

**Daya Dukung dan Pertumbuhan Populasi Siamang
(*Hylobates syndactylus* Raffles, 1821) di Cagar Alam Dolok Sipirok, Sumatera Utara
(The Carrying Capacity and Population Growth of Siamang [*Hylobates syndactylus* Raffles, 1821]
in The Dolok Sipirok Nature Reserve, North Sumatra)**

Wanda Kuswanda¹ dan R. Gerasetiasih²

¹Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Aek Nauli, Jl. Raya Parapat Km. 10,5 Sibaganding, Parapat, Sumatera Utara 21174, Indonesia

Telp. (0625) 41659, Faks. (0625) 41659

E-mail: wkuswan@yahoo.com

²Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor 16610, Indonesia

Telp. (0251) 833234, 750067; Faks. (0251) 638111

E-mail: garsetiasih@yahoo.com

Diajukan: 19 November 2015; Direvisi: 4 Januari 2016; Diterima: 28 Maret 2016

ABSTRACT

The Dolok Sipirok Nature Reserve area about 6,970 ha is predicted as habitats can be to used support siamangs (*Hylobates syndactylus*) growth. This study aims to obtain information about habitat carrying capacity and population growth model of siamang in the Dolok Sipirok Nature Reserve, North Sumatra. The study was conducted in primary and secondary forests, from March to November 2012. Data feed productivity were collected using a litter traps about 30 traps, fruit observations based strip transects method of 1,500 × 20 meters and literature review for that population growth. Data analysis use productivity comparison, linear regression as well as logistic growth model. The average value of leaf productivity in the secondary and primary forests was 10.4 kg/ha/day (fresh weight/FW) or 6.3 kg/ha/day (dry weight/DW). Fruit productivity value with considering it's season have average about 6.9 kg/ha per day (FW) or 3.2 kg/ha per day (DW). This region is estimated to have a large carrying capacity about 1,294 individuals. Siamang population will experience rapid growth up to 80 years and reaches a stable condition around 170 years. Currently, the area has not been optimally/underserved by siamangs.

Keywords: feed trees, habitats, siamang, *Hylobates syndactylus*, population growth, Sipirok.

ABSTRAK

Kawasan Cagar Alam (KCA) Dolok Sipirok merupakan habitat yang diperkirakan masih mampu mendukung pertumbuhan populasi siamang (*Hylobates syndactylus*) dengan luas sekitar 6.970 ha. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang daya dukung habitat dan model pertumbuhan populasi siamang di KCA Dolok Sipirok, Sumatera Utara. Penelitian dilaksanakan pada hutan primer dan sekunder, mulai dari bulan Maret sampai November 2012. Pengumpulan data produktivitas pakan menggunakan penampung serasah (*litter trap*) sebanyak 30 buah, pengamatan buah menggunakan metode jalur berpetak dengan panjang 1.500 m dan lebar 20 m, dan telaah literatur untuk data pertumbuhan populasi. Analisis data menggunakan persamaan pendugaan produktivitas, regresi linier, persamaan daya dukung habitat, dan model pertumbuhan logistik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata produktivitas daun di hutan sekunder dan hutan primer berdasarkan hasil pengukuran sebesar 10,4 kg/ha/hari (bobot basah) atau 6,3 kg/ha/hari (bobot kering). Nilai produktivitas buah (mempertimbangkan musim berbuah) rerata berkisar antara 6,9 kg/ha per hari (bobot basah) dan rerata sebesar 3,2 kg/ha per hari (bobot kering). Kawasan Cagar Alam Dolok Sipirok memiliki nilai daya dukung yang besar bagi siamang, yaitu 1.294 individu. Populasi siamang diduga akan mengalami pertumbuhan yang cepat sampai 80 tahun ke depan dan akan mencapai kondisi stabil sekitar 150 tahun lagi. Saat ini, KCA Dolok Sipirok belum termanfaatkan secara optimal/terlayani oleh siamang.

Kata kunci: tumbuhan pakan, habitat, siamang, *Hylobates syndactylus* pertumbuhan populasi, Sipirok .

PENDAHULUAN

Siamang (*Symphalangus syndactylus* Raffles, 1821) adalah jenis primata arboreal (sebagian besar hidupnya pada tajuk pohon) dan merupakan jenis endemik Pulau Sumatera (Nijman dan Geissman, 2008). Siamang dalam *The IUCN Red Data List of Threatened species* (2014) sejak tahun 2008 sudah termasuk kategori terancam punah/*endangered* (IUCN, 2014). Berdasarkan tingkat kerentanan terhadap perdagangan satwa liar, siamang tergolong *Appendix I Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES). Siamang memiliki ukuran tubuh paling berbeda dibandingkan dengan jenis ungko (*Hylobates* sp.) lainnya. Siamang jauh lebih besar dan memiliki berat tubuh mencapai 10–15 kg (Nopiansyah, 2007). Siamang memiliki ciri khas, yaitu kantung suara (*gular sacs*) dan memiliki selaput di antara jari-jari tangan dan kakinya. Siamang hidup dalam kelompok-kelompok sosial terkecil, terdiri dari jantan dan betina dewasa dengan 1–4 individu anaknya (Geissmann *et al.*, 2006).

Habitat dan sebaran siamang, selain di Pulau Sumatera ditemukan juga di Semenanjung Malaysia dan Thailand. Habitat siamang adalah hutan tropis yang tersebar mulai dataran rendah pada ketinggian di atas 300 m dpl sampai dengan 1.500 m dpl. Tipe habitat ungko dan siamang dapat berupa hutan primer, hutan sekunder, hutan dataran rendah dan hutan rawa (Sultan *et al.*, 2009). Habitat siamang sebagian besar saat ini mengalami penurunan kuantitas maupun kualitasnya sebagai dampak konversi hutan, seperti untuk perkebunan, terutama di Pulau Sumatera (Nijman dan Geissman, 2008). Menurut Geissman (2007), sekitar 70–80% habitat utama siamang hilang selama 50 tahun terakhir seiring dengan meningkatnya kerusakan hutan.

Fragmentasi habitat mengakibatkan populasi satwa liar termasuk siamang menghuni area yang sempit dengan kondisi daya dukung yang sangat terbatas sehingga pertumbuhan populasinya kurang optimum karena harus mampu beradaptasi dengan perubahan ekosistemnya (Doswald *et al.*, 2014; Ranta *et al.*, 2006). Pada area terdegradasi komposisi tumbuhan, keragaman jenis dan regenerasi

tanaman akan rendah (Sathish *et al.*, 2013). Populasi siamang yang tersisa menyebar juga di area budi daya sehingga semakin mudah diburu dan ditangkap masyarakat karena areanya sudah didominasi oleh aktivitas manusia, seperti di sekitar KCA Dolok Sipirok, Sumatera Utara. Saat ini populasi siamang di kawasan tersebut diperkirakan sekitar 691 individu (Kwatrina *et al.*, 2010) dan rawan terhadap kepunahan lokal.

Kawasan Cagar Alam Dolok Sipirok ditetapkan berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pertanian Nomor 226/Kpts/Um/14/1982, tanggal 8 April 1982 dengan luas keseluruhan mencapai 6.970 ha. Secara administratif terletak di Kabupaten Tapanuli Selatan, Provinsi Sumatera Utara. Kawasan ini dapat dicapai dengan kendaraan dari Medan melalui Pematangsiantar, Tarutung sampai Sipirok sekitar 7–8 jam perjalanan. Kawasan ini merupakan habitat yang diperkirakan masih mampu mendukung kehidupan siamang apabila dikelola secara tepat dan ditunjuk menjadi lokasi prioritas untuk konservasi siamang (Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Sumut, 2011). Untuk mendukung rencana aksi konservasi siamang di kawasan tersebut, informasi yang penting segera diketahui di antaranya mengenai produktivitas tumbuhan pakan, daya dukung bersinergi, dan prediksi pertumbuhan populasinya. Menurut Miranda dan Lima (2010), Olsson dan Hössjer (2015), hasil analisis model pertumbuhan logistik dapat digunakan untuk melakukan evaluasi proses perubahan populasi yang mungkin terjadi di masa mendatang. Informasi ini merupakan bagian prioritas yang harus segera diketahui untuk merumuskan program pelestarian siamang dan pengelolaan optimal KCA Dolok Sipirok.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data dan informasi tentang daya dukung pakan serta model pertumbuhan populasi siamang di KCA Dolok Sipirok, Sumatera Utara.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di KCA Dolok Sipirok terutama pada tipe hutan primer dan sekunder yang merupakan habitat siamang. Penelitian di-

laksanakan selama sembilan bulan, mulai dari bulan Maret sampai November 2012. Peta lokasi kawasan KCA Dolok Sipirok seperti pada Gambar 1.

Kawasan Cagar Alam Dolok Sipirok merupakan bagian dari barisan Hutan Batang Toru yang merupakan hutan hujan tropika yang mewakili tipe hutan submontana dan montana, dengan ketinggian antara 600–1.200 m dpl. Topografi KCA Dolok Sipirok secara umum memiliki lereng agak curam sampai curam dengan kelerengan >40%. Kondisi topografi sebagian besar merupakan perbukitan dan pegunungan, terletak di daerah vulkanis aktif dengan kondisi geologis yang agak labil (Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Sumut, 2011).

Bahan dan Peralatan

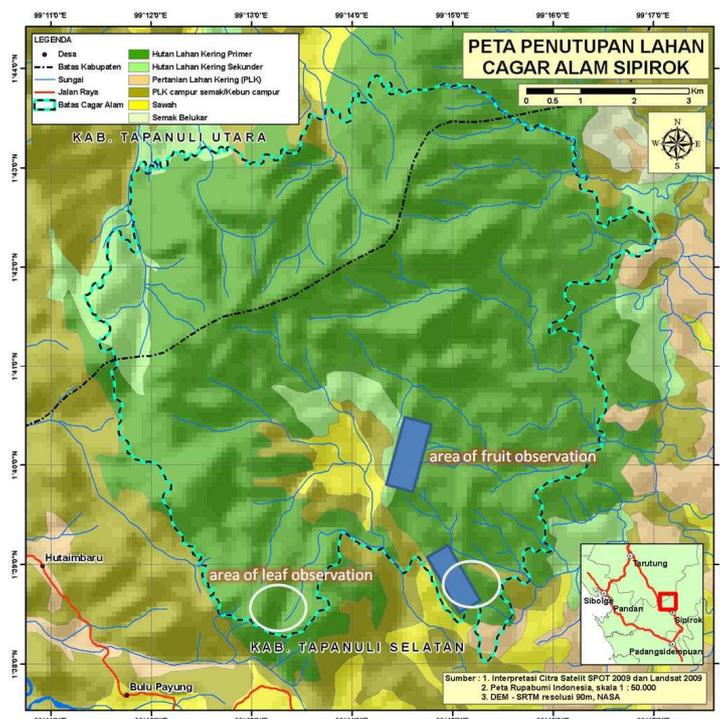
Bahan yang menjadi objek dalam penelitian ini adalah siamang, habitat, dan tumbuhan pakan. Alat yang digunakan adalah peta lapang skala 1:50.000, *litter trap*, *global position system (GPS) receiver*, *phiband*, Haga meter, meteran, dan *tallysheet*. Perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam analisis data adalah *SPSS 21.0 for Windows*.

Metode Penelitian

Pengukuran karakteristik tumbuhan, biomasa, dan produktivitas dalam penelitian ini hanya dilakukan pada jenis-jenis tumbuhan yang merupakan tumbuhan pakan bagi siamang, baik yang dikonsumsi daun maupun buahnya. Jenis tumbuhan pakan yang dipilih menjadi contoh penelitian merujuk pada hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kwatrina *et al.* (2011). Tahapan metode penelitian adalah sebagai berikut:

Produktivitas daun

Metode yang digunakan untuk pengamatan produktivitas tumbuhan adalah metode penuaian, yaitu pengukuran produktivitas berdasarkan bobot pertumbuhan dari bagian tumbuhannya (Campbell *et al.*, 2002; Sathish *et al.*, 2013). Untuk produktivitas pakan daun didekati melalui pengukuran serasah berupa daun yang gugur, tidak termasuk bagian tumbuhan lainnya. Menurut Corbeels (2001), produktivitas daun pada hutan primer/stabil dapat didekati dari nilai jatuhan/produktivitasnya. Pengumpulan serasah menggunakan penampung serasah/*litter trap* (William *et al.*, 2009). Tahapan



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di KCA Dolok Sipirok.

pengukuran produksi serasah dilakukan dengan merujuk Kuswanda dan Bismark (2007), yaitu:

- a. Memilih jenis tumbuhan pakan secara acak untuk dijadikan contoh sebanyak 30, pada setiap tipe hutan (primer dan sekunder) sebanyak 15 pohon.
- b. Pada setiap tumbuhan pakan contoh dipasang 1 penampung serasah dengan ukuran 1 m × 1 m di bawah kanopi tumbuhan tersebut pada ketinggian 1 m dari permukaan tanah. Jaring penampung dipasang agak melengkung ke bawah di bagian tengahnya sehingga daun yang tertampung akan mengumpul di bagian tengah jaring. Hal ini untuk mengurangi kemungkinan tercecernya kembali daun yang sudah tertampung akibat tiupan angin.
- c. Pengamatan setiap dua minggu (selang 14 hari) selama tiga bulan (5 kali ulangan). Serasah dari jenis tumbuhan pakan contoh dipilih secara visual.
- d. Serasah ditimbang dan dioven pada suhu 60–70°C selama 3 hari.
- e. Pada setiap tumbuhan pakan contoh diukur karakteristik tumbuhannya, seperti diameter batang pohon (1,3 m dari permukaan tanah) dan rerata diameter tajuknya (Chapman *et al.*, 1992; Zhao dan Zhou, 2005).

Produktivitas buah

Pengukuran produktivitas buah didekati dari pengamatan biomasanya. Pengamatan menggunakan metode jalur berpetak/*strip transect* pada setiap tipe tutupan lahan (hutan primer dan sekunder). Penempatan jalur/transek dipilih secara acak dengan total panjang jalur 1.500 m dan lebar 20 m atau seluas 30.000 m², yang dibagi menjadi 10 plot pengamatan, masing masing panjang jalur 150 m dan lebar 20 m (Alikodra, 2010). Pada setiap petak pengamatan dicari dan diukur tumbuhan pakan yang sedang berbuah secara *search sampling* (Morrison, 2012). Pengamatan visual dilakukan untuk menghitung jumlah dahan, rerata anak dahan/cabang, dan rerata ranting serta karakteristik pohonnya. Buah pada ranting contoh diambil dengan cara dipanjat kemudian ditimbang untuk mengetahui bobot basahnya. Selanjutnya buah dioven dengan suhu 60–70°C selama 3–4 hari untuk

mengetahui bobot keringnya. Untuk mendapatkan durasi/lamanya waktu (hari) ketersediaan buah matang (siap dikonsumsi siamang) dilakukan melalui studi literatur sehingga diperoleh nilai produktivitasnya (Kuswanda dan Bismark, 2007; Young *et al.*, 2013).

Analisis Data

Produktivitas tumbuhan pakan

Analisis untuk mengetahui nilai produktivitas daun dari hasil pengukuran serasah pada lokasi penelitian menggunakan rumus sebagai berikut (Corbeels, 2001; Zhao dan Zhou, 2005):

$$Pr = B/(A \times t)$$

Pr = produktivitas serasah (g/m² per hari)

B = rerata bobot basah/kering serasah (g)

A = luas *litter trap* (m²)

t = waktu/selang pengukuran(hari)

Analisis data untuk mengetahui produktivitas buah merujuk pada Kuswanda dan Bismark (2007) dan Wang *et al.* (2016). Hasil pengukuran bobot basah buah pada ranting contoh dikalikan dengan rerata jumlah anak cabang, cabang dan batang sehingga diperoleh biomassa per pohon (kg per individu) kemudian dikalikan dengan kerapatannya sehingga diperoleh nilai biomassa dalam satuan kg/ha. Selanjutnya, membagi nilai biomassa dengan rerata durasi (hari) ketersediaan buah matang (siap dikonsumsi) untuk mendapatkan nilai produktivitas dalam satuan kg/ha per hari. Untuk mendapatkan nilai yang lebih teliti maka dikalikan dengan rerata persentase jumlah tumbuhan pakan buah yang menyediakan buah dalam setiap bulannya.

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh karakteristik tumbuhan pakan terhadap nilai produktivitas menggunakan analisis regresi linear berganda (Wang *et al.*, 2016). Langkah dalam analisis regresi merujuk Ghazali (2006) dan Supangat (2008). Model yang tersusun dari persamaan regresi digunakan kembali untuk menganalisis nilai dugaan produktivitas yang hasilnya dibandingkan dengan hasil pengukuran di lapang untuk menguji ketelitian pendugaan dari model regresi. Semua tahapan analisis regresi diproses

menggunakan program *SPSS 21.0 for Window* dengan *backward method*.

Daya dukung habitat

Pendugaan nilai daya dukung didasarkan pada nilai produktivitas/ketersediaan pakan. Nilai daya dukung habitat merupakan perbandingan antara produktivitas tumbuhan pakan (daun dan buah) dengan tingkat konsumsi pakan. Tingkat konsumsi pakan didekati dari rerata bobot tubuh siamang (Alikodra, 1990). Untuk menduga nilai daya dukung habitat yang lebih realistis di alam dilakukan modifikasi dari persamaan Alikodra (1990) dengan memasukkan berbagai faktor sebagai berikut (Kuswanda dan Bismark, 2007):

$$K = (\text{Pr} \times A \times \text{Ap} \times \text{Pp} \times \text{Pw})/C$$

- K = daya dukung habitat (individu)
 Pr = produktivitas bagian tumbuhan pakan (kg/ha per hari)
 A = luas kawasan hutan primer dan sekunder di KCA Dolok Sipirok (ha)
 Ap = persentase luas habitat potensial digunakan/dimanfaatkan siamang (ha)
 Pp = jumlah bagian pakan yang potensial/benar-benar dikonsumsi
 Pw = persentase waktu aktivitas yang digunakan untuk mengonsumsi pakan
 C = nilai konsumsi pakan siamang (individu/kg/hari)

Untuk menduga nilai daya dukung satwa dapat dilakukan juga melalui pendekatan wilayah jelajah satwa/*home range* (Alikodra, 2010). Luasan *home range* suatu satwa berbeda-beda dan menggambarkan suatu wilayah yang dapat mendukung pertumbuhannya karena dapat mensuplai makanan, minum, serta mempunyai fungsi sebagai tempat berlindung atau bersembunyi, tempat tidur, dan tempat kawin. Analisis daya dukung berdasarkan *home range* satwa dilakukan dengan cara membagi luasan optimum habitat dibagi dengan luas *home range* satwa (Loveridge *et al.*, 2009; Mitchell dan Powell, 2007; Tuqa *et al.*, 2014

Model pertumbuhan populasi

Pertumbuhan populasi dapat dinyatakan dalam suatu model pertumbuhan populasi. Fitzhugh

(1976) menyatakan bahwa terdapat beberapa model untuk memprediksi pertumbuhan binatang/hewan, yaitu model pertumbuhan deterministik, eksponensial, dan sigmoid/logistik. Miranda dan Lima (2010); Kucharavy dan De Guio (2015), menyatakan bahwa kurva logistik sangat sesuai untuk memprediksi perubahan suatu populasi di masa mendatang. Model ini juga lebih realistis untuk digunakan dalam memprediksi pertumbuhan beragam jenis satwa liar pada suatu kawasan hutan karena sudah mempertimbangkan daya dukung habitat. Tahapan analisis model pertumbuhan logistik merujuk pada Rockwood (2006) dan Olsson dan Hössjer (2015) sebagai berikut:

$$N_t = \frac{K}{\left[1 + \left(\frac{K-N_0}{N_0}\right)\right] \cdot e^{-r \cdot t}}$$

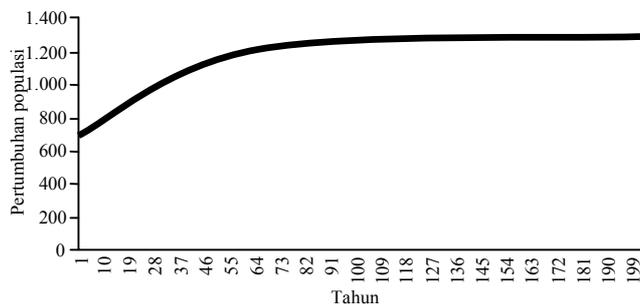
- N_t = ukuran populasi pada waktu ke-t
 N_0 = ukuran populasi awal
 K = daya dukung habitat
 r = laju pertumbuhan
 t = waktu ke-t
 e = bilangan euler (e = 2,718281...)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produktivitas Tumbuhan Pakan

Jenis tumbuhan pakan

Jenis tumbuhan yang teridentifikasi sebagai sumber pakan siamang di KCA Dolok Sipirok sebanyak 48 jenis. Jenis tumbuhan pakan tersebut di antaranya adalah andarasi (*Ficus congesta* Roxb.), asam hing (*Dracontomelon dao* Merr.&Rolfe), gala-gala (*Ficus racemosa*) dan handis (*Garcinia celebica* Linn), deke-deke (*Zingiber officinale* Rosc), dan gumbot/motung (*Ficus toxicaria* Linn) seperti pada Gambar 2. Berdasarkan pengelompokan pada tingkat famili, jenis tumbuhan pakan termasuk ke dalam 21 famili (Tabel 1). Jenis tumbuhan yang paling banyak adalah termasuk Famili Moraceae sebanyak 13 jenis. Siamang menyukai jenis tumbuhan tersebut karena merupakan tumbuhan penghasil buah hutan yang lembek dan berdagang banyak, seperti dari jenis *Ficus* sp.



Gambar 2. Grafik pertumbuhan populasi siamang.

Tabel 1. Pengelompokan jenis tumbuhan pakan siamang.

Famili	Jumlah jenis
Anacardiaceae	1
Aquifaceae	1
Dipterocarpaceae	1
Euphorbiaceae	2
Fagaceae	4
Guttiferae	1
Lauraceae	2
Leguminosae	1
Moraceae	13
Myristicaceae	1
Myrtaceae	5
Palmae	1
Podocarpaceae	2
Rubiaceae	1
Sapotaceae	5
Sterculiaceae	1
Theaceae	2
Thymelaeaceae	1
Tiliaceae	1
Ulmaceae	1
Zingiberaceae	1
Total	48

Menurut Kwatrina *et al.* (2011), berdasarkan hasil analisis dari 40 plot analisis vegetasi diperoleh nilai kerapatan vegetasi di KCA Dolok Sipirok pada tingkat tiang sebesar 430 individu per ha dan yang teridentifikasi sebagai pakan siamang (yang dikonsumsi daun) hanya 155 individu per ha dengan Indeks Nilai Penting (INP) total sebesar 105,34%. Kerapatan total vegetasi pada pada tingkat pohon sebesar 236 individu per ha dan teridentifikasi sebagai tumbuhan pakan daun hanya 118 individu per ha dengan INP total sebesar 138,48%. Kerapatan jenis tumbuhan pakan yang dikonsumsi buahnya sebesar 120,00 individu per ha (INP = 85,88%) pada tingkat tiang dan pada tingkat pohon 91,89 individu per ha (INP =

106,29%). Berdasarkan kedua data tersebut maka rerata kerapatan tumbuhan pakan siamang di KCA Dolok Sipirok sebesar 136 individu/ha dan yang hanya dikonsumsi buahnya sebesar 105,95 individu per ha. Nilai kerapatan tumbuhan pakan (daun dan buah) selanjutnya digunakan dalam analisis produktivitas tumbuhan pakan.

Produktivitas tumbuhan pakan daun siamang

Hasil analisis karakteristik, biomassa, dan produktivitas daun dari hasil pengukuran terhadap 30 pohon pakan, 15 pohon di hutan primer dan 15 pohon di hutan sekunder disajikan pada Tabel 2.

Hasil analisis rerata biomassa daun pada hutan primer sebesar 3,04 kg/pohon (bobot basah/BB) dan 1,62 kg/individu (bobot kering/BK). Apabila dikalikan dengan kerapatan tumbuhan pakan daun sebesar 136 individu/ha maka diperoleh nilai biomassa sebesar 413,44 kg/ha BB atau 220,32 kg/ha BK, dengan luas hutan primer di KCA Dolok Sipirok sebesar 6.180 ha (Kuswanda, 2011), maka total biomassa tumbuhan pakan daun sebesar 1.361.577,6 kg BK. Pada hutan sekunder biomassa daun sebesar 4,03 kg/pohon BB dan 1,88 kg/individu BK atau sebesar 548,1 kg/ha BB atau 255,68 kg/ha BK pada hutan. Apabila luas hutan sekunder di KCA Dolok Sipirok 420 ha (Kuswanda, 2011), maka total biomassa pada hutan sekunder adalah 107,4 t BK.

Rerata biomassa tumbuhan pakan contoh per individu pohon atau per hektar pada hutan sekunder lebih besar dapat terjadi akibat adanya perbedaan intensitas cahaya, iklim mikro serta kondisi biofisik lainnya antara hutan sekunder dan hutan primer (Kljun *et al.*, 2007). Menurut Chen (2010) dan Reddy *et al.* (2011), biomassa dan regenerasi tumbuhan pada hutan sekunder akan lebih cepat karena belum mencapai kondisi yang klimaks dengan masih banyaknya ditemukan pohon yang muda (diameter <10 cm). Sebagai contoh, intensitas cahaya yang lebih cepat/besar sampai pada pohon strata B (tingkat tiang) dan lantai hutan pada hutan sekunder, di mana kerapatan lebih rendah menurut Kwatrina *et al.* (2011), dapat lebih mempercepat proses fotosintesis sehingga lebih banyak guguran serasah dan kandungan karbonnya (Litton *et al.*, 2007).

Tabel 2. Karakteristik dan hasil analisis produktivitas daun tumbuhan pakan siamang.

Tipe hutan	Karakteristik tumbuhan pakan			Bobot	Biomassa (kg/ha)	Produktivitas (kg/ha/hari)	
	Rerata diameter pohon (cm)	Rerata tinggi total pohon (cm)	Rerata diameter tajuk (cm)			Hasil pengamatan	Hasil pendugaan
Hutan sekunder	21,40	1366,67	484,40	Basah	548,1	10,8	10,9
				Kering	255,7	6,8	6,8
Hutan primer	21,02	1393,33	660,03	Basah	413,4	10,0	10,1
				Kering	220,3	5,8	4,7

Hasil analisis rerata produktivitas daun pada hutan primer sebesar 1,00 g/m²/hari atau 10,0 kg/ha/hari BB atau 5,8 kg/ha/hari BK. Pada hutan sekunder diperoleh sebesar 10,8 kg/ha/hari BB atau 6,8 kg/ha/hari. Dengan demikian, rerata nilai produktivitas daun sebesar 10,4 kg/ha/hari BB atau 6,3 kg/ha/hari BK. Nilai produktivitas ini masih merupakan nilai produktivitas primer kotor karena belum memperhitungkan nilai respirasi tumbuhan tersebut. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa persentase kandungan air pada tumbuhan pakan siamang relatif kecil, yaitu 37,1%. Nilai ini tidak berbeda jauh dengan kandungan air pada tumbuhan pakan orangutan di KCA Dolok Sibualbuali sebesar 36,3% (Kuswanda dan Bismark, 2007).

Jumlah produktivitas daun pada hutan sekunder juga memiliki nilai yang lebih besar daripada hutan primer, sama seperti nilai biomasanya. Hal ini karena beberapa jenis tumbuhan contoh pada hutan sekunder memiliki lebar daun yang lebih besar sehingga diduga proses fotosintesisnya lebih cepat. Beberapa jenis tumbuhan pada hutan sekunder memiliki ukuran yang lebih besar, seperti teurep (*Artocarpus elasticus* Reinw.) dan cempedak (*Artocarpus integer* Merr) dibanding dengan ukuran daun dari jenis hau dolok (*Syzygium* sp.) dan hoteng (*Quercus* sp.) yang banyak menjadi contoh penelitian pada hutan primer.

Menurut Ewusie (1990), indeks luas daun (ILD) sangat mempengaruhi proses fotosintesis tumbuhan, selain faktor lainnya seperti suhu dan cahaya matahari. Secara umum, produktivitas primer pada hutan hutan tropika, seperti di Pulau Sumatera, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan di hutan iklim sedang dan hutan alpine. Campbell (2002) menyatakan bahwa wilayah yang menerima lebih banyak dan lebih lama penyinaran cahaya

matahari akan memiliki kesempatan berfotosintesis yang lebih panjang sehingga mendukung peningkatan produktivitas primer, seperti tumbuhan di hutan tropika.

Hasil penelitian ini tidak berbeda jauh dengan Chapin III *et al.* (2002) yang menyatakan bahwa produktivitas daun pada tumbuhan di hutan hujan tropis sekitar 1,14 g/m²/hari atau 11,4 kg/ha/hari. Begitu juga Ewusie (1990) menuliskan bahwa guguran serasah daun pada hutan tropis sekitar 18,3 kg/ha/hari atau 6,7 t/ha/tahun. Menurut Campbell *et al.* (2002), pada ekosistem hutan nilai produktivitas menunjukkan simpanan energi kimia yang tersedia bagi konsumen. Pada sebagian besar tumbuhan, produktivitas primer bersih dapat mencapai 50–90% dari produktivitas primer kotor.

Berdasarkan hasil analisis regresi dengan memasukkan variabel karakteristik tumbuhan (sebagai X) dengan jumlah produktivitas daun (Y) hasil pengukuran di lapang pada setiap jenis tumbuhan contoh diperoleh persamaan sebagai berikut (Zhao dan Zhou, 2005):

Hutan sekunder

1. Berdasarkan bobot basah: $Y_{db} = -2,035 + 0,146 D_p$.
2. Berdasarkan bobot kering: $Y_{dk} = -1,266 + 0,091 D_p$.

Hutan primer

1. Berdasarkan bobot basah: $Y_{db} = -0,310 + 0,002 D_{tj}$.
2. Berdasarkan bobot kering: $Y_{dk} = -0,189 + 0,001 D_{tj}$.

di mana:

- Y_{db} = jumlah produktivitas daun (bobot basah)
 Y_{dk} = jumlah produktivitas daun (bobot kering)
 D_p = diameter setinggi dada
 D_{tj} = diameter tajuk

Pada hutan sekunder menunjukkan bahwa faktor karakteristik tumbuhan yang paling mempengaruhi nilai produktivitas adalah diameter pohon. Hasil *output* SPSS menunjukkan nilai *adjusted R²* persamaan tersebut sebesar 0,61 BB dan 0,56 BK. Hal ini berarti variasi produktivitas daun pada hutan sekunder dapat dijelaskan oleh variasi dari *Dp* sebesar 61,1% BB dan hanya 56,0% BK sedangkan kemungkinan sisanya dijelaskan oleh faktor-faktor lain di luar model. Pada hutan primer menunjukkan bahwa faktor yang lebih berpengaruh terhadap nilai produktivitas daun adalah diameter tajuknya dengan nilai *adjusted R²* sebesar 0,61 BB dan 0,62 BK. Dari nilai *Standard Error of the Estimate* (SEE) di kedua lokasi tersebut menunjukkan bahwa model regresi berdasarkan BK diduga akan lebih tepat untuk menganalisis model karena memiliki nilai yang lebih kecil, yaitu sebesar 0,67 dibandingkan dengan berdasarkan BB sebesar 0,99.

Berdasarkan persamaan di atas diperoleh nilai dugaan pada hutan sekunder sebesar 6,8 kg/ha/hari BK dan pada hutan primer sebesar 4,7 kg/ha/hari BK. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa rerata produktivitas di lapang dibandingkan dengan menggunakan model pendugaan tidak jauh berbeda, kecuali pada bobot kering di hutan primer. Nilai simpangan baku dari kedua pendekatan di atas sangat kecil, kurang dari 1 g/m²/hari. Untuk itu direkomendasikan bahwa ke depan dalam menduga nilai produktivitas daun tumbuhan pakan satwa liar, khususnya siamang di KCA Dolok Sipirok dan sekitarnya dapat menggunakan persamaan di atas. Penelitian hanya perlu mengukur variabel X yang paling berpengaruh, seperti diameter pohon dan diameter tajuk.

Menurut Zhao dan Zhou (2005), karakteristik tumbuhan seperti diameter pohon (DBH) dan volume tajuk memiliki keterkaitan yang tinggi terhadap nilai produktivitas tumbuhan. Namun demikian, untuk menganalisis nilai produktivitas daun

agar menghasilkan nilai yang lebih teliti ke depannya dapat memasukan faktor lain yang mempengaruhi, seperti struktur dan komposisi komunitas, jenis dan usia tumbuhan, cahaya, karbohidrat, air, nutrisi, suhu, dan tanah. Sebagai contoh, suhu sangat berperan terhadap proses produktivitas daun karena berperan dalam mengontrol reaksi enzimatik dalam proses fotosintesis sehingga tingginya suhu dapat meningkatkan laju maksimum fotosintesis (Campbell *et al.*, 2002; Reddy *et al.*, 2011).

Produktivitas tumbuhan pakan buah siamang

Hasil pengamatan di hutan primer pada 10 plot pengamatan seluas 3 ha ditemukan sekitar 12 jenis tumbuhan pakan buah siamang yang sedang berbuah sedangkan pada 10 plot pengamatan seluas 3 ha di hutan sekunder ditemukan 13 jenis tumbuhan yang sedang berbuah. Jenis-jenis tersebut di antaranya adalah andarasi (*Ficus congesta* Roxb), asam hing (*Dracontomelon dao* Merr.&Rolfe), cempedak (*A. integer* Merr), teurep (*A. elasticus* Reinw.), pege-pege (*Ficus tenuicuspidata* Corner.), dan handis (*Garcinia celebica* L.). Jenis tumbuhan yang sedang berbuah sebagian besar termasuk famili Moraceae. Hasil pengukuran dan pendugaan nilai biomassa dan produktivitas buah pakan siamang disajikan pada Tabel 3.

Secara keseluruhan, nilai rerata biomassa buah hasil pengukuran pada hutan sekunder dan primer tidak jauh berbeda, sekitar 16,7 kg/pohon meskipun jenis tumbuhan yang dijadikan contoh penelitian 90% berbeda. Namun demikian, jika dilihat dari jenis pohonnya sangat berbeda. Sebagai contoh, nilai biomassa buah yang paling kecil ditemukan pada jenis hau dolok jambu (*Syzygium racemosum* DC) sebesar 2,29 kg/pohon BB dan yang terbesar (117,98 kg/pohon BB) pada jenis handis. Hasil ini menunjukkan bahwa variasi biomassa buah jenis tumbuhan pakan siamang

Tabel 3. Hasil analisis biomassa dan produktivitas buah tumbuhan pakan siamang.

Tipe hutan	Bobot	Biomassa hasil pengamatan (kg/pohon)	Biomassa (kg/ha)		Produktivitas buah (kg/ha/hari)	
			Hasil pengamatan	Hasil pendugaan	Hasil pengamatan	Hasil pendugaan
Hutan sekunder	Basah	16,73	1773,01	1814,92	59,10	60,51
	Kering	7,70	815,45	839,12	27,18	27,95
Hutan primer	Basah	16,70	1769,14	1768,31	58,97	58,94
	Kering	7,64	808,94	808,40	26,96	26,93

cukup beragam. Jumlah dan ukuran buah setiap jenis tumbuhan pakan umumnya berbeda. Rerata nilai biomassa buah per pohon adalah 16,67 kg/pohon BB dan 7,63 kg/pohon BK.

Berdasarkan hasil analisis regresi dengan memasukkan variabel karakteristik tumbuhan (sebagai X) dengan jumlah biomassa buah (Y) hasil pengukuran di lapang pada setiap jenis tumbuhan contoh diperoleh persamaan sebagai berikut:

1. Hutan Sekunder

- a. Berdasarkan bobot basah: $Y_{bb} = 0,07 + 1,111 Dp - 1,316 Ttot$.
- b. Berdasarkan bobot kering: $Y_{bk} = 1,929 + 0,510 Dp - 0,748 Ttot$.

2. Hutan Primer

- a. Berdasarkan bobot basah: $Y_{bb} = -12,598 + 3,275 Dp - 4,299 Ttot$.
- b. Berdasarkan bobot kering: $Y_{bk} = -7,808 + 1,694 Dp - 2,198 Ttot$.

di mana:

Y_{db} = jumlah produktivitas buah (bobot basah)

Y_{dk} = jumlah produktivitas buah (bobot kering)

Dp = diameter setinggi dada

$Ttot$ = tinggi pohon

Besarnya nilai *adjusted* R^2 pada hutan sekunder 0,81 BB dan 0,66 (BK) sedangkan pada hutan primer 0,91 BB dan 0,90 BK. Hal ini berarti selain dari kedua variabel di atas ternyata masih terdapat faktor lain yang masih mempengaruhi produktivitas buah yang tidak dimasukkan dalam penelitian. Faktor lain tersebut mungkin faktor fisik lingkungan seperti suhu, jenis tanah, cahaya, dan air yang belum dimasukkan dalam penelitian ini.

Hasil persamaan di atas sedikitnya menginformasikan bahwa karakteristik tumbuhan pakan buah yang paling mempengaruhi jumlah biomassa buah adalah diameter batang dan tinggi total. Nilai dugaan rerata biomassa hasil pendugaan (analisis regresi) dengan hasil pengukuran di lapang tidak begitu berbeda, baik pada hutan primer maupun hutan sekunder. Nilai rerata simpangan baku di bawah 0,5 kg/pohon. Hasil ini menunjukkan bahwa persamaan di atas juga dapat menjadi referensi untuk menduga biomassa buah tumbuhan pakan satwa liar, khususnya siamang di KCA Dolok Sipirok dan sekitarnya.

Merujuk pada Kwatrina *et al.* (2011) diperoleh rerata kerapatan tumbuhan pakan buah siamang di KCA Dolok Sipirok sebesar 105,95 ind/ha (tingkat pohon dan tiang) sehingga diperoleh nilai biomassa buah pada hutan sekunder sebesar 1.773 kg/ha BB dan 815 kg/ha BK. Pada hutan primer diperoleh sebesar 1.769 kg/ha BB dan 808 kg/ha BK. Nilai dugaan biomassa ini masih merupakan dugaan kasar karena baru dianalisis dari ketersediaan buah di alam dalam satu musim berbuah. Menurut Meijaard *et al.* (2001) di Sumatera periode berbuahnya tumbuhan pakan satwa liar umumnya mempunyai ritme masing-masing dan dapat menghasilkan buah dalam dua musim atau lebih dalam setahun. Hal ini dipengaruhi oleh karakteristik, jenis, dan keragaman jenis tumbuhan yang membangun ekosistem pada suatu kawasan hutan (Anitha *et al.*, 2010; Evariste *et al.*, 2010)

Berdasarkan nilai biomassa, selanjutnya dibagi dengan rerata durasi/lamanya waktu (hari) ketersediaan buah matang yang siap dikonsumsi siamang. Menurut Kuswanda dan Bismark (2007), Meijaard *et al.* (2001), nilai rerata lamanya waktu ketersediaan buah matang yang siap dikonsumsi oleh satwa liar sekitar 30 hari untuk satu musim berbuah. Hasilnya menunjukkan bahwa rerata produktivitas buah tumbuhan pakan siamang (hutan primer dan sekunder) sebesar 59,04 kg/ha per hari BB dan 27,07 kg/ha per hari BK.

Persentase jenis tumbuhan pakan buah tentunya tidak serentak sepanjang musim berbuah (100%). Sugardjito (1986) menyatakan bahwa jenis tumbuhan berbuah rerata hanya berkisar antara 5–30% dalam setiap bulannya. Berdasarkan data tersebut, maka diperoleh nilai produktivitas buah (mempertimbangkan musim berbuah) rerata berkisar antara 6,89 kg/ha per hari BB dan rerata sebesar 3,16 kg/ha per hari BK. Rerata produktivitas buah tumbuhan pakan siamang lebih kecil bila dibandingkan dengan produktivitas buah pakan orangutan di KCA Dolok Sibual-buali. Menurut Kuswanda dan Bismark (2007), produktivitas buah (mempertimbangkan musim berbuah) tumbuhan pakan orangutan rerata sekitar 7,63 kg/ha per hari BB dan 3,23 kg/ha per hari BK.

Siamang, seperti jenis dari Famili Hylobathes lainnya memiliki tingkat kesukaan

yang tinggi terhadap buah sehingga dikenal sebagai satwa frugivora/pemakan buah (Geissmann *et al.*, 2006). Siamang sangat selektif dalam memilih makanan. Makanan utama yang dipilih berupa buah-buahan yang masak dan daun muda (Rosyid, 2007). Kelompok siamang akan bergerak pada habitatnya untuk mencari tumbuhan yang sedang berbuah, terutama dari kelompok *Ficus* sp. Ketersediaan buah pakan di KCA Dolok Sipirok yang tidak serentak diduga sering mengakibatkan kelompok siamang akan bersaing dalam memperebutkan wilayah jelajah. Pada saat penelitian teramati dua kelompok siamang saling berkejaran karena untuk menguasai pohon motung (*F. toxicaria* Linn) yang sedang berbuah masak.

Tingkat Konsumsi Pakan

Menurut McDonald (2002), tingkat konsumsi adalah jumlah atau bobot makanan yang terkonsumsi oleh binatang. Pendugaan tingkat konsumsi pakan satwa liar di alam bebas/habitat alaminya secara kuantitatif sangat sulit dilakukan dengan waktu dan biaya penelitian yang terbatas. Pengukuran nilai konsumsi satwa di alam bebas banyak mengalami kesulitan karena tidak mudah menangkap sejumlah satwa liar untuk dijadikan contoh penelitian dalam pengukuran ransum makanan, tidak seperti pada binatang peliharaan/ternak. Menurut Alikodra (1990), penentuan tingkat konsumsi pakan satwa liar dapat didekati dari nilai bobot tubuhnya di mana setiap spesies satwa liar diperkirakan membutuhkan makanan sekitar 10–20% dari bobot tubuhnya untuk setiap harinya.

Menurut Gron (2008), Nopiansyah (2007), dan www.alamendah.org (2010), diketahui bahwa ukuran bobot tubuh siamang sangat bervariasi sesuai dengan kelas umurnya. Rerata bobot tubuh siamang umur bayi dan anak (1–4 tahun) diperkirakan 0,6–4 kg, muda dan remaja (5–6 tahun) di atas 4–7 kg, subremaja (7–8 tahun) di atas 7–10 kg, dan dewasa (di atas 9 tahun) untuk betina rerata 10,5 kg dan jantan sekitar 12,8 kg. Berdasarkan klasifikasi kelas umur maka diperoleh rerata bobot tubuh siamang sekitar 7,86 kg. Apabila kebutuhan konsumsi siamang diperkirakan 10–20% dari bobot tubuhnya untuk setiap hari maka rerata jumlah kon-

sumsi pakan siamang antara 0,8–1,6 kg per hari atau rerata sekitar 1,2 kg per hari. Nilai dugaan ini masih merupakan dugaan kasar yang belum mempertimbangkan jumlah energi yang dikeluarkan oleh siamang dalam memperoleh makanan yang sebenarnya akan mempengaruhi besaran konsumsi pakan di alam (Alikodra, 1990).

Daya Dukung Habitat

Daya dukung habitat individu satwa liar secara umum ditentukan berdasarkan nilai produktivitas tumbuhan pakan pada satuan kg/ha per hari karena faktor yang paling menentukan keberadaan satwa liar dalam habitatnya adalah ketersediaan makanan, yang selanjutnya dibagi tingkat konsumsi pada satuan kg/hari per individu (Abdullah *et al.*, 2009). Pada habitat alaminya, sudah tentu tidak semua kawasan digunakan dan pakan yang tersedia dapat dikonsumsi oleh satwa liar. Hal ini untuk menghindari persaingan ruang dan pakan, menghemat energi atau menghindari dari serangan predator (Alikodra, 1990). Begitu juga tidak semua waktu digunakan oleh satwa untuk mencari dan mengonsumsi makanan. Banyak waktu digunakan untuk aktivitas lainnya seperti aktivitas sosial, bergerak, dan istirahat. Bagian makanan yang tersedia di habitatnya, seperti daun atau buah juga tidak seluruhnya dikonsumsi oleh satwa.

Untuk mendapatkan nilai dugaan daya dukung habitat yang lebih realistis, maka dimasukkan berbagai faktor koreksi terhadap persamaan Alikodra (1990), yang menyatakan bahwa nilai daya dukung dapat diperoleh dari nilai produktivitas pakan dibagi besaran konsumsi satwa. Faktor koreksi tersebut di antaranya sebagai berikut:

1. Luas kawasan KCA Dolok Sipirok yang merupakan hutan primer sekitar 6.180 ha dan hutan sekunder 420 ha (Kuswanda, 2011).
2. Persentase luas habitat yang dapat dimanfaatkan secara optimal oleh satwa liar, yaitu sebesar 0,36 (Meijaard *et al.*, 2001).
3. Persentase jumlah setiap bagian makanan yang dikonsumsi oleh satwa liar. Nilai persentase tersebut sebesar 0,556 untuk buah dan 0,353 untuk daun (Sinaga, 1992).
4. Persentase waktu yang digunakan oleh satwa untuk mengonsumsi setiap spesies makanan-

nya. Nilai persentase tersebut sebesar 0,6 untuk buah dan 0,25 untuk daun (Meijaard *et al.*, 2001).

5. Faktor koreksi terhadap spesies makanan dari individu tumbuhan pakan yang kurang disukai, jatuh, dan sebab lainnya. Nilai tersebut menurut Alikodra (1990) dan Purnomo (2009) sebesar 0,5.
6. Faktor ketersediaan buah atau rerata jumlah jenis tumbuhan berbuah dalam satu musim buah, yaitu antara 5–30% atau sekitar 17,5%.

Hasil analisis data dengan memasukan beberapa faktor tersebut maka diperoleh nilai dugaan daya dukung habitat bagi populasi siamang di KCA Dolok Sipirok, yaitu:

1. Pada tipe hutan primer berdasarkan nilai dugaan produktivitas pakan daun sebesar 540 individu dan pakan buah sebesar 2.106 individu.
2. Pada tipe hutan sekunder berdasarkan nilai dugaan produktivitas pakan daun sebesar 39 individu dan pakan buah sebesar 143 individu.

Dari kedua tipe hutan di atas maka secara keseluruhan diperoleh nilai dugaan daya dukung antara 579–2.249 individu atau rerata sekitar 1.414 individu, dengan asumsi kondisi hutan KCA Dolok Sipirok tidak mengalami kerusakan dan siamang selalu mengonsumsi kombinasi antara buah dan daun. Apabila luas keseluruhan hutan primer dan sekunder sekitar 6.600 ha maka kapasitas optimum kawasan KCA Dolok Sipirok yang akan mampu mendukung pertumbuhan siamang sekitar 4–5 ha untuk satu individu siamang. Nilai dugaan ini masih cenderung *over estimate* karena belum memperhatikan faktor persaingan pakan maupun penggunaan ruang dengan primata lainnya, seperti orangutan (*Pongo abelii*). Jenis tumbuhan pakan siamang sebagian besar juga merupakan pakan orangutan yang sama-sama menggunakan KCA Dolok Sipirok sebagai habitatnya (Kuswanda, 2011). Menurut Rockwood (2006), adanya kompetisi konsumsi pakan akan mengakibatkan suatu jenis satwa liar tidak optimal untuk memanfaatkan segala sumber daya yang ada di habitatnya. Untuk meminimalisasi kemungkinan terjadinya persaingan satwa dalam memanfaatkan sumber pakan maupun ruang dilakukan pula analisis daya dukung melalui pendekatan wilayah jelajah/*home range*

Menurut Gron (2008), siamang hidup dalam kelompok sosial terkecil, terdiri atas jantan dan betina dewasa dengan 1–4 ekor anaknya. Pasangan siamang merupakan pasangan monogami dan hidup dengan pola kelompok dengan sistem kekerabatan yang menggunakan daerah teritori spesifik di mana *home range* seluas 15–30 ha atau rata-rata sekitar 22,5 ha. Pada tempat yang alami, ukuran kelompok siamang rerata 4 ekor (Gittins dan Raemakers, 1980). Berdasarkan data tersebut, apabila luas optimum KCA Dolok Sipirok bagi siamang sekitar 6.600 ha dibagi rerata *home range*-nya maka diperoleh daya dukung bagi siamang sebesar 294 kelompok siamang. Selanjutnya apabila setiap kelompok terdiri atas 4 individu, maka kapasitas optimum KCA Dolok Sipirok bagi siamang sebanyak 1.173 individu.

Berdasarkan kedua nilai dugaan daya dukung (produktivitas pakan dan *home range* siamang) maka diperoleh nilai rerata sebesar 1.294 siamang. Menurut Kwatrina *et al.* (2010), dugaan kepadatan siamang di KCA Dolok Sipirok saat ini adalah $9,91 \pm 3,4$ individu/km² dengan dugaan populasi sekitar 691 individu. Hal ini berarti kondisi daya dukung saat ini belum termanfaatkan/terlayani seluruhnya oleh siamang. Populasi siamang masih dapat berkembang sampai mencapai nilai daya dukungnya. Namun demikian, untuk meningkatkan populasi siamang tersebut perlu didukung oleh rencana pengelolaan yang tepat, terutama untuk mengantisipasi perubahan dan penyerobotan kawasan menjadi lahan pertanian atau pemukiman (Maron dan Crone, 2006) yang sudah terjadi di beberapa lokasi sekitar KCA Dolok Sipirok, seperti sekitar Desa Rambassiasur dan Daerah Arse, Kecamatan Sipirok, Kabupaten Tapanuli Selatan.

Model Pertumbuhan Populasi

Model pertumbuhan yang digunakan dalam analisis adalah model terpaut kerapatan atau dikenal juga dengan model persamaan logistik (Olsson dan Hössjer, 2015; Rockwood, 2006). Hal ini karena semua pertumbuhan populasi satwa liar di alam akan dibatasi oleh daya dukung lingkungan yang mampu memenuhi kebutuhannya, seperti ketersediaan gizi dan nutrisi (Fitzhugh, 1976). Besar kecilnya ukuran kelompok populasi siamang juga

dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti kepadatan vegetasi, topografi, iklim atau cuaca, ketersediaan jumlah pakan, dan keberadaan kompetitor atau predator (Sari dan Harianto, 2015). Ukuran populasi awal (N_0) yang menjadi dasar dalam analisis ini adalah hasil penelitian Kwatrina *et al.* (2010, 2011), yaitu sebesar 691 individu. Untuk memprediksi jumlah populasi tahun ke-1 (N_1) adalah dengan menggunakan model matrik Leslie. Dalam penyusunan matrik Leslie, individu yang dihitung hanya individu betina, terutama pada kelas umur dewasa karena untuk kelas umur bayi, anak, dan remaja sulit membedakan jenis kelaminnya. Batasan yang digunakan dalam penyusunan matrik Leslie adalah sebagai berikut:

1. Proporsi setiap kelas umur siamang adalah 4,17% bayi, 12,5% anak, 29,17% remaja, dan 54,17% dewasa (Kwatrina *et al.*, 2010), sehingga diperoleh jumlah bayi 29 individu, anak 86 individu, remaja 202 individu, dan dewasa 374 individu.
2. Sex ratio kelas umur dewasa dan pradewasa adalah 1 : 1,17 (Kwatrina *et al.*, 2010, 2011).
3. *Fecundity* untuk setiap masa kelahiran adalah 0,5 (Kwatrina *et al.*, 2010), sehingga jumlah anak yang dilahirkan dari betina dewasa diperkirakan 102 individu per tahun.
4. Peluang hidup dari bayi ke anak sebesar 0,82, dari anak ke remaja sebesar 0,707, dan dari remaja ke dewasa sebesar 0,57 (Kwatrina *et al.*, 2010).
5. Daya dukung habitat bagi populasi siamang adalah 1.414 individu (data primer).

Berdasarkan informasi di atas selanjutnya dianalisis dengan menggunakan matrik Leslie sehingga diperoleh dugaan populasi tahun ke-1 (N_1) sebesar 705 individu. Dari kedua ukuran populasi tersebut kemudian dianalisis nilai r (laju pertumbuhan populasi) dengan menggunakan dasar persamaan pertumbuhan logistik. Nilai r yang diperoleh sebesar 0,039, yang menunjukkan bahwa pertumbuhan populasi tersebut termasuk kategori titik keseimbangan yang stabil (Rockwood, 2006). Dengan menggunakan nilai r tersebut, maka populasi akan mencapai kondisi stabil (berfluktuasi di sekitar daya dukungnya) pada tahun ke-195 dengan asumsi kondisi habitat di KCA Dolok Sipirok tetap dalam kondisi normal (tidak ada ben-

cana, perubahan habitat, dan sebab lainnya secara drastis).

Persamaan pertumbuhan logistik yang tersusun dan digunakan untuk memprediksi pertumbuhan populasi siamang dengan menggunakan rata-rata nilai daya dukung adalah:

$$N_t = \frac{1.414}{1 + 1,046 \cdot e^{-0,039 \cdot t}}$$

Ukuran populasi siamang akan mencapai kondisi stabil pada tahun ke-150 dengan pertumbuhan populasi yang akan terjadi sangat lambat (Gambar 2). Kondisi ini dapat dimungkinkan karena setiap individu akan bersaing memperebutkan sumber daya yang sangat terbatas dan tentunya akan mempengaruhi terhadap berbagai perilaku reproduksi terutama bagi betina dewasa. Pertumbuhan populasi siamang di KCA Dolok Sipirok relatif cepat sampai mencapai ambang batas daya dukungnya, dari tahun ke-1 sampai tahun ke-80-an. Pertumbuhan populasi akan melambat sesaat dan mencapai nilai daya dukungnya. Pertumbuhan populasi satwa liar sebenarnya akan berfluktuasi di sekitar daya dukungnya apabila tidak ada bencana alam atau faktor lain yang berubah secara ekstrim.

KESIMPULAN

Nilai produktivitas tumbuhan pakan siamang di KCA Dolok Sipirok cukup tinggi. Rerata nilai produktivitas daun (hutan sekunder dan hutan primer) berdasarkan hasil pengukuran adalah 10,4 kg/ha/hari BB atau 6,3 kg/ha/hari BK. Rerata produktivitas buah siamang (hutan primer dan sekunder) hasil pengukuran adalah 59,04 kg/ha per hari BB dan 27,07 kg/ha per hari (BK). Nilai produktivitas buah (mempertimbangkan musim berbuah) rerata berkisar antara 6,89 kg/ha per hari BB dan rerata 3,16 kg/ha per hari BK.

Berdasarkan hasil analisis nilai produktivitas pakan dan pendekatan *home range* siamang diperoleh nilai daya dukung sekitar 1.294 individu. Saat ini, KCA Dolok Sipirok belum dimanfaatkan secara optimal/terlayani oleh siamang. Pertumbuhan populasi siamang di KCA Dolok Sipirok diduga akan cepat mencapai ambang batas daya dukungnya mulai tahun ke-1 sampai tahun ke-80-an. Ukuran populasi akan mencapai kondisi stabil sekitar 150 tahun lagi dengan asumsi tidak ada

gangguan dan perubahan habitat secara drastis terutama akibat perambahan hutan dan potensi persaingan dalam memperebutkan pakan dan ruang rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, J.T. Iskandar, D.N. Choesin, dan A. Sjarmid. 2009. Estimasi daya dukung habitat gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus* Temminck) berdasarkan aktivitas harian dengan menggunakan sistem informasi geografis sebagai solusi konflik dengan lahan pertanian. *J. Penelitian Hayati B*:29–36.
- Alikodra, H.S. 1990. Pengelolaan satwa liar Jilid I. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Alikodra, H.S. 2010. Teknik pengelolaan satwa liar dalam rangka mempertahankan keanekaragaman hayati Indonesia. Edisi ke-2, IPB Press, Bogor.
- Anitha K., S. Joseph, R.J. Chandran, E.V. and Ramasamy, S.N. Prasad. 2010. Tree species diversity and community composition in a human-dominated tropical forest of Western Ghats biodiversity hotspot, India. *Ecological Complexity* 7:217–224.
- Anonim. 2010. Siamang nera hitam berlengan panjang. www.alamendah.org. (Diakses 8 Agustus 2012).
- Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Sumatera Utara. 2011. Informasi kawasan konservasi. Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Sumatera Utara, Kementerian Kehutanan, Medan.
- Campbell, N.A., J.B. Reece, and L.G. Mitchell. 2002. *Biologi* (terjemahan), Edisi kelima. Jilid 3. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Chapin III, F.S., P.A. Matson, and H.A. Mooney. 2002. *Principles of terrestrial ecosystem ecology*. Springer, United States of America.
- Chen, P., N. Tremblay, J. Wang, and P. Vigneault. 2010. New index for crop canopy fresh biomass estimation. *Spectrosc. Spectr. Anal.* 30:512–517.
- Corbeels, M. 2001. Plant litter and decomposition: General concepts and model approach. In: M.U.F. Kirschbaum and R. Mueller, editors, *NEE Workshop Proceeding*, 18–20 April 2001. p. 124–129.
- Kucharavy, D. and R. De Guio. 2015. Application of logistic growth curve. *World Conference: TRIZ FUTURE*, TF 2011-2014. *Procedia Engineering* 131:280–290.
- Doswald, N., R. Munroe, D. Roe, A. Giuliani, I. Castelli, J. Stephens, I. Möller, T. Spencer, B. Vira, and H. Reid. 2014. Effectiveness of ecosystem-based approaches for adaptation: review of the evidence-base. *Clim. Dev.* 6:1–17.
- Evariste F.F., N. Bernard-Aloys, and T. Nole. 2010. The important of habit characteristics for tree diversity in the Mengame Gorilla Reserve (South Cameroun). *IJBC* 2:155–165.
- Ewusie, J.Y. 1990. *Pengantar Ekologi Tropika: Membicarakan alam ekologi tropika Afrika, Asia, Pasifik, dan Dunia Baru*. Terjemahan Usman Tabuwidjaja. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Fitzhugh Jr., H.A. 1976. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *Animal Science J.* 42(4):1.036–1.051.
- Geissman, T. 2007. Status reassessment of the gibbons: Results of the asian primate red list workshop 2006. *Gibbon J.* 3:5–15.
- Geissmann, T., V. Nijman, and R. Dallmann. 2006. The fate of diurnal primates in southern Sumatra. *Gibbon J.* 2:18–24.
- Ghozali, I. 2006. *Aplikasi analisis multivariate dengan program SPSS*. Cetakan IV. Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
- Gittins, S.P. and J.J. Raemakers. 1980. Siamang, lar, and agile gibbons. *J. Mammal.* 53(1):198–201.
- Gron, K.J. 2008. *Primate Factsheets: Siamang (Symphalangus syndactylus)* Taxonomy, Morphology, and Ecology. <<http://pin.primate.wisc.edu/factsheets/>> (Diakses 25 Juni 2015).
- IUCN. 2014. 2014 IUCN red list of threatened species. <http://www.redlist.org/> (Diakses 21 Januari 2014).
- Kljun, N., T.A. Black, T.J. Griffis, A.G. Barr, D. Gaumont-Guay, K. Morgenstern, and Z. Nescic. 2007. Response of net ecosystem productivity of three boreal forest stands to drought. *Ecosystems* 10:1039–1055.
- Kuswanda, W. 2011. *Pemilihan habitat oleh orangutan Sumatera (Pongo abelii Lesson) di Cagar Alam Sipirok, Sumatera Utara*. Tesis S2, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Kuswanda, W. dan M. Bismark. 2007. *Daya dukung habitat orangutan (Pongo abelii Lesson), di Cagar Alam Dolok Sibual-buali, Sumatera Utara*. *J. Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* IV(1):95–105.
- Kwatrina, R.T., W. Kuswanda, J. Ginting, dan E.P. Manik. 2010. *Teknologi konservasi siamang (Symphalangus syndactylus Raffles, 1821) pada kawasan hutan di Sumatera Utara*. Laporan Hasil Penelitian Balai Penelitian Kehutanan Aek Nauli. Pematangsiantar.
- Kwatrina, R.T., W. Kuswanda, J. Ginting, dan E.P. Manik. 2011. *Teknologi konservasi siamang (Symphalangus syndactylus Raffles 1821) pada kawasan hutan di Sumatera Utara: Kajian habitat dan pakan siamang di Kawasan Cagar Alam Dolok Sipirok, Kabupaten Tapanuli Selatan*. Laporan Hasil

- Penelitian Balai Penelitian Kehutanan Aek Nauli. Pematangsiantar.
- Litton, C.M., J.W. Raich, and M.G. Ryan. 2007. Carbon allocation in forest ecosystems. *Global Change Biology* 13:2089–2109.
- Loveridge, A.J., M. Valeix, Z. Davidson, F. Murindagomo, H. Fritz, and D.W. Macdonald. 2009. Changes in home range size of African lions in relation to pride size and prey biomass in a semi-arid savanna. *Ecography* 32:953–962.
- Maron, J.L. and E. Crone. 2006. *Herbivory: Effects on plant abundance, distribution and population growth*. Proc. R. Soc. B: Biol. Sci. 273:2.575–2.584.
- McDonald, P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh., and C.A. Morgan. 2002. *Animal Nutrition*. 6th Ed. Longman Singapore Publisher Ltd., Singapore.
- Meijaard, E., H.D. Rijksen, dan S.N. Kartikasari. 2001. *Diambang kepunahan!: Kondisi orangutan liar di awal abad ke-21*. Publikasi The Gibbon Foundation Indonesia, Jakarta.
- Miranda, L.C.M. and C.A.S. Lima. 2010. On the logistic modeling and forecasting of evolutionary processes: Application to human population dynamics. *Technol. Forecast. Soc.* 77:699–711.
- Mitchell, M.S. and R.A. Powell. 2007. Optimal use of resources structures home ranges and spatial distribution of Black bears. *Animal Behaviour* 74:219–230.
- Morrison, M.L. 2012. The habitat sampling and analysis paradigm has limited value in animal conservation: A prequel. *J. Wildl. Manag.* 76(3):438–450.
- Nijman, V. and T. Geissman. 2008. *Symphalangus syndactylus*. In: IUCN 2009. IUCN red list of threatened species. Version 2009.2. <www.iucnredlist.org>. (Diakses 26 Januari 2010)
- Nopiansyah, P. 2007. Penggunaan parameter morfometrik untuk pendugaan umur siamang sumatera (*Hydroblates syndactylus* Raffles). Tesis S2, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Olsson, F. and O. Hössjer. 2015. Estimation of the variance effective population size in age structured populations. *Theor. Popul. Biol.* 101:9–23.
- Purnomo, D.W. 2009. Seleksi habitat oleh rusa timur (*Rusa timorensis*) di Hutan Wanagama I. Thesis Program Pascasarjana. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ranta, E., Lundberg, and P. Kaitala, V. 2006. *Ecology of populations: ecology, biodiversity and conservation*. Cambridge University Press, New York.
- Reddy C.S., S. Babar, G. Amarnath, and C. Pattanaik. 2011. Structure and floristic composition of tree stand in tropical forest in the Eastern Ghats of Andhra Pradesh, India. *J. Forestry Research* 22:491–500.
- Rockwood, L.L. 2006. *Introduction to population ecology*. Blackwell Publishing, Australia.
- Rosyid, A. 2007. Perilaku makan Siamang dewasa (*Hydroblates syndactylus* Raffles 1821) yang hidup di hutan terganggu dan tidak terganggu. *J. Agroland* 14(3):237–241.
- Sari, E.M. and S.P. Harianto. 2015. Studi kelompok Siamang (*Hydroblates syndactylus*) di Repong Damar Pahmungan Pesisir Barat. *J. Sylva Lestari* 3(3):85–94.
- Sathish B.N., S. Viswanath, C.G. Kushalappa, M.R. Jagadish, and K.N. Ganeshiah. 2013. Comparative assessment of floristic structure, diversity and regeneration status of tropical rain forests of Western Ghats of Karnataka, India. *JANS* 5:157–164.
- Sinaga, T. 1992. Studi habitat dan perilaku orangutan (*Pongo abelii*) di Bohorok Taman Nasional Gunung Leuser. Tesis S2, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sugardjito, J. 1986. Ecological constrains on the behaviour of sumatran orangutan in the Gunung Leuser National Park, Indonesia. Tesis Utrecht.
- Sultan, K.S.S. Mansjoer, dan M. Bismark. 2009. Populasi dan distribusi ungko (*Hylobates agilis*) di Taman Nasional Batang Gadis, Sumatera Utara. *J. Primatologi Indonesia* 6(1):25–31.
- Supangat, A. 2008. *Statistik dalam kajian deskriptif, inferensi dan nonparametrik*. Penerbit Kencana Prenada Media Group, Jakarta.
- Tuqa, J.H., P. Funston, C. Musyoki, G.O. Ojwang, N.N. Gichuki, H. Bauer, W. Tamis, S. Dolrenry, M. Van't Zelfde, G.R. de Snoo, and H.H. de Iongh. 2014. Impact of severe climate variability on lion home range and movement patterns in the Amboseli ecosystem, Kenya. *Global Ecology and Conservation* 2:1–10.
- Wang, L., X. Zhou, X. Zhu, Z. Dong, and W. Guo. 2016. Estimation of biomass in wheat using random forest regression algorithm and remote sensing data. *Crop J.* 4:212–219.
- William R.W., C.C. Cleveland, and A.R. Townsend. 2009. Controls over leaf litter decomposition in wet tropical forests. *Ecology* 90:3.333–3.341.
- Young, H.S., D.J. McCauley, R.B. Dunbar, M.S. Hutson, Ana Miller Ter-Kuile, and R. Dirzo. 2013. The roles of productivity and ecosystem size in determining food chain length in tropical terrestrial ecosystems. *Ecology* 94:692–701.
- Zhao, M. and G.S. Zhou. 2005. Estimation of biomass and net primary productivity of mayor planted forest in China based on forest inventory data. *For. Ecol. Manage.* 207:295–313.