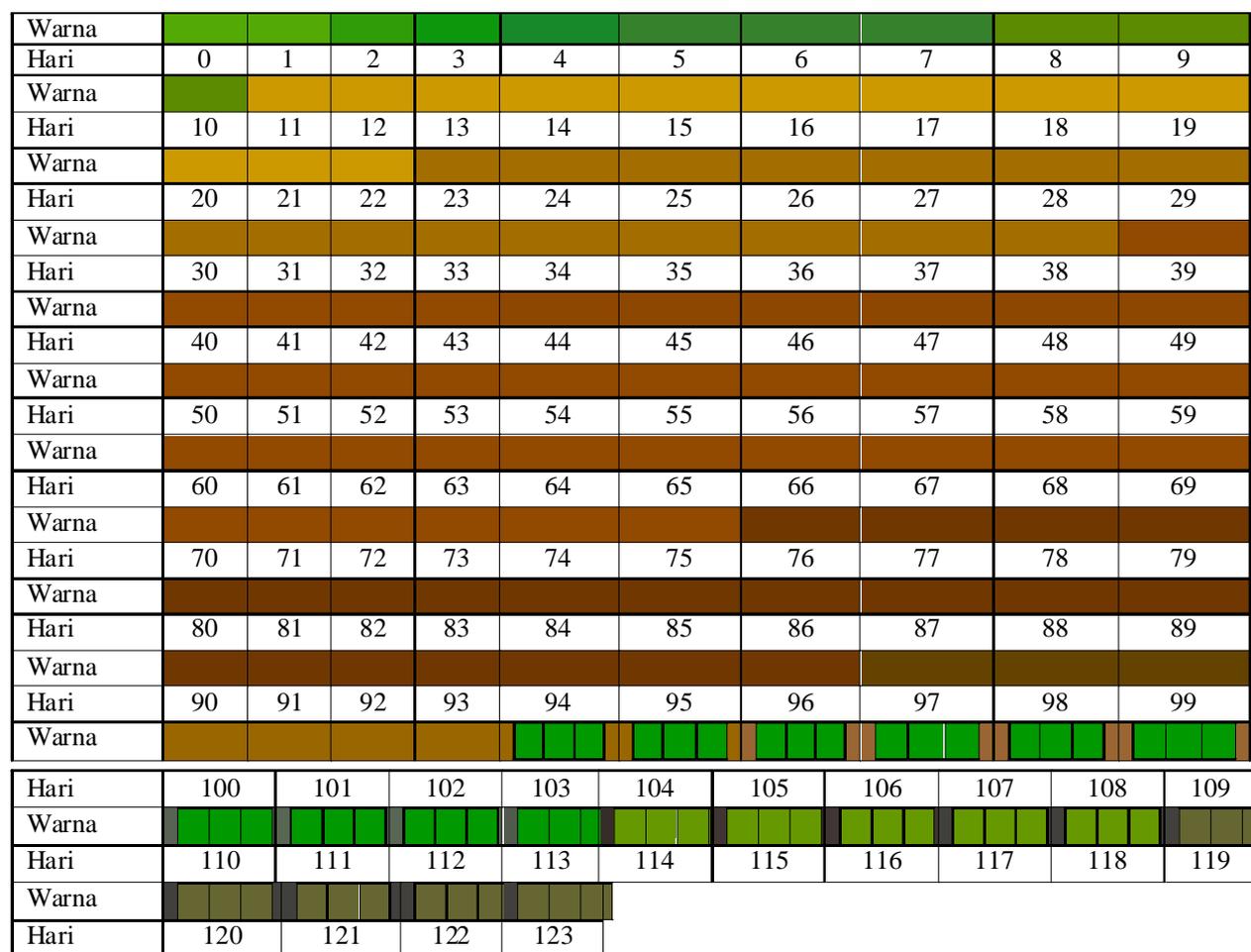
tumbuhan pakan yang lebih tinggi yaitu sebanyak 45 jenis, sedangkan di hutan Dipterocarpaceae dataran rendah ditemukan 18 jenis tumbuhan pakan, dan hutan kerangas sebanyak 33 jenis tumbuhan pakan. Untuk tingkat tiang dan pohon hutan Dipterocarpaceae dataran rendah merupakan tipe ekosistem hutan dengan kekayaan jenis tertinggi yaitu sebanyak 18 jenis tingkat tiang dan 34 jenis tingkat pohon, selanjutnya hutan rawa gambut sebanyak 14 jenis tingkat tiang dan 16 jenis tingkat pohon, dan hutan kerangas sebanyak 13 jenis tingkat tiang dan 23 jenis tingkat pohon (Tabel 6).

Pohon sarang dan sarang orangutan Pohon sarang yang dimaksud dalam penelitian ini adalah pohon tempat ditemukan sarang orangutan di atasnya. Pohon sarang yang diperoleh dapat memiliki 1–3 buah sarang, baik itu sarang lama, sarang baru, atau sarang lama yang digunakan kembali (*re-use*) dan masih terlihat konstruksinya. Dalam penelitian ini telah diidentifikasi 372 pohon sarang dari 88 jenis pohon berbeda yang menyangga 393 buah sarang. Di hutan kerangas ditemukan 23 pohon sarang (13 jenis), hutan Dipterocarpaceae dataran rendah terdapat 298 pohon sarang (54 jenis), dan hutan rawa gambut ditemukan 51 pohon sarang (21 jenis).

Di hutan kerangas dari 13 jenis pohon sarang, jenis habu-habu (*Symlecos celsatrifolia*) dan raribu (*Ligodium microphyllum*) paling banyak dipilih (3 individu), sedangkan pada hutan Dipterocarpaceae dataran rendah dari 54 jenis pohon sarang, jenis pempaning buah kecil (*Luthocarpus spicatus*) merupakan jenis yang paling banyak dipilih untuk digunakan sebagai pohon sarang yaitu 38 individu, jenis ubar (*Syzygium spp.*) yaitu sebanyak 24 individu. Pada tipe ekosistem hutan rawa gambut terdapat 21 jenis pohon sarang yang diidentifikasi dengan jenis puak (*Artocarpus anisophyllus*) yang merupakan jenis yang paling banyak dipilih yaitu sebanyak 6 individu dan jenis poga punai (*Santiria laevigata*) sebanyak 4 individu.

Secara keseluruhan dari 88 jenis pohon sarang yang diidentifikasi, jenis pempaning buah kecil paling banyak digunakan sebagai pohon sarang (41 pohon) dengan jumlah sarang 56. Selanjutnya, jenis ubar sebanyak 33 pohon dan habu-habu (*Symlecos celsatrifolia*) sebanyak 20 pohon. Pohon sarang yang ditemukan di hutan kerangas bervariasi ketinggiannya, yaitu 6–24,5 m dengan rata-rata tinggi pohon sarang 10,17 m dan diameter bervariasi 8,47–30,99 cm dengan rata-rata diameter 11,35 cm. Pada hutan Dipterocarpaceae dataran rendah pohon sarang memiliki ketinggian antara 9–24 m dengan rata-rata ketinggian 17,26 m dan diameter antara 3,50–44,62 cm dengan rata-rata 16,66 cm. Pada hutan rawa gambut ketinggian berkisar 10–28 m dengan rata-rata 17,08 m dan diameter berkisar 5,41–81,69 cm dengan rata-rata 21,70 cm.

Tinggi sarang di hutan kerangas berkisar 6–21,5 m dengan rata-rata 16,45 m. Di hutan Dipterocarpaceae dataran rendah berkisar 0,53–24 m dengan rata-rata 14,83 m dan hutan rawa gambut dengan tinggi berkisar 6–26 m dengan rata-rata tinggi 15 m. Pada hutan Dipterocarpaceae dataran rendah ditemukan pula sarang pada ketinggian 0,53 m, sarang ini dibuat pada



Gambar 1 Perubahan warna sarang berdasarkan waktu.

Tabel 6 Jumlah jenis, individu, kerapatan, dan tumbuhan pakan

Tipe ekosistem hutan	Peubah	Semai	Pancang	Tiang	Pohon
Kerangas	Jumlah jenis	19	33	18	23,0
	Jumlah individu	50	88	35	43,0
	Kerapatan (pohon ha ⁻¹)	12500	3520	350	107,5
Dipterocarpaceae	Jumlah jenis	12	18	13	34
	Jumlah individu	60	89	24	52
	Kerapatan (pohon ha ⁻¹)	15000	3560	240	130
Rawa gambut	Jumlah jenis	28	45	14	16
	Jumlah individu	67	180	38	82
	Kerapatan (pohon ha ⁻¹)	16750	7200	380	205

pohon yang telah rebah. Sarang dengan ketinggian yang rendah ini kemungkinan merupakan sarang individu orangutan berumur tua, selain itu pun rendahnya ketinggian sarang dimungkinkan karena tidak adanya predator seperti harimau sumatera yang merupakan salah satu predator pada populasi orangutan di Sumatera. Ketinggian sarang yang berada di bawah ketinggian minimum pohon sarang banyak ditemukan pada sarang yang terletak pada percabangan utama yang rendah. Rata-rata tinggi sarang pada hutan Dipterocarpaceae dataran rendah dan rawa gambut masuk dalam kisaran yang

disebutkan dalam Rijksen (1978), bahwa tinggi sarang untuk orangutan kalimantan umumnya 13–15 m, namun pada dasarnya hal tersebut tergantung pada struktur hutan itu sendiri.

Sarang yang ditemukan selama kegiatan penelitian terbagi atas beberapa kelas ketahanan sarang, yaitu kelas ketahanan A sebanyak 9 sarang, kelas ketahanan B sebanyak 45 sarang, kelas ketahanan C sebanyak 108 sarang, kelas ketahanan D sebanyak 121 sarang, dan kelas ketahanan E sebanyak 106 sarang (Tabel 1).

Peubah ekologi penentu preferensi tempat bersarang Peubah yang diidentifikasi sebagai peubah ekologi yang diduga mempengaruhi frekuensi keberadaan sarang meliputi peubah tinggi pohon (X_1), tinggi bebas cabang (X_2), diameter pohon sarang (X_3), luas tajuk pohon sarang (X_4), jarak antara pohon sarang (X_5), jarak pohon sarang dari transek (X_6), jarak pohon sarang dengan pohon pakan (X_7), jumlah jenis pohon pakan (X_8), dan keberadaan pohon pakan di sekitar pohon sarang (X_9).

Berdasarkan hasil analisis regresi linier berganda dengan menggunakan *software* SPSS 14.0 diperoleh persamaan regresi yang disajikan sebagai berikut:

1 Hutan kerangas

$$Y = 1,29 + 0,0024X_1 - 0,0209X_2 - 0,00346X_3 + 0,00230X_4 - 0,00004X_5 + 0,00334X_6 + 0,0161X_7 + 0,0107X_8 + 0,0232X_9$$

2 Hutan Dipterocarpaceae dataran rendah

$$Y = 0,962 + 0,00302X_1 - 0,00385X_2 + 0,00165X_3 + 0,000024X_4 - 0,00802X_5 + 0,00531X_6 + 0,00177X_7 + 0,0163X_8 + 0,0229X_9$$

3 Hutan rawa gambut

$$Y = 0,942 - 0,0006X_1 + 0,0016X_2 - 0,00043X_3 + 0,00143X_4 + 0,0009X_5 - 0,00148X_6 + 0,0034X_7 + 0,0212X_8 + 0,076X_9$$

Analisis regresi linier berganda dilakukan pada masing-masing tipe ekosistem hutan dengan maksud untuk melihat pengaruh kekhasan berbagai peubah ekologi di masing-masing tipe ekosistem hutan terhadap frekuensi keberadaan sarang. Setelah dilakukan analisis peubah yang digunakan dalam penentuan preferensi pohon sarang, selanjutnya dieliminasi faktor X yang dianggap sejenis atau tidak mempunyai hubungan kuat dengan Y . Hanya X yang bernilai $> 0,50$ yang digunakan. Faktor-faktor yang terpilih tersebut (langkah *stepwise*) dimasukkan dalam persamaan regresi linier sehingga diperoleh faktor yang paling penting dan mempengaruhi keberadaan sarang orangutan pada suatu pohon sarang yang tersurvei ($p < 0,05$). Melalui analisis *stepwise*, peubah yang mempengaruhi keberadaan sarang meliputi tinggi total pohon sarang, luas tajuk pohon sarang, jarak pohon sarang dengan sumber pakan terdekat, dan jumlah pohon pakan dekat sarang.

Dari ketiga tipe ekosistem hutan dapat dilihat bahwa faktor tinggi total pohon sarang, luas tajuk pohon sarang, jarak pohon sarang dengan sumber pakan terdekat, dan jumlah pohon pakan dekat sarang merupakan faktor yang berpengaruh terhadap keberadaan sarang pada pohon tertentu. Berdasarkan hasil observasi peubah jarak pohon sarang dengan sumber pakan terdekat, jumlah pohon pakan dekat sarang, dan keberadaan pohon pakan dekat sarang merupakan peubah ekologi dominan yang mempengaruhi ada atau tidak adanya sarang. Hampir sebagian besar sarang dibuat dekat dengan pohon pakan, bahkan tidak jarang pohon yang digunakan sebagai pohon sarang merupakan pohon pakan. Dari 393 pohon sarang yang teridentifikasi, 256 di antaranya merupakan pohon sarang. Hasil ini diperkuat dari pengujian independensi antara keberadaan sarang dan pohon pakan pada 30 petak contoh yang terdapat pada seluruh tipe hutan. Berdasarkan uji independen diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa ($\chi^2_n = 7,829$) $\geq \chi^2(0,05;1)$ yang berarti

bahwa terdapat hubungan antara keberadaan sarang dengan pohon pakan sehingga dapat disimpulkan bahwa keberadaan pohon pakan akan mempengaruhi ada tidaknya sarang di sekitar pohon pakan dan hal ini turut mempengaruhi besarnya kepadatan populasi orangutan dalam suatu tipe ekosistem hutan. Kenyataan tersebut didukung oleh pernyataan Rijksen (1978) bahwa orangutan biasanya membangun sarang tidak jauh dari pohon pakan yang dikunjunginya. Lebih lanjut, Djojosedharmo (1978) menyebutkan bahwa melimpahnya produksi buah sangat berpengaruh terhadap kelimpahan orangutan yang menunjukkan korelasi positif. Pohon pakan yang banyak digunakan sebagai pohon sarang yaitu jenis pohon berbuah seperti jenis getah merah (*Palaquium borneensis*), pempaning, nyatuh (*Palaquium rostratum*), luwing (*Dipterocarpus grandiflorus*), dan kemanjing (*Garcinia dioica*) yang memiliki karakteristik tajuk pohon yang besar serta dapat mencapai ketinggian yang relatif tinggi jika dibandingkan dengan jenis pohon lainnya.

Kesimpulan

Penggunaan metode sarang dalam pendugaan kepadatan populasi orangutan di alam menunjukkan hasil yang cukup baik digunakan. Hal tersebut ditunjukkan oleh nilai koefisien variasi pendugaan populasi berdasarkan sarang yang masih dapat diterima dalam suatu penelitian ekologi. Permasalahan terkait penggunaan metode sarang terletak pada parameter yang digunakan dalam formulasi perhitungan kepadatan orangutan yang masih bersifat generalis bukan atas dasar spesifik jenis dan lokasi yang bersifat unik khususnya parameter r dan t . Berdasarkan penelitian ini, ketelitian dapat ditingkatkan dengan merumuskan nilai r sebagai rata-rata harmonik dari tingkat produksi sarang dan t sebagai rata-rata waktu peluruhan per kategori sarang dan bukan sebagai waktu akhir peluruhan sarang. Kami mengusulkan pembaharuan formulasi dengan memasukkan nilai r sebagai rata-rata harmonik dan t sebagai rata-rata waktu peluruhan sarang dalam persamaan yang digunakan untuk pendugaan populasi orangutan. Pemilihan preferensi habitat dan pohon sarang dipengaruhi oleh ketersediaan pakan sehingga dalam melaksanakan survei sarang informasi mengenai faktor-faktor ekologi terutama pakan menjadi pertimbangan untuk menghindari bias dalam estimasi populasi orangutan. Ketersediaan pakan merupakan faktor ekologi terpenting dalam manajemen populasi orangutan, kegiatan pemantauan ketersediaan pakan alami, dan perbaikan habitat melalui pemeliharaan regenerasi tumbuhan pakan alami dapat menjamin kelestarian orangutan pada habitatnya.

Daftar Pustaka

- Ancrenaz M, Gimenez O, Ambu L, Ancrenaz K, Andau P, Goossens B, Payne J, Sawas A, Tuuga a, Lackman-Ancrenaz I. 2005. Aerial surveys give new estimates for orangutans in Sabah, Malaysia. *PLoS Biology* 3(1):30–37. DOI: 10.1371/journal.pbio.0030003.
- Ancrenaz M, Calaque R, Lackman-Ancrenaz I. 2004a. Orangutan

- nesting behavior in disturbed forest of Sabah, Malaysia: implications for nest census. *International Journal of Primatology* 25:983–1000. DOI: 10.1023/B:IJOP.0000043347.84757.9a.
- Ancrenaz M, Goossens B, Gimenez O, Sawang A, Lackman-Ancrenaz I. 2004b. Determination of age distribution and population size using ground and aerial surveys: a case study with orangutan in Lower Kinabatangan, Sabah, Malaysia. *Animal Conservation* 7:375–385. DOI: 10.1017/S136794300400157X.
- Bismark M. 2005. Estimasi populasi orangutan dan model perlindungannya di Kompleks Hutan Muara Lesan Berau, Kalimantan Timur. *Buletin Plasma Nutfah* 11(2):74–80.
- Branton M, Richardson JS. 2011. Assessing the value of the umbrella-species concept for conservation planning with meta-Analysis. *Conservation Biology* 25(1):9–20. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2010.01606.x.
- Buij R, Wich SA, Lubis AH, Sterck ECM. 2002. Seasonal movements in the Sumatran Orangutan (*Pongo pygmaeus abelii*) and consequences for conservation. *Biological Conservation* 107:83–87. DOI: 10.1016/S0006-3207(02)0048-4.
- Buij R, Singleton I, Krakauer E, van Schaik CP. 2003. Rapid assessment of orangutan density. *Biological Conservation* 114:103–113. DOI: 10.1016/S0006-3207(03)00015-6.
- Casey P, Mc Ardle BH. 1999. An assessment of distance sampling techniques for estimating animal abundance. *Environmetrics* 10:261–272. DOI: 10.1002/(ZICI)1099-95X(199905/06)10:3<261::AID-ENV351>3.0.CO;2-0.
- Caughley G. 1979. What is this thing called carrying capacity?. Di dalam: Boyce MS, Hayden-Wing LD, editor. *North American elk: ecology, behavior, and management*. Laramie: University of Wyoming Press.
- Davis DE, Winstead RL. 1980. Estimating the numbers of game populations. Di dalam: Scheinnitz SD, editor. *Wildlife Management Techniques Manual, Fourth Edition*. Washington DC: The Wildlife Society.
- Djojosedharmo S. 1978. *Beberapa Aspek Tingkah Laku Orangutan di Suaka Tanjung Puting*. Jakarta: Universitas Nasional.
- Felton AM, Engstrom LM, Felton A, Knott CD. 2003. Effects of selective hand-logging on orangutan population density, forest structure and fruit availability in a peat swamp forest in West Kalimantan, Indonesia. *Biological Conservation* 114:91–101. DOI: 10.1016/S0006-3207(03)00013-2.
- Galdikas BMF, Brend S, Husson S, Margianto G. 2003. *A survey of The Orangutan Population in Tanjung Puting National Park*. Pangkalan Bun: Orangutan Foundation International.
- Groves CP. 2001. *Primate Taxonomy*. Washington and London: Smithsonian Institution Press.
- Husson SJ, Wich SA, Marshall AJ, Dennis RD, Ancrenaz M, Brassey R, Gumal M, Hearn A, Andrew J, Meijaard E, Simorangkir T, Singleton I. 2009. Orangutan distribution, density, abundance and impacts of disturbance. Di dalam: Wich SA, Utami S, Setia TM, van Schaik CP, editor. *Orangutans: Geographic variation in behavioral ecology and conservation*. London: Oxford University Press.
- [IUCN] International Union for Conservation of Nature. 2006. *2006 IUCN Red List of Threatened Species*. Cambridge: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.
- Johnson AE, Knott CD, Pamungkas B, Pasaribu M, Marshall AJ. 2005. A survey of the orangutan (*Pongo pygmaeus wurmbii*) population in and around Gunung Palung National Park, West Kalimantan, Indonesia based on nest counts. *Biological Conservation* 121:495–507. DOI: 10.1016/j.biocon.2004.06.002.
- Krebs CJ. 1978. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance, Second Edition*. New York: Harper and Row.
- MacKinnon JR. 1974. The behavior and ecology of wild orangutan (*Pongo pygmaeus*). *Animal Behavior* 22:3–74. DOI: 10.1016/S0003-3472(74)80054-0.
- Maple TL. 1980. *Orangutan Behavior*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Mathewson PD, Spehar SN, Meijaard E, Nardiyono, Purnomo, Sasmirul A, Sudiyanto, Oman, Sulhudin, Jasary, Jumali, Marshall AJ. 2008. Evaluating orangutan census techniques using nest decay rates: implications for population estimates. *Ecological Applications* 18(1):208–221. DOI: 10.1890/07-0385.1.
- Meijaard E, Wich SA. 2007. Putting orangutan population trends into perspective. *Current Biology* 17(14):R540. DOI: 10.1016/j.cub.2007.05.016.
- Meijaard E, Rijksen HD, Kartikasari SN. 2001. *Di Ambang Kepunahan, Kondisi Orangutan Liar di Awal Abad ke-21*. Jakarta: The Gibbon Foundation.
- Morrogh-Bernard H, Husson S, Page SE. 2003. Population status of the Bornean Orangutan (*Pongo pygmaeus*) in the Sebangau Peat Swamp Forest, Central Kalimantan, Indonesia. *Biology Conservation* 110:410–415. DOI: 10.1016/S0006-3207(02)00186-6.

- Noss RF, Carroll C, Vance-Borland K, Wuerthner G. 2002. A multicriteria assessment of the irreplaceability and vulnerability of sites in the greater Yellowstone ecosystem. *Conservation Biology* 16:895–908. DOI: 10.1046/j.1523-1739.2002.01405.x.
- Rijksen HD. 1978. *A Field Study on Sumatran Orangutan (Pongo pygmaeus abelii Lesson 1827) Ecology, Behavior and Conservation*. Wageningen: H Veenman & Zonen BV.
- Rijksen HD, Meijaard E. 1999. *Our Vanishing Relative: The Status of Wild Orangutans at The Close of The Twentieth Century*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Roberge JM, Angelstam P. 2004. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Conservation Biology* 18:76–85. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2004.00450.X.
- Salisbury FB, Ross CB. 1995. *Fisiologi Tumbuhan, jilid 1*. Bandung: Institut Teknologi Bandung press.
- Santosa Y, Fauzan PA, Mustari AH. 2010. Estimation of re-introduced sumatran orangutan's (*Pongo pygmaeus abelii*) nest based on nest size and colour in Bukit Tigapuluh National Park Sumatera. *Media Konservasi Edisi Khusus*:1–5.
- Santosa Y, Sari M. 2010. Tipologi habitat pelepasliaran orangutan (*Pongo pygmaeus wurmbii*) hasil rehabilitasi di Propinsi Kalimantan Tengah). *Media Konservasi Edisi Khusus*:47–53.
- Santosa Y, Gunawan H. 2010. Trade-offs antara konservasi orangutan dan pembagunan kelapa sawit di Indonesia. *Media Konservasi Edisi Khusus*:41–46.
- Schaik CP van, Priatna P, Priatna A. 1995. Population estimates and habitat preferences of orangutan based on line transects of nests. Di dalam: Nadler RD, Galdikas BMF, Sheeran LK, Rosen N, editor. *Neglected Ape*. New York: Plenum Press.
- Schaik CP van, Idrusman 1996. *Conservation Biology and Behavior of Sumatran Orangutan in Kluet, Gunung Leuser National Park*. Progress Report for January–March 1996.
- Schaik CP van. 2004. *Among Orangutans: Red Apes and The Rise of Human Culture*. Cambridge: Harvard University Press.
- Schaik CP van, Wich SA, Atmoka SSU, Odom K. 2005. A simple alternative to line transect of nest for estimating orangutan densities. *Primates Journal of Primatology* 46:249–254. DOI: 10.1007/S10329-005-0134-Z.
- Schaik CP van. 2006. Why are some animals so smart? *Science American* 294:64–71. DOI:10.1038/scientificamerican 0406-64.
- Singleton I. 2000. Ranging behavior and seasonal movement of sumatran orangutans (*Pongo pygmaeus abelii*) in swamp forest [dissertation]. UK: Durrel Institute of Conservation and Ecology, University of Kent at Canterbury.
- Singleton I, Wich SA, Husson S, Stephens S, Utami-Atmoko AS, Leighton M, Rosen N, Holzer KT, Lacy R, Byers O, editor. 2004. *Orangutan Population and Habitat Viability Assessment: Final Report*. USA: IUCN SSC Conservation Breeding Specialist Group, Apple Valley, Minnesota.
- Thomas L, Laake JL, Burnham KP, Strindberg S, Marques FFC, Buckland ST, Borchers DL, Anderson DR, Hedley DL, Pollard JH, Bishop N. 2004. *Distance 4.1 release 2*. UK: Research Unit for wildlife population assessment, University of St. Andrews.
- Wich S, Riswan, Jenson J, Refsch J, Nellemann C, editor. 2011. *Orangutans and The Economics of Sustainable Forest Management in Sumatra*. Kenya: UNEP/GRASP/PanEco/YEL/ICRAF/GRID-Arendal.
- Yeager C. 1999. *Orangutan Action Plan*. Jakarta: Report for Direktorat Jenderal Perlindungan dan Konservasi Alam, World Wildlife Fund for Nature Indonesia, and CERC.