

Penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam Mengestimasi Daya Dukung Habitat Gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus* Temminck) Sebagai Salah Satu Alternatif Solusi Konflik dengan Lahan Pertanian

(Using Geographic Information System for estimating habitat carrying capacity of Sumatran elephant habitat (*Elephas maximus sumatranus* Temminck) alternative solution in elephant-agriculture land conflict)

Abdullah¹, Joko T. Iskandar, Devi N. Choesin², A. Sjarmidi³
¹Departemen Biologi, FKIP, Universitas Syiah Kuala Banda Aceh
^{2,3}Departemen Biologi, FMIPA, Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganessa 10 Bandung, Indonesia 40132
e-mail: doel_biologi@yahoo.com

Abstract

Human elephant conflict surrounding agriculture and forest became higher a long year. The phenomena cannot be solved until now. We proposed new technigue, Geographic Information System (GIS) for solving the problem mainly in agriculture area. The aim of this research for estimating habitat carrying capacity of Sumatran elephant habitat (*Elephas maximus sumatranus* Temminck) using Geographic Information System. Habitat and animal parameter estimated consist of biotic and abiotic factors. The factors analized suitability analysis using *software Autocad Map 2000* and *Arcview 3.1*. this research result showed habitat carrying capacity in secondary forest (wet season :0,89±0,11 s.d 0,96±0,12 elephant/km²; dry:0,55±0,07 s.d 0,59 ± 0,08 elephant/km²) higher than primary forest (wet season: 0,20±0,02 to 0,26±0,05 elephant/km² dry: 0,09±0,01 s.d 0,11±0,02 ind/km²). Based on suitability analysis estimated elephant carrying capacity in Tessonilo Forest in wet season (689,45±51,67 to 750,05± 109,14 elephants) higher than dry season (397,85 ±48,45 to 434,88±61,51 elephants). Elephant numbers fluctuated seasonally can be used for planting time strategy in agrculture system. The estimation of habitat carrying capacity did not consider habitat use seasonally.

Key words : Sumatran elephant habitat, habitat carrying capacity and strategy in agrculture system.

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara agraris, hingga saat ini masih banyak memiliki permasalahan dengan lahan pertanian. Salah satunya adalah konflik antara gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus* Temminck) dengan lahan pertanian, perkebunan dan pemukiman. Di sisi lain, gajah sebagai hewan langka yang harus dilindungi Informasi Departemen Kehutanan Republik Indonesia pada tahun 1993 menyebutkan bahwa populasi gajah sumatera diperkirakan antara 2.800 sampai 4.800 ekor (44 kelompok) dengan penyebaran di Lampung 13 kelompok, Sumatera Selatan delapan kelompok, Jambi lima kelompok, Bengkulu dua kelompok, Riau 11 kelompok, Sumatera Barat satu kelompok dan Sumatera Utara bagian barat dan Aceh empat kelompok (Sinaga, 2001). Gajah sumatera telah dilindungi berdasarkan ordonansi Perlindungan Binatang Liar No. 134 dan 226 tahun 1931 dan Surat Keputusan Mentan RI No. 327/1972 (Noerdjito dan Maryanto, 2001). Namun hingga saat ini keberadaan jumlah populasi gajah sumatera makin menurun akibat berbagai ancaman

terhadap habitatnya dan perburuan (Widjaja *et al.*, 1987; Mukhtar, 1994). Sebagai konsekuensi dari penyempitan dan perusakan habitat alamnya, satwa ini sering keluar dari habitatnya untuk mencari makanan di daerah pemukiman dan dan merusak perkebunan yang berada di sekitar kawasan tersebut (Rapsodi, 1987).

Secara geografis Hutan Tessonilo yang memiliki luas 154.360,07 ha terletak pada 101°20'–102°10'BT dan 0°05'LU–0°24'LS dan secara administratif terletak dalam tiga kabupaten yaitu Kabupaten Kampar di Kecamatan Kampar Kiri seluas 29.745,18 ha (19,27 %), Kabupaten Kuantan Singingi di Kuantan Hilir seluas 11.746,80 ha (7,61%) dan Kabupaten Pelelawan di Kecamatan Langgam seluas 77.720,29 Ha (50,35%) dan Kecamatan Pangkalan Kuras seluas 35.147,79 ha (22,77%). Kawasan hutan ini terdiri dari hutan primer (62.929,32 ha) dan hutan sekunder (91.430,75 ha) yang diklasifikasikan sebagai habitat gajah sumatera hutan dataran rendah (diturunkan dari citra satelit Maret 2001 jenis *Landsat TM*).

Penyempitan habitat alami gajah akibat konversi hutan untuk berbagai kepentingan dan tingginya gangguan habitat akibat aktivitas

manusia seperti penebangan kayu dan pembakaran lahan akan berakibat pada perubahan kemampuan lahan dalam menampung jumlah gajah sumatera dalam habitat yang terdiri dari faktor biologis dan faktor fisik. Keterbatasan informasi tentang daya dukung habitat gajah sumatera yang mempertimbangkan faktor fisik dan biologis habitat di Hutan Tessonilo masih menjadi kendala dalam pengelolaan gajah sumatera di kawasan tersebut. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang daya dukung habitat gajah sumatera di hutan primer dan hutan sekunder di Hutan Tessonilo Provinsi Riau sebagai salah satu kawasan yang direncanakan sebagai kawasan suaka margasatwa gajah sumatera di Indonesia. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengestimasi daya dukung habitat gajah sumatera di Hutan Tessonilo yang terdiri dari hutan primer dan hutan sekunder berdasarkan faktor biologis habitat yang meliputi *intake* (jumlah kebutuhan makanan) dan gerakan harian, dan produktivitas pakan serta faktor fisik habitat yang meliputi ketersediaan air, kemiringan lahan dan penutupan tajuk pohon.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Sampling

Lokasi sampling ditentukan pada dua stasiun yaitu stasiun Situgal yang terdiri dari hutan primer (0°12'24,73 LS dan 101°46'45,8 BT) dan hutan sekunder (0°15'14,34 LS dan 101°45'0,99 BT) dan stasiun Seimedang yang terdiri dari hutan primer (0°3'28,72 LS dan 101°43'22,4 BT) hutan sekunder (0°0'11,95 LU dan 101°45'0,99 BT).

Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian ini meliputi: (1) Pengumpulan data lapangan (1) bulan basah: Agustus dan September 2001 (curah hujan rata-rata: 163,1 mm); (2) bulan kering: Juni dan Juli 2002 (curah hujan rata-rata: 96,4 mm) (Stasiun Meteorologi Japura, Riau, 2002). (2) Identifikasi vegetasi habitat pada bulan Oktober dan Nopember 2001 (3) Analisis kesesuaian lahan pada bulan Agustus dan September 2002.

Alat dan Bahan

Alat penelitian adalah teropong, klinometer, meteran, tali rafia, kawat kasa, buku panduan identifikasi tumbuhan, peta lokasi, GPS, kompas, timbangan, dan kamera. Bahan yang digunakan adalah alkohol 70%, koran, cat penanda lokasi. Objek penelitian ditentukan empat sampai dengan lima ekor gajah di hutan untuk mengamati aktivitas, gerakan dan *intake* hariannya.

Tata Kerja

A. Faktor Biologis Habitat

1. Penentuan Jumlah Intake Harian

Jumlah *intake* harian (makanan yang dikonsumsi) diperoleh dengan mengkalikan jumlah renggutan tiap 15', berat rata-rata tiap renggutan dari setiap tingkatan tumbuhan pakan dan jumlah waktu aktif makan harian individual gajah Sumatera. Dalam menentukan *intake* harian ini diasumsikan bahwa jumlah renggutan tiap 15' sama sepanjang waktu aktif makan.

2. Gerakan Harian Gajah Sumatera

Pengukuran gerakan harian gajah sumatera meliputi panjang lintasan harian, jarak jangkauan ke sumber air dan lokasi hutan dengan penutupan tajuk (kanopi) rapat yang diperkirakan sebagai tempat bermalam berdasarkan jejak yang ditemukan (Mukhtar, 1994). Pengukuran dilakukan dengan cara mengikuti kawanan gajah sumatera (yang terdiri dari 5-6 ekor) pada jarak aman dan merekam posisi dengan alat GPS (*Global Positioning System*) setiap 1 jam sejak pukul 6.00-18.00 sepanjang lintasan gajah, sumber air, dan hutan primer (tempat gajah bermalam) selama 10 hari (ulangan) di Hutan Kabupaten Pelelawan.

3. Produktivitas Tumbuhan Pakan

Produktivitas Herba/Semai

Produktivitas herba dilakukan dengan metode *destructive measurement* dengan teknik *hand clipping* (Hall *et al.*, 1993)

Produktivitas tumbuhan pakan yang dapat digunakan gajah (A) per satuan luas ditentukan dengan rumus modifikasi dari Hall *et al.* (1993) yaitu :

$$A = \frac{B - D}{LS}$$

Dimana :

- A = Prod.tumb pakan (kg/m²/bulan)
- B = Penambahan biomasa (kg/bl)
- D = Kehilangan biomasa (kg/bl)
- LS = Luas petak sampel (m²)

Produktivitas Perdu dan Pohon

Produktivitas perdu dan pohon dilakukan dengan metode *non-destructive measurement* menggunakan rumus dari Hall *et al.* (1993) yaitu:

$$W_{s,i} = a + b(l_{s,i})^{3/2} \dots \dots \dots (1)$$

$$W_{l,j} = c + d (l_{l,j}) \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

- W_s = Biomassa ranting
- W_l = Biomassa daun
- $l_{i,i}$ dan $l_{s,l}$ = panjang daun dan ranting
- a, b, c dan d = koefisien regresi

Produktivitas pohon hanya dilakukan pada bagian tumbuhan dengan ketinggian di bawah 5 m (ketinggian yang terjangkau oleh gajah). Penentuan penambahan dan kehilangan biomasa tiap spesies pakan ditentukan dengan menghitung jumlah ranting dan daun pada awal setiap bulan untuk tiap musim dan selanjutnya mensubstitusikannya pada persamaan 3. Kehilangan biomasa ditentukan dengan menghitung jumlah ranting dan daun yang kering atau gugur. Hubungan regresi berat ranting dan daun dengan panjangnya untuk masing-masing spesies disubstitusikan pada persamaan 3 dari Hall *et al.* (1993) di bawah ini :

$$B_{i,j} = \begin{matrix} i=n & j=m \\ f_s l_{s,i} + & f_l l_{l,j} \dots\dots\dots (3) \\ i=0 & j=0 \end{matrix}$$

Dimana :

- $B_{i,j}$ = biomasa spesies tumbakan dari ranting i dan daun j
- n dan m = jumlah ranting dan daun
- f_s dan f_l = fungsi linier berat terhadap panjang ranting dan daun
- $l_{i,i}$ dan $l_{s,i}$ = panjang daun dan ranting

Biomasa total yang dapat digunakan gajah adalah jumlah pertambahan biomasa semai/herba, semak/perdu dan pohon yang terdapat dalam habitat. Peta tematik produktivitas pakan diklasifikasikan menjadi tiga kelas yaitu (1) >3000 kg/ha/bl, (2) 1000-3000 kg/ha/bl, dan (3) <1000 kg/ha/bl (Berdasarkan data lapangan).

B. Faktor Fisik Habitat

1. Ketersediaan Air

Peta tematik pengukuran ketersediaan air diklasifikasikan menjadi tiga kelas yaitu (1) ketersediaan air sepanjang tahun, (2) 6 s.d <12 bulan, dan (3) ketersediaan air selama <6 bulan (USDA, 2000 dalam FAWR, 2001).

2. Kemiringan Lahan

Peta tematik kemiringan lahan dikelompokkan menjadi 3 kelas yaitu (1) kemiringan 0°-30°, (2) kemiringan 30°-45°, dan (3) kemiringan >45° (modifikasi USDA, 2000 dalam FAWR, 2001).

3. Penutupan Tajuk Pohon

Penutupan penutupan tajuk pohon dikelompokkan menjadi tiga kelas, yaitu (1)

penutupan tajuk pohon >75%, (2) 50%-75% dan (3) <50% (Mueller Dombois dan Ellenberg, 1974).

C. Daya Dukung Pakan

Daya dukung pakan ditentukan dengan membandingkan produktivitas pakan yang dapat digunakan dengan berat basah *intake* harian dalam satuan waktu tertentu atau disebut model biomasa (Modifikasi dari USDA, 2000 dalam FAWR, 2001) yaitu :

$$C_c = \frac{A}{B \times t^2}$$

Dimana :

- C_c = Daya dukung pakan (ind/km²)
- A = Produktivitas pakan yang dapat digunakan hewan (kg/ km²/bl)
- B = Rata-rata berat basah *intake* harian (kg/hari)
- t = Panjang musim (hari).

Rumus daya dukung pakan ini hanya memperhitungkan produktivitas tumbuhan pakan. Untuk mendapatkan daya dukung habitat gajah yang sesuai yaitu dengan mempertimbangkan faktor biologis dan fisik perlu dilakukan analisis kesesuaian lahan.

D. Analisis Kesesuaian Lahan (Suitability Analysis) dengan Sistem Informasi Geografis (SIG)

Penentuan daya dukung habitat Hutan Tessonilo, Riau ditentukan dengan mengalikan daya dukung pakan dengan luas unit lahan yang sesuai menggunakan teknik GIS (*Geographic Information System*) dengan *software AutoCad Map 2000* dan *Arcview 3.1.* di Laboratorium Sistem Informasi Geografis Departemen Geodesi Institut Teknologi Bandung Data analisis spasial yang digunakan adalah peta topografi (Dephutbun, 2000), Kemiringan lahan (Peta Geologi Dir. Geologi Tata Lingkungan, 1977) dan Tipe hutan (Citra Satelit Jenis *Landsat TM*, 2001)

Parameter habitat dan pembobotannya ditentukan berdasarkan kebutuhan dasar dan kesejahteraan satwaliar gajah sumatera yang diperoleh dari data lapangan (Sukumar, 1989; Alikodra, 1990). Penentuan kelas batas kelayakan tiap satuan luas lahan (Tabel 1) ini merupakan modifikasi dari batas kesesuaian untuk konservasi satwaliar dari Sitorus (1998); FAWR (2001) dan Alikodra (1990).

Kelas kesesuaian lahan ditentukan dengan metode *Weight Linear Combination* dengan mengambil beberapa parameter dan memberi bobot masing-masing (Malczewski, 1999).

Skor total yang diperoleh dikelaskan menjadi tiga kelas yaitu : sesuai, marginal, dan tidak sesuai (Tabel 2). Sesuai (S) (46-54) menunjukkan unit

lahan tersebut cocok untuk dijadikan sebagai habitat gajah sumatera tanpa membutuhkan suplai energi dari luar, marginal (M) (33-45) menunjukkan bahwa unit lahan tersebut dapat dijadikan sebagai habitat gajah, namun membutuhkan suplai energi dari luar, misalnya

penyediaan tambahan makanan, sumber air dan tempat berlindung, dan Tidak Sesuai (TS) (18-32) menunjukkan bahwa unit lahan tersebut tidak dapat dijadikan sebagai habitat gajah sumatera akibar ketidak tersediaan sumberdaya yang dibutuhkan gajah sumatera.

Tabel 1. Parameter dan Batas Kelayakan Habitat Gajah Sumatera

Parameter	Bobot	Batas kelayakan		
		Sesuai Skor = 3	Marginal Skor = 2	T.Sesuai Skor = 1
Produkt pakan(kg/ha/bl)	5	> 3000	1000-3000	<1000
Ketersediaan air (bl)	5	Sepanjang tahun	6-<12	<6
Penutupan tajuk (%)	5	>80	50-80	<50
Kemiringan lahan (°)	3	0°-30°	>3°-45°	>45°

E. Estimasi Dukung Habitat

Estimasi daya dukung habitat di Hutan Tessonilo, Riau ditentukan dengan mengalikan luas hutan primer dan hutan sekunder Tessonilo yang sesuai sebagai habitat gajah sumatera dengan daya dukung pakannya.



Gambar 1. Lama waktu aktif makan individual gajah sumatera di Hutan Tessonilo, Riau

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Faktor Biologis Habitat

Intake Harian Gajah Sumatera

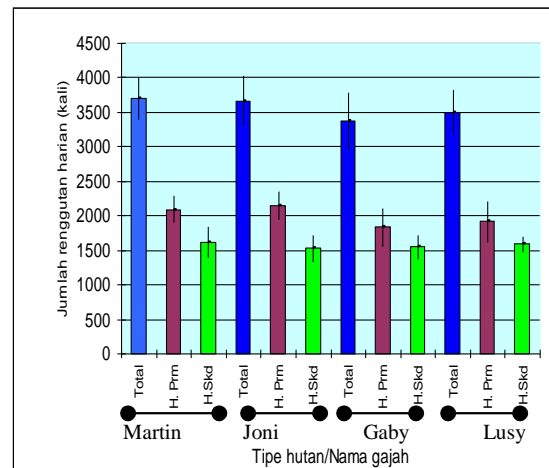
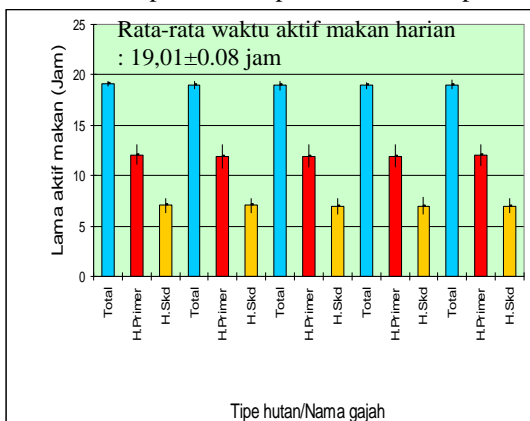
Lama Waktu Aktif Makan Harian

Lama waktu aktif makan harian gajah sumatera di Hutan Tessonilo adalah 19,01±0,08 jam (Gambar 1) dengan waktu aktif makan di hutan primer (12,03±0,05 jam) lebih tinggi dari waktu aktif makan di hutan sekunder (7,01±0,03 jam). Hal ini menunjukkan bahwa gajah sumatera lebih menyenangi berada di hutan primer, kemudian keluar ke hutan sekunder untuk mencukupi kebutuhan makan hariannya.

Jumlah Renggutan Harian

Jumlah renggutan harian dilakukan terhadap empat hewan fokus Gajah sumatera yaitu Martin, Joni, Gaby dan Lusy. Pengamatan dilakukan selama 15 menit tiap jam mulai pukul 6.15 sampai 18.00 Wib selama 10 hari di hutan primer dan hutan sekunder. Dari pengamatan didapatkan jumlah renggutan harian rata-rata adalah 3564,38±150,53 kali/hari (Gambar 2). Variasi jumlah renggutan harian dari tingkat herba/semay, perdu dan pohon di hutan primer

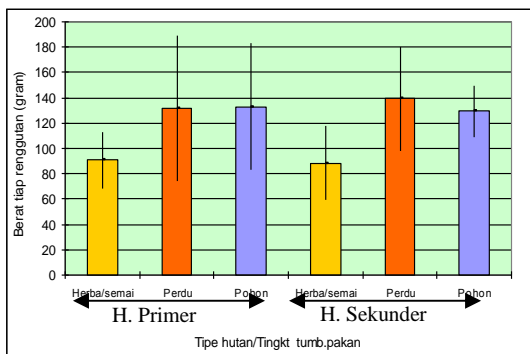
berkisar antara 1832,27±282,26 sampai dengan 2089,03±194,71 kali dan variasi jumlah renggutan di hutan sekunder berkisar antara 1527,68±188,00 sampai dengan 1614,27±219,19 kali. Diantara keempat hewan fokus, Martin memiliki jumlah renggutan harian tertinggi yaitu 3703,31±307,41 kali sedangkan jumlah renggutan terendah adalah Gaby (3380,18±407,13 kali). Hal ini disebabkan oleh perbedaan ukuran dan kebiasaan individual. Jumlah renggutan di hutan primer lebih banyak daripada hutan sekunder untuk setiap hewan fokus, gajah sumatera lebih banyak menghabiskan waktunya di hutan primer (daerah terlindung) untuk istirahat dan mencari makan.



Gambar 2. Jumlah renggutan harian individual gajah sumatera di Hutan Tessonilo.

Estimasi Berat Tiap Renggutan Pakan

Berat tiap renggutan tumbuhan pakan di hutan primer untuk herba/semay, perdu dan pohon adalah $90,65 \pm 22,61$ gram, $131,78 \pm 57,16$ gram dan $133,01 \pm 49,85$ gram sedangkan berat renggutan di hutan sekunder untuk tiap tingkatan tumbuhan pakan adalah $88,6 \pm 28,98$, $139,44 \pm 41,17$ dan $129,6 \pm 20,39$ gram (Gambar 3). Kelompok perdu dan pohon yang terdiri dari ranting atau cabang memiliki berat yang lebih besar daripada herba dan semai. Hal ini disebabkan kandungan material dari ranting atau cabang lebih berat dibandingkan kandungan material herba (Eisenberg *et al.*, 1990). Penelitian tentang jumlah renggutan juga telah dilakukan De Jonge (1984) di Hutan Lindung Mudumalai India Selatan yang menghasilkan berat renggutan herba, perdu dan pohon masing-masing 50 gram, 75 gram dan 100 gram; Eisenberg *et al.* (1990) yang melakukan penelitian di Taman Nasional Gal Oya Sri Lanka mendapatkan berat renggutan untuk herba dan pohon adalah 50 dan 100 gram. Hal ini menunjukkan bahwa berat renggutan bervariasi antara tiap tingkatan tumbuhan. Berat renggutan yang diperoleh di Hutan Tessonilo, Riau lebih tinggi dibandingkan dengan daerah lain karena Hutan Tessonilo merupakan hutan hujan tropis dataran rendah dan pengambilan sampel dilakukan pada bulan basah.

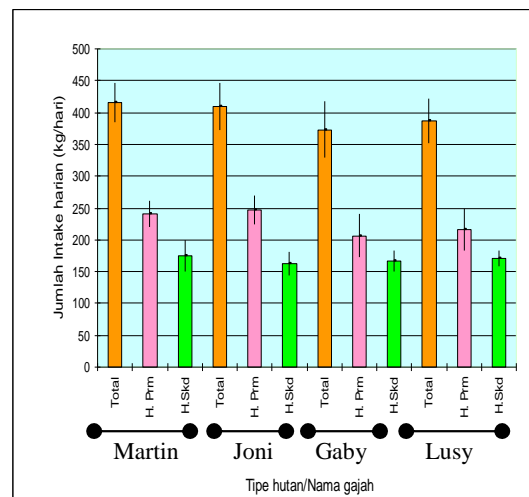


Gambar 3. Estimasi berat tiap renggutan pakan gajah sumatera di Hutan Tessonilo, Riau

Uji normalitas dilakukan terhadap data jumlah renggutan harian, berat tiap renggutan dan lama waktu aktif makan menunjukkan bahwa data jumlah renggutan harian terdistribusi normal, kecuali jumlah renggutan untuk Martin (perdu di hutan primer; herba, perdu dan pohon di hutan sekunder), Joni (pohon di hutan primer) dan Gaby (perdu di hutan primer). Data berat tiap renggutan juga terdistribusi normal, kecuali berat renggutan

perdu di hutan primer serta perdu dan pohon di hutan sekunder

Penentuan *intake* harian diperoleh dengan mengalikan jumlah renggutan, berat tiap renggutan dari berbagai tingkatan tumbuhan pakan dan lama waktu aktif makan untuk masing-masing individu dari empat gajah sumatera yaitu $396,20 \pm 19,88$ kg. Variasi total *intake* harian berkisar antara $372,87 \pm$ kg sampai dengan $415,79 \pm 17,88$ kg. Variasi individual di hutan primer berkisar antara $206,5 \pm 33,22$ kg (Gaby) sampai dengan $246,59 \pm 23,07$ kg (Joni) dan variasi *intake* harian di hutan sekunder berkisar antara $162,69 \pm 17,88$ kg (Joni) sampai dengan $175,42 \pm 24,51$ kg (Martin) (Gambar 4). Setiap hewan pengamatan memiliki jumlah *intake* harian yang berbeda sesuai dengan ukuran tubuhnya. Hewan yang berukuran besar membutuhkan jumlah makanan yang lebih banyak dibandingkan dengan hewan dengan ukuran tubuh yang lebih kecil (Alikodra, 1990). Gajah membutuhkan makanan dalam jumlah besar sehingga untuk memenuhi kebutuhannya, gajah keluar ke hutan terbuka untuk mendapatkan jumlah kebutuhan hariannya. McKay (1973, dalam Santiapillai, 1984) menyebutkan bahwa *intake* harian gajah asia adalah sebesar 150 kg berat basah. Menurut Lekagul dan Mc.Neely (1975) *intake* harian gajah di alam adalah 250 kg. Penelitian yang dilakukan Poniran pada tahun 1974 di Aceh menyebutkan *intake* harian sebesar 300 kg. *Intake* harian gajah memang berbeda untuk daerah yang berbeda (Eisenberg *et al.*, 1990).



Gambar 4. Variasi individual *intake* harian gajah sumatera di Hutan Tessonilo, Riau.

2. Gerakan Harian Gajah Sumatera

Hasil pengukuran terhadap jarak edar harian, jarak jangkauan dari sumber air dan hutan primer yang memiliki kerimbunan rapat sebagai tempat berlindung/dan bermalam menunjukkan bahwa panjang lintasan harian rata-rata, jarak jangkauan dari sumber air, jarak dari tempat berlindung atau

tidur, luas daerah edar harian dan luas daerah edar total yang dibutuhkan gajah sumatera adalah sebagaimana tertera pada tabel 1.

Lintasan yang dilalui gajah sumatera selama 10 hari pengamatan memperlihatkan bahwa dalam gerakan hariannya gajah sumatera melintasi hutan primer dan hutan sekunder yang digunakan sebagai habitatnya. Dalam penelitian ini, jarak terjauh dari hutan primer dan sumber air adalah $6,78 \pm 0,91$ km dan $5,56 \pm 1,15$ km. Jarak ini menunjukkan bahwa gajah sumatera tidak mengembara terlalu jauh dari lokasi yang menyediakan kebutuhannya. Panjang lintasan harian gajah sumatera di Hutan Tessonilo, Riau ($18,52 \pm 4,64$ km).

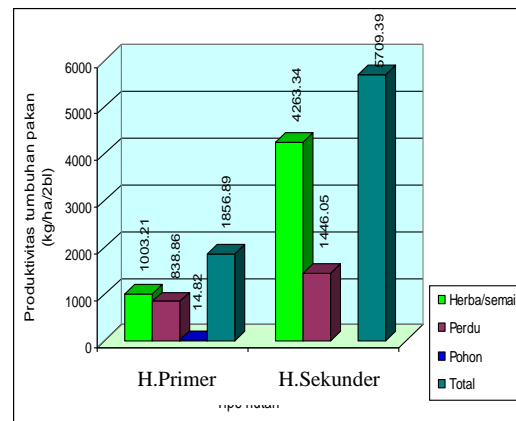
3. Produktivitas Tumbuhan Pakan

Pengukuran produktivitas tumbuhan pakan di habitat gajah sumatera dari tingkatan herba/semay, perdu dan pohon di hutan primer dan hutan sekunder yang dilakukan pada bulan basah dan bulan kering menunjukkan bahwa produktivitas hutan sekunder pada bulan basah (Gambar 5) dan bulan kering (Gambar 6) adalah 5.709,39 dan 3.530,8 kg/ha/2bln. Produktivitas hutan primer pada bulan basah dan bulan kering adalah 1856,89 dan 784,85 kg/ha/2bln. Produktivitas tumbuhan pakan pada bulan basah lebih tinggi dibandingkan dengan bulan kering disebabkan tingginya pertumbuhan tumbuhan pakan, baik

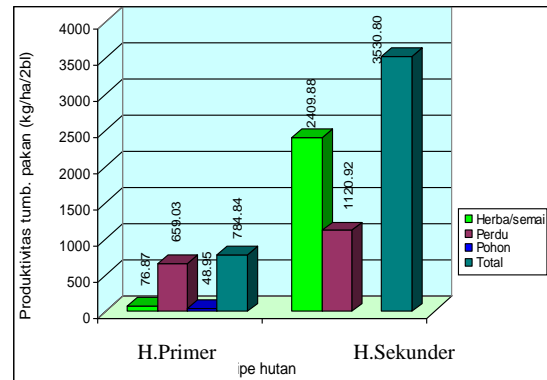
No	Pengukuran	Rata-rata
1	Panjang lintasan	$18,52 \pm 4,64$ km
2	Jarak dari sumber air	$5,56 \pm 1,15$ km
3	Jarak dari hutan primer	$6,78 \pm 0,91$ km
4	Luas daerah edar kelompok	$5205,1 \pm 1493,3$ ha
5	Luas daerah edar total (ha) (10 hari)	$30375,9 \pm 8448,25$ ha

herba/semay, perdu dan pohon dengan terpenuhinya kebutuhan air dari curah hujan. Produktivitas tumbuhan pakan di hutan sekunder lebih tinggi dibandingkan dengan hutan primer. Hal ini dipengaruhi oleh faktor fisik seperti penyinaran cahaya matahari yang menembus ke dasar hutan, sehingga memungkinkan pertumbuhan vegetasi pada lapisan bawah hutan (Richards,1998)

Tabel pengukuran panjang lintasan harian gajah



Gambar 5. Produktivitas tumbuhan pakan pada bulan basah di Hutan Tessonilo, Riau



Gambar 6. Produktivitas tumbuhan pakan pada bulan kering di Hutan Tessonilo, Riau

B. Faktor Fisik Habitat

1. Ketersediaan Air

Perkiraan ketersediaan air dalam habitat dilakukan melalui survei terhadap 10 sungai dengan panjang yang bervariasi menunjukkan bahwa terjadi pengurangan air sungai pada musim kemarau sebanyak $7884,96 \text{ m}^3$ dan penyusutan panjang sungai 2,24 km. Pengurangan air dalam habitat pada musim kemarau menyebabkan gajah berpindah ke daerah lain yang terdapat air untuk kebutuhan minum dan berkubang.

2. Kemiringan Lahan

Peta tematik kemiringan lahan diperoleh berdasarkan peta topografi yang didapatkan dari Direktorat Geologi Tata Lingkungan Bandung dan dilakukan survey pada titik-titik pengamatan yang ditentukan secara acak dengan menggunakan klinometer. Kemiringan lahan disusun menjadi salah satu peta tematik untuk selanjutnya dilakukan analisis kesesuaian lahan.

3. Penutupan Tajuk Pohon

Gambaran tentang penutupan tajuk pohon sebagai tempat berlindung dan reproduksi gajah sumatera diperoleh dari analisis vegetasi yang menunjukkan bahwa penutupan tajuk pohon hutan primer (91,83%) lebih tinggi dibandingkan dengan penutupan tajuk di hutan sekunder (58,67%). Kondisi ini mendukung bagi gajah untuk menggunakan hutan bukaan (hutan sekunder) sebagai daerah mencari makan dan menggunakan hutan primer sebagai tempat berlindung, beristirahat dan melakukan perkawinan. Hal ini disebabkan gajah sumatera membutuhkan penutupan tajuk pohon untuk berlindung dari panas matahari (Mukhtar, 1986; McKay, 1973 dalam Sukumar, 1989; Zulkarnain, 1993).

C. Daya Dukung Pakan

Daya dukung habitat satwaliar secara umum ditentukan berdasarkan daya dukung pakan (biomasa) dengan rumus modifikasi dari USDA (2000, dalam FAWR, 2001) karena faktor yang paling menentukan keberadaan satwaliar dalam habitatnya adalah ketersediaan makanan (Alikodra, 1990). Estimasi daya dukung pakan ditentukan pada bulan basah dan bulan kering, baik di hutan primer maupun di hutan sekunder. Estimasi daya dukung habitat berdasarkan estimasi makanan pada bulan basah di Hutan Tessonilo menghasilkan kisaran daya dukung habitat di hutan sekunder (berkisar antara $0,90 \pm 0,06$ dan $0,96 \pm 0,12$ ind/km²) lebih tinggi dari hutan primer (berkisar antara $0,20 \pm 0,02$ dan $0,20 \pm 0,02$ ind/km²). Estimasi daya dukung pakan pada bulan kering juga menunjukkan kisaran daya dukung pakan di hutan sekunder (berkisar antara $0,55 \pm 0,07$ dan $0,59 \pm 0,08$ ind/km²) yang lebih tinggi dari hutan primer (berkisar antara $0,09 \pm 0,01$ dan $0,11 \pm 0,02$ ind/km²) (Tabel 5). Hal ini terutama karena ketersediaan pakan berupa herba dan perdu yang lebih disukai gajah tersedia di hutan sekunder, sehingga pada daerah ini tersedia kuantitas dan kualitas makanan yang lebih baik

(Alikodra, 1990; Ishwaran, 1996). Kajian daya dukung habitat yang dilakukan oleh Olivier pada tahun 1981 di Malaysia juga menghasilkan daya dukung habitat di hutan sekunder ($0,27$ ind/km²) yang lebih tinggi dari hutan primer ($0,12$ ind/km²) (Santiapillai dan Suprahman, 1984).

D. Analisis Kesesuaian Lahan (*Suitability Analysis*)

Analisis kesesuaian lahan dilakukan dengan men-tumpangsusun-kan tiga peta tematik yaitu (1) peta tematik produktivitas pakan dan penutupan tajuk pohon, (2) ketersediaan air, dan (3) kemiringan lahan .

Dari hasil analisis kesesuaian lahan untuk habitat gajah sumatera di Hutan Tessonilo, Riau dengan luas total 154.360,07 ha, diperoleh habitat yang sesuai seluas 122.478,07 ha (79,35%), terdiri dari hutan primer (59.458,45 ha) (48,55%) dan hutan sekunder (63.019,62 ha) (51,45%). Habitat marginal seluas 31.884,00 ha terdiri dari hutan primer (3.470,87 ha) (10,88%) dan hutan sekunder (28.411,13 ha) (89,12%). Proporsi luas habitat sesuai di hutan primer tidak berbeda jauh dengan proporsi luas habitat di hutan sekunder. Hal ini menunjukkan bahwa gajah sumatera membutuhkan habitat yang terdiri dari hutan primer sebagai tempat berlindung dan hutan sekunder sebagai daerah mencari makan yang digunakan berdasarkan pola penggunaan waktu hariannya. Hampir seluruh kawasan Hutan Tessonilo (79,35%) sesuai sebagai habitat gajah sumatera, keadaan ini didukung oleh ketersediaan pakan dan sumber air dalam kawasan tersebut sebagai hutan hujan tropis, namun terdapat juga bagian hutan yang marginal seluas 31.884 ha (20,65%) di sebelah timur dan barat akibat kurangnya sumber air pada bulan kering.

E. Estimasi Daya Dukung Habitat di Hutan Tessonilo dan Solusi Konflik dengan Lahan Pertanian

Estimasi daya dukung habitat gajah di hutan primer dan hutan sekunder dalam suatu kawasan merupakan perkalian kisaran daya dukung habitat dengan luas habitatnya (Nash & Nash, 1985). Analisis kesesuaian lahan menunjukkan bahwa habitat gajah sumatera di Hutan Tessonilo terdiri dari hutan primer dan hutan sekunder. Daya dukung kawasan Hutan Tessonilo (hutan primer dan hutan sekunder) pada bulan basah (berkisar antara $689,45 \pm 51,67$ dan $750,05 \pm 109,14$ ekor) lebih tinggi dibandingkan pada bulan kering (berkisar antara $397,85 \pm 48,45$ dan $434,88 \pm 61,51$ ekor).

Tabel 5. Estimasi Daya Dukung Pakan Gajah Sumatera di Hutan Tessonilo, Riau

Nama Gajah	Daya Dukung Pakan Hutan Primer		Daya Dukung Pakan Hutan Sekunder	
	Bulan Basah	Bulan Kering	Bulan Basah	Bulan Kering
Martin	0,21 ± 0,02	0,09 ± 0,01	0,89 ± 0,11	0,55 ± 0,07
Joni	0,20 ± 0,02	0,09 ± 0,01	0,96 ± 0,12	0,59 ± 0,08
Gaby	0,26 ± 0,05	0,11 ± 0,02	0,93 ± 0,10	0,58 ± 0,06
Lusy	0,24 ± 0,04	0,10 ± 0,02	0,90 ± 0,06	0,56 ± 0,04

tinggi dibandingkan pada bulan kering (397,85

Tabel 6. Estimasi Daya Dukung Habitat Hutan Tessonilo, Riau

Tipe hutan	Kisaran daya dukung pakan (ind/km ²)		Luas habitat yang sesuai (km ²)	Kisaran daya habitat (ekor)	
	Bulan basah	Bulan kering		Bulan basah	Bulan Kering
Hutan Primer	0,20 ± 0,02 s.d 0,26±0,05	0,09 ± 0,01s.d 0,11 - 0,02	594,58	121,33 ±11,94 s.d 147,99 ±30,55	51,28 ±4,42 s.d 62,55±12,91
Hutan Sekunder	0,89 ± 0,11 s.d 0,96 ± 0,12	0,55 ± 0,07 s.d 0,59 ± 0,08	630,2	568,12 ±39,73 s.d 602,06 ±78,59	346,37 ±44,03 s.d 372,33 ±48,60
Total				689,45± 51,67 s.d 750,05±109,14	397,85 ±48,45 s.d 434,88 ±61,51

Perbedaan jumlah gajah yang tertampung dalam kawasan Hutan Tessonilo pada bulan basah dan bulan kering disebabkan oleh perbedaan ketersediaan makanan dan sumber air dalam habitat pada bulan basah dan bulan kering. Hutan Tessonilo pada bulan kering memiliki daya dukung minimum, namun mampu menampung populasi gajah dengan ukuran tertentu (*minimum viable population size*) (Suprahman dan Sutantohadi, 2000). Dalam pengelolaan gajah sumatera untuk jangka panjang perlu dilakukan pengelolaan habitatnya, sehingga dapat memelihara ketersediaan sumber daya makanan dan ruang yang cukup.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa daya dukung pakan gajah sumatera di hutan sekunder (bulan basah: 0,89 ± 0,11 s.d 0,96 ± 0,12 ind/km²; bulan kering: 0,55 ± 0,07 s.d 0,59 ± 0,08 ind/km²) lebih tinggi dibandingkan dengan hutan primer (bulan basah: 0,20 ± 0,02 s.d 0,26±0,05 ind/km²); bulan kering: 0,09 ± 0,01 s.d 0,11 ± 0,02 ind/km²), selanjutnya berdasarkan hasil analisis kesesuaian lahan habitat gajah sumatera diperoleh daya dukung habitat gajah sumatera di Hutan Tessonilo (hutan primer dan hutan sekunder) pada bulan basah (689,45 ± 51,67 s.d 750,05 ± 109,14 ekor) lebih

±48,45 s.d 434,88 ± 61,51 ekor). Dalam mengestimasi daya dukung habitat gajah sumatera, penelitian ini belum tidak memperhitungkan penggunaan ruang musiman, jumlah populasinya dalam habitat, untuk menentukan kondisi daya dukung habitat gajah sumatera di suatu kawasan memerlukan penelitian lanjutan tentang jumlah dan dinamika populasi gajah sumatera dalam kawasan Hutan Tessonilo, Riau. Keberadaan gajah Sumatera sesuai dengan daya dukung habitat yang optimum dapat menyediakan berbagai kebutuhan hayatinya dalam waktu dan ruang yang sesuai dengan tanpa gangguan dari pihak manapun dapat menghindari satwa tersebut keluar dari habitatnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alikodra, H.S. 1990. *Pengelolaan Satwaliar*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Eisenberg, J.F., McKay, G.M. dan Seidensticker, J. 1990. *Asian Elephants*. National Zoological Park-Smithsonian Institut. Washington. D.C.

- Eisenberg, J.F. 1981. *Techniques for The Study of Primate Population Ecology*. National Academy Press. Washington.
- Hall, D.O., J.M.O. Scurlock, H.R. Bolhar-Nordenkampf, R.C. Leegood dan S.P Long. 1993. *Photosynthesis and Production in A Changing Environment*. Chapman&Hall.
- Ishwaran, N. 2001. Integrating Elephant Conservation with Protected Area Management in Sri Lanka. *Journal of Asian Elephant Specialist Group*. Gland, Switzerland:IUCN. No. 20.
- Malczewski, J. 1999. *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. John Wiley & Sons. New York.
- Mueller-Dombois, D dan Ellenberg. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley & Sons. New York.
- Mukhtar, A.S. dan Sumama, Y. 1994. Pola Makan dan Pergerakan Harian Gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatrensis*) di Kawasan Pelestarian Alam Way Kambas, Propinsi Lampung. *Buletin Penelitian Kehutanan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Bogor.
- Mukhtar, A.S. 1986. Vegetasi Habitat Dan Tumbuhan Pakan Gajah Sumatera (*Elephas maximus Sumaterensis* Temminck) Serta Beberapa Permasalahan Konservasinya Di Suaka Satwaliar Padang Sugihan Sumatera Selatan. *Buletin Penelitian Kehutanan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Bogor.
- Nash, S.V. & Nash, A.D. 1985. The Sumatran Elephant and Other Large Mammal in The Padang Sugihan Wildlife Reserve. *Field Report*. WWF&IUCN.
- Noerdjito, M. dan Maryanto, I. 2001. *Jenis-jenis Hayati yang Dilindungi Perundang-undangan Indonesia*. Balitbang Zoologi (Museum Zoologicum Bogoriense)
- Puslitbang dan The Nature Conservancy. Cibinong.
- Rapsodi, D. 1987. *Vegetasi Habitat dan Karakteristik Habitat Gajah Sumatera (Elephas maximus sumatranus Temminck) di Taman Nasional Way Kambas, Lampung*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Richards, P.W. 1998. *The Tropical Rain Forest an Ecological Study*. Second edition. Cambridge University Press. New York.
- Santiapillai, C. dan Suprahman, H. 1984. *Habitat Management in Way Kambas Game Reserve with Reference to the Elephant Population*. WWF&IUCN Indonesia Programme. Bogor.
- Sinaga, W.H. 2001. Pelestarian Gajah Sumatera, Antara Harapan dengan Kenyataan. http://www.warsi.or.id/asp/edisi10/asp10_16.htm.
- Sitorus, S.R.P. 1998. *Evaluasi Sumber Daya Lahan*. Penerbit Tarsito. Bandung.
- Sukumar, R. 1989. *The Asian Elephant: Ecology and Management*. Cambridge University Press. New York.
- Suprahman, H dan Sutantohadi, D. 2000. Populasi, Penyebaran dan Perlindungan Gajah di Kawasan Taman Nasional Kerinci Seblat. http://www.kerinci.org/populasi_gajah.htm.
- Widjaja, T.M., Iswari, A. dan Syafii, H. 1987. Management Strategy for The Sumatran Elephant (*Elephas maximus sumatranus*) in Way Kambas Game Reserve. *SEAMEO-BIOTROP Special Publication No. 30*. Bogor.
- Zulkarnain, 1993. *Kajian Tentang Aktivitas Gajah Sumatera (Elephas maximus sumatranus Temminck) Dalam Pengembaraannya di Kabupaten Aceh Utara*. Sekolah Tinggi Ilmu Kehutanan Teungku Chik Pante Kulu. Banda Aceh.