

**STUDI POPULASI DAN ANALISIS KELAYAKAN HABITAT BADAK
SUMATERA (*Dicerorhinus sumatrensis*, Fischer 1814)
DI TAMAN NASIONAL BUKIT BARISAN SELATAN**

WULAN PUSPARINI

0301040523



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN BIOLOGI
DEPOK
2006**

**STUDI POPULASI DAN ANALISIS KELAYAKAN HABITAT BADAQ
SUMATERA (*Dicerorhinus sumatrensis*, Fischer 1814)
DI TAMAN NASIONAL BUKIT BARISAN SELATAN**

**Skripsi diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains**

Oleh:

WULAN PUSPARINI

0301040523



DEPOK

2006

SKRIPSI : STUDI POPULASI DAN ANALISIS KELAYAKAN HABITAT BADAQ
SUMATERA (*Dicerorhinus sumatrensis*, Fischer 1814) DI TAMAN
NASIONAL BUKIT BARISAN SELATAN

NAMA : WULAN PUSPARINI

NPM : 0301040523

SKRIPSI INI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI

DEPOK, 14 JULI 2006

Prof. Dr. Hadi S. Alikodra
PEMBIMBING I

Dr. Noviar Andayani
PEMBIMBING II

Tanggal Lulus Sidang Sarjana: 21 Juli 2006

Penguji I : Drs. Suswanto Rasidi (.....)

Penguji II : Drs. Sunarya Wargasasmita (.....)

Penguji III : Drs. Wisnu Wardhana M.Si (.....)

**If we knew what it was we were doing, it would not be called
research, would it?
Albert Einstein**

**Kupersembahkan untuk Papa dan Mama,
keluarga, dan orang-orang tercinta..**

KATA PENGANTAR

Rasa terimakasih tak terhingga terhatur kepada Sang Maha Kuasa. Sungguh besar berkahNya hingga penulis masih dapat menyelesaikan skripsi ini. Semoga segala yang dikerjakan bernilai ibadah dalam peradilanNya kelak.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Prof. Dr. Hadi S. Alikodra dan Dr. Noviar Andayani selaku pembimbing I dan II yang telah banyak memberikan bimbingan dan ilmu selama penyusunan skripsi. Terima kasih penulis ucapkan pula kepada koordinator IRF Asia Tenggara Dr. Nico J. Van Strien yang telah dengan baik hati bersedia untuk dimintai saran dan juga atas diskusi yang berharga mengenai badak sumatera dan konservasi. Terima kasih pula kepada Prof. Dr. Carel Van Schaik atas diskusi mengenai perilaku satwa liar dan *cathemerality*.

Terima kasih penulis ucapkan bagi para penguji, Drs. Suswanto Rasidi, Drs. Sunarya Wargasasmita, dan Drs. Wisnu Wardhana M. Si. atas masukan dalam penulisan skripsi. Terima kasih pula kepada Dra. Noverita D.T M.S sebagai pembimbing akademis yang memberikan dukungan moral selama masa perkuliahan, kepada Dra. Dian Hendrayanti M.Sc. dan Dr. Andi Salamah selaku dosen mata kuliah seminar, dan kepada seluruh dosen dan staf Departemen Biologi FMIPA UI.

Terima kasih penulis ucapkan kepada kepala balai TNBBS Tamen Sitorus M.Sc. atas kesediaan memberikan ijin penelitian, serta seluruh

staffnya di Balai TNBBS Kotaagung terutama kepada Ir. V Diah Qurani K. dan Hagnyo Wandono.

Terima kasih kepada program manajer PKBI, Ir. M. Waladi Isnan dan seluruh stafnya di Bogor. Terima kasih pula kepada Suratman S.Hut. sebagai koordinator lapangan RPU TNBBS, Arif Rubianto DVM, Mas Titus dan seluruh anggota RPU TNBBS (terutama Pak Agus, Pak Bahara, Mas Romy, Mas Zen, Mas Marsum, Mas Agung dan Mas Ujang) atas pertemanan dan obrolan tentang badak sumatera di TNBBS.

Terima kasih penulis ucapkan kepada WCS-IP yang telah mendanai penelitian ini dan seluruh stafnya (Bogor, Tanjung Karang, Way Kambas dan Kotaagung) tempat penulis banyak belajar selama penelitian. Terutama kepada Donny Gunaryadi sebagai pembimbing 'di belakang layar' yang selalu mendampingi sejak awal penelitian hingga akhir, skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuannya (makasih Kak Dogun ☺), kepada manajer tim Tiger Untung Wijanarko dan anggota Tim Tiger (Kak Is, Mas Ipoy, Mas Susilo, Mas Pandu, Mas Chris, Bang Bo, Mas Rusli, Mas Adit, Mas Omeng), staf GIS WCS-IP: Aslan Baco, Mas Bonie, dan Mas Indra, Haryo T. Wibisono M.Sc. atas diskusi 'seru' *detection probability*, Nurul Winarni M.Sc., Mas Budi, Yokyok Hadiprakarsa, Mas Age, Mas Rian, Mas Adit dan semua yang tidak bisa disebut satu persatu.

Terimakasih penulis ucapkan pula bagi Nagao Environment Foundation yang telah memberikan beasiswa pendidikan selama masa kuliah.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kawan-kawan: Rahma, Ika, Arum, Try, Dini, Nunu dan kru Bionic lainnya, serta keluarga besar KOMDIS atas persahabatan yang menjadikan dunia perkuliahan lebih menyenangkan. Terima kasih penulis ucapkan kepada keluarga besar MAPALA UI yang memberikan banyak kenangan dan ilmu. Rasa terima kasih pun penulis ucapkan untuk Johanes atas kesetiaan menemani selama ‘masa-masa sulit’, kesabaran dan hiburan dikala penulis bercerita dan mengeluh.

Terakhir, terima kasih yang dalam penulis haturkan kepada Mama dan Papa orangtua terhebat di dunia 😊, Mbah-Mbahku yang selalu mengiringi langkahku dengan doa, adik-adikku: Ade, Riri dan Aldi. Terima kasih atas doa tulus serta kehangatan yang selalu dicurahkan.

Skripsi ini adalah langkah kecil permulaan, dan karena manusia tidak sempurna, salah dan alfa adalah bagian wajar darinya. Semoga skripsi ini dapat berguna bagi konservasi badak sumatera dan bagi siapapun yang membacanya.

Penulis

2006

ABSTRAK

Telah dilakukan studi populasi dan analisis kelayakan habitat badak sumatera (*Dicerorhinus sumatrensis*, Fischer 1814) di TNBBS. Data yang dianalisis adalah data kamera penjebak Wildlife Conservation Society - Indonesia Program (WCS-IP) 1998--2005 dan data patroli Rhino Protection Unit (RPU) 1999--2005. Kelimpahan relatif per blok sampling dihitung menggunakan indeks jumlah foto per 100 hari tangkap (*capture rate*). Kelimpahan relatif berurut dari tinggi ke rendah adalah pada blok sampling Sukaraja, Way Ngaras, Way Paya, dan Pemerihan. Kecenderungan perubahan ukuran populasi dihitung menggunakan indeks kelimpahan relatif dari jumlah tapak per 10 km jarak patroli (*footprint rate*) Kecenderungan ukuran populasi pada tahun 2002--2005 diperkirakan mengalami penurunan. Berdasarkan uji banding variansi-mean, pola sebaran bersifat mengelompok dengan nilai Indeks Dispersal 5,47. Analisis kelayakan habitat menunjukkan bahwa badak sumatera di TNBBS sebagian besar (47,3%) tersebar di daerah dengan ancaman sedang. Ditunjukkan pula bahwa Sukaraja sebagai daerah pusat sebaran badak sumatera merupakan daerah yang tidak layak karena memiliki tingkat ancaman yang cenderung tinggi dan sangat tinggi. Waktu aktifitas harian badak sumatera di TNBBS berdasarkan kamera penjebak menunjukkan pola *cathemerality* dan terjadi perubahan keterdapatannya badak sumatera berdasarkan ketinggian dari 200--300 m dpl di tahun 1999--2004 ke 300-400 m dpl pada tahun 2005. Kedua hal tersebut mungkin merupakan respon perilaku badak sumatera terhadap tingginya tekanan antropogenis.

Kata kunci: badak sumatera; habitat; indeks kelimpahan relatif; kecenderungan ukuran populasi; ketinggian; sebaran tingkat ancaman; TNBBS.

xi + 109 hlm.; gbr.; lamp.; tab.

Bibliografi: 73 (1985--2006)

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
A. Taman Nasional Bukit Barisan Selatan.....	4
B. <i>Dicerorhinus sumatrensis</i> Fischer, 1814.....	5
1. Sebaran populasi badak sumatera.....	6
2. Morfologi badak sumatera.....	6
3. Habitat badak sumatera.....	7
4. Pakan badak sumatera.....	8
5. Daerah jelajah badak sumatera.....	9
6. Perilaku badak sumatera.....	9
7. Reproduksi badak sumatera.....	10
C. Metode sensus badak sumatera.....	11
1. Kamera penjebak (<i>Camera trapping</i>).....	12
2. Penghitungan tapak.....	16

3. Penghitungan <i>dung</i>	17
D. Populasi.....	18
1. Monitoring spesies.....	18
2. Ukuran populasi.....	21
3. Indeks kelimpahan relatif (IKR).....	22
4. Hubungan antara indeks dengan kelimpahan.....	23
5. Sebaran populasi (distribusi).....	24
E. Habitat.....	26
F. Tekanan antropogenis.....	26
1. Deforestasi.....	27
2. Perburuan badak sumatera.....	29
G. Konservasi badak sumatera.....	32
1. <i>In Situ</i>	32
2. Penangkaran secara <i>Ex Situ</i> dan semi <i>In Situ</i>	34
H. Sistem Informasi Geografi (SIG) dalam konservasi.....	36
BAB III. ALAT, BAHAN DAN CARA KERJA.....	38
A. Lokasi.....	38
B. Bahan.....	38
C. Peralatan.....	38
D. Cara kerja.....	39
1. Sampling dengan kamera penjebak.....	40
2. Patroli Rhino Protection Unit (RPU).....	43

3. Peta ancaman.....	43
E. Analisis Data.....	48
1. Kelimpahan relatif.....	48
2. Pola sebaran.....	51
3. Sebaran badak sumatera seiring waktu.....	51
4. Analisis kelayakan habitat.....	52
5. Persentase keterdapatan badak sumatera pada ketinggian habitat tertentu.....	52
6. Periode aktifitas harian badak sumatera berdasarkan kamera penjebak.....	53
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	54
A. Kelimpahan badak sumatera.....	54
1. Kamera Penjebak.....	54
2. Kecenderungan populasi per tahun berdasarkan IKR patroli RPU.....	56
B. Distribusi badak sumatera.....	59
1. Pola Sebaran badak sumatera.....	59
2. Daerah sebaran seiring waktu.....	62
C. Analisis kelayakan habitat badak sumatera.....	
1. Kecenderungan perubahan keterdapatan badak sumatera pada ketinggian habitat yang berbeda.....	64
2. Pola aktifitas harian badak sumatera dan kecenderungan perubahan perilaku akibat aktifitas manusia.....	66
3. Tingkat ancaman pada habitat badak sumatera.....	69

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
A. Kesimpulan.....	73
B. Saran.....	75
DAFTAR ACUAN.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1.	Peta lokasi penelitian di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan dan blok-blok kamera penjebak.....	88
2.	Peta rute patroli dan temuan hasil patroli RPU 2005.....	89
3.	Peta ancaman habitat badak sumatera (Baco, Tidak diterbitkan - WCS IP) dan sebaran badak sumatera 2005.....	89
4.	Peta sebaran badak sumatera 1999--2005.....	90
5.	Peta lokasi pemasangan kamera penjebak di blok sampling Rata Agung Februari 2006 [Citra Landsat April 2000 - WCS-IP].	91
6.	Deforestasi di Rata Agung dan proses pemasangan kamera penjebak infra merah pasif [CamTrak South Inc., Watkinsville, GA 30677] di blok sampling Rata Agung (Februari 2006).....	91
7.	Foto hasil rekaman kamera penjebak WCS-IP.....	92
8.	Peta lokasi patroli RPU di Sukaraja Januari 2006 [Citra Landsat April 2000 - WCS-IP].....	93
9.	Tekanan antropogenis di Sukaraja (Januari 2006).....	93
10.	Tanda-tanda keberadaan badak sumatera yang ditemukan di daerah Sukaraja Januari 2006 (a,b, d, e dan f), dan tapak dari badak Rosa (c) di Sumatran Rhino Sanctuary - TN Way Kambas April 2006.....	94
11.	Kelimpahan relatif (independent event per 100 trap days) pada blok sampling kamera penjebak selama lima periode survei 1998--2005.....	95
12.	Perbandingan nilai kelimpahan relatif tiga macam indeks.....	95
13.	Indeks kelimpahan relatif berdasarkan <i>Encounter Rate</i> per hari patroli dan panjang jarak patroli RPU.....	96
14.	Indeks kelimpahan relatif berdasarkan <i>Footprint Rate</i> per hari patroli dan panjang jarak patroli RPU.....	96

15.	Perubahan ukuran populasi badak sumatera di TNBBS berdasarkan IKR <i>Footprint rate</i> per 10 km jarak patroli RPU.....	97
16.	Persentasi sebaran pada habitat dengan tingkat ancaman tertentu.....	98
17.	Perubahan keterdapatan badak sumatera pada ketinggian habitat yang berbeda-beda.....	98
18.	Periode aktifitas harian badak sumatera berdasarkan kamera penjebak.....	99

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Nilai kelimpahan relatif badak sumatera di blok sampling kamera penjebak.....	101
2. Nilai kelimpahan relatif badak sumatera di blok sampling kamera penjebak per tahun.....	101
3. Penurunan nilai indeks kelimpahan relatif berdasarkan <i>Footprint rate</i> per 10 km (%).....	101
4. Perbandingan indeks kelimpahan relatif dari hasil kamera penjebak (<i>capture</i>) dan patroli RPU <i>Footprint</i> dan <i>encounter</i>).....	102
5. Indeks kelimpahan relatif berdasarkan <i>encounter</i> dan <i>footprint rate</i> per quarter (3 bulan).....	103
6. Indeks kelimpahan relatif berdasarkan <i>encounter</i> dan <i>footprint rate</i> per 2 quarter.....	104

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Contoh penghitungan indeks kelimpahan relatif badak sumatera di TNBBS menggunakan data kamera penjebak WCS-IP dengan pendekatan <i>stratified random sampling</i>	106
2. Contoh penghitungan indeks kelimpahan relatif badak sumatera di TNBBS menggunakan indeks <i>Encounter rate</i> dan <i>Footprint rate</i> data patroli tim RPU.....	107
3. Uji nilai perbandingan variansi-means.....	108
4. Diagram alir peta ancaman.....	109

BAB I

PENDAHULUAN

Badak sumatera (*Dicerorhinus sumatrensis* Fischer, 1814) adalah badak yang berukuran tubuh paling kecil diantara kelima spesies badak yang ada di dunia saat ini (Strien 1985: 5). Populasi spesies tersebut telah mengalami penurunan sebesar 50% dalam 10 tahun, dari sekitar 600 pada tahun 1985 hingga kurang dari 300 pada tahun 1995, yang terutama disebabkan oleh perburuan. Ukuran populasi yang kecil disertai perburuan dan perusakan habitat yang serius menjadikan badak sumatera ditetapkan sebagai spesies genting dalam kategori Apendiks 1: *critically endangered* (CR-A1bcd, C2a) oleh Asian Rhino Specialist Group (AsRSG), salah satu kelompok spesialis dalam IUCN. Meskipun ukuran populasinya lebih besar dibandingkan badak jawa, badak sumatera berstatus lebih terancam karena perburuan dan kecepatan deforestasi yang tinggi di Pulau Sumatera (Foose & Strien 1997b: 6,12 & 27; WWF 2002b: 4).

Dahulu, badak sumatera dapat ditemukan menjelajahi perbukitan Pegunungan Himalaya di Bhutan dan India bagian timur, Semenanjung Malaya, hutan tropis Myanmar dan Thailand, Pulau Sumatera, Kalimantan, serta kemungkinan terdapat juga di Kamboja, Vietnam dan Laos (Foose & Strien 1997b: 12; WWF 2002a: 6). Akan tetapi, saat ini badak Sumatera hanya dapat ditemukan di kantong-kantong kecil yang terpisah-pisah pada pulau Sumatera, Kalimantan, dan Semenanjung Malaya (WWF 2002a: 7;

WWF 2004: 1). Populasi alami badak sumatera yang masih berdaya hidup (*viable population*) hanya ditemukan di Pulau Sumatera (Foose & Strien 1997: 12; WWF 2002a: 6 & 18).

Populasi badak sumatera di Pulau Sumatera terfragmentasi ke dalam kantong-kantong populasi yang terisolasi satu dengan lainnya. Dua di antaranya dengan populasi alami yang berdaya hidup adalah di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS) dan Taman Nasional Gunung Leuser. Foose & Strien (1997: 14) mengatakan bahwa TNBBS memiliki daya dukung lingkungan yang sanggup untuk menampung 70 hingga 360 ekor badak sumatera.

Populasi badak sumatera di TNBBS merupakan perwakilan dari populasi alami badak sumatera yang tersisa di bumi. Hingga saat ini, studi mengenai populasi badak sumatera di TNBBS secara ilmiah belum pernah dilakukan sebelumnya. Kajian terakhir mengenai badak sumatera di TNBBS dilakukan oleh Ahmad *et al.* (1992), tetapi penelitian tersebut tidak menghasilkan pengukuran populasi. Data populasi badak sumatera yang ada saat ini berasal dari lembaga yang berbeda-beda dan dihasilkan dengan metode yang berbeda pula. Status badak sumatera yang genting dan kenyataan bahwa kajian ekologisnya di TNBBS belum pernah dilakukan menjadikan penelitian ini penting bagi usaha konservasi spesies tersebut. Penelitian bertujuan untuk memprakirakan kelimpahan relatif dan sebaran badak sumatera di TNBBS, serta mengkaji tekanan antropogenis yang dihubungkan dengan kelayakan habitat.

Distribusi dan kelimpahan merupakan variabel ekologi yang sangat penting dalam manajemen konservasi spesies terancam. Kelangsungan hidup badak sumatera pun sangat tergantung pada kondisi habitatnya. Alikodra (1990: 182) mengatakan bahwa satwa liar membutuhkan serangkaian komponen fisik dan biotik dalam habitatnya. Akan tetapi, TNBBS merupakan kawasan konservasi yang mengalami tekanan habitat cukup serius (Kinnaird *et al.* 2003: 247; O'Brien *et al.* 2003: 131; Gaveau *et al.* (Tidak diterbitkan): 3). Tekanan habitat tersebut umumnya disebabkan oleh aktifitas manusia, dan dalam penelitian ini disebut sebagai tekanan antropogenis. Tekanan antropogenis umumnya berupa deforestasi dan perburuan, namun kehadiran manusia di dalam kawasan -terlepas dari tujuannya- juga dapat dikategorikan sebagai tekanan antropogenis.

Gambaran kualitas habitat badak sumatera di TNBBS dianalisis melalui peta ancaman TNBBS WCS-IP (Aslan Baco, Tidak diterbitkan), yang merupakan hasil klasifikasi kondisi alam dan tekanan antropogenis di sekitar kawasan terhadap TNBBS. Pengetahuan tentang tekanan antropogenis, akan mengarahkan pada pengetahuan mengenai kelayakan habitat yang tersedia di TNBBS bagi badak sumatera. Upaya perlindungan badak sumatera dari perburuan dilakukan oleh Balai TNBBS bersama dengan Program Konservasi Badak Indonesia (PKBI) melalui Rhino Protection Unit (RPU) (Hutabarat *et al.* 2001: 6).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. TAMAN NASIONAL BUKIT BARISAN SELATAN

Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS) merupakan taman nasional terluas ketiga di Pulau Sumatera (3.568 km²). Letaknya terbentang 150 km sepanjang pegunungan Bukit Barisan, dari Propinsi Lampung (82% luas taman nasional) ke Bengkulu pada koordinat 4°31' – 5° 57' LS dan 103° 34' – 104° 43' BT (Gambar 1). TNBBS memiliki hutan hujan dataran rendah terluas yang tersisa di Sumatera dan merupakan sumber air untuk barat daya sumatera (Kinnaird *et al.* 2003: 247; O'Brien *et al.* 2003: 132).

Kawasan TNBBS terletak di ujung selatan rangkaian pegunungan Bukit Barisan sehingga memiliki topografi yang beragam. Daerah berdataran rendah (0--600 m dpl) dan berbukit (600--1000 m dpl) terletak di bagian selatan, sementara daerah pegunungan (1000--2000 m dpl) terletak di bagian tengah dan utara taman nasional, puncak tertinggi adalah Gunung Palung (1964 m dpl). TNBBS tersusun atas ekosistem yang relatif lengkap, yaitu ekosistem rawa, estuaria, hutan pantai, hutan hujan dataran rendah, hutan hujan bukit, hutan hujan pegunungan bawah, dan hutan hujan pegunungan tinggi. Hutan hujan dataran rendah merupakan ekosistem yang paling tersebar luas dan memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi (Balai TNBBS 2003: 7 & 10).

B. *Dicerorhinus sumatrensis* Fischer, 1814

Badak sumatera merupakan anggota famili *Rhinocerotidae* yang terdiri dari lima spesies mamalia darat besar. Spesies-spesies tersebut dicirikan dengan cula, yaitu massa keratin kompak yang jika patah dapat tumbuh kembali. Dua spesies badak, badak hitam (*Diceros bicornis*) dan badak putih (*Ceratotherium simum*) ditemukan di Afrika. Sementara tiga lainnya, badak jawa (*Rhinoceros sondaicus*), badak india (*Rhinoceros unicornis*) dan badak sumatera (*Dicerorhinus sumatrensis*) ditemukan di Asia (WWF 2002: 3).

Badak jawa dan india memiliki hubungan kekerabatan yang relatif dekat dan berbagi genus yang sama. Sementara itu badak sumatera cukup berbeda dari kedua badak asia, dan memiliki hubungan kekerabatan yang lebih dekat dengan badak-badak afrika. Badak sumatera berkerabat dengan *wooly rhino* serta *elasmotheres* dari masa jaman es Pleistosen. Badak sumatera terdiri atas tiga unit konservasi atau sub spesies yang berbeda, yaitu *Dicerorhinus sumatrensis sumatrensis* di Sumatera, Semenanjung Malaysia, dan Thailand, *Dicerorhinus sumatrensis harrisoni* di Kalimantan, dan *Dicerorhinus sumatrensis lasiotis* di Myanmar (Foose & Strien 1997a: 37).

Ketiga spesies badak asia dahulu menyebar luas di selatan dan tenggara Asia. Jumlah mereka cukup melimpah pada pertengahan abad ke-19. Bahkan, beberapa jurnal dari abad tersebut menggambarkan badak sumatera sebagai hama kebun. Spesies-spesies badak asia kini adalah

mamalia paling langka dan terancam di dunia. Usaha konservasi terhadap badak india cukup berhasil, sedangkan badak jawa dan sumatera kini berada dalam ancaman kepunahan (Foose & Strien 1997a: 37 & WWF 2002: 3).

1. Sebaran Populasi Badak Sumatera

Populasi badak sumatera terpecah dan tersebar dengan konsentrasi sebaran cukup tinggi dapat dijumpai di Sumatera dan Semenanjung Malaya. Populasi yang ada di Sumatera tersebar di TN Gunung Leuser, TN Kerinci Seblat (TNKS), Aceh Utara (Gunung Abong-abong dan Lesten Lukup), TNBBS dan TN Way Kambas. Populasi di Kalimantan pernah dikonfirmasi terdapat di TN Kayan Mentarang dan Cagar Alam Ulu Sembakung tetapi statusnya sampai saat ini belum diketahui dengan pasti (Dirjen PHPA Dephut RI & YMR 1994: 5). Populasi badak sumatera di TNKS pada tahun 2004 diperkirakan hanya tinggal 3--5 ekor sehingga badak tersebut dikategorikan '*Doomed*' (Isnain *et al.* 2005: 14).

2. Morfologi Badak Sumatera

Badak sumatera memiliki struktur tubuh tegap, dengan warna kulit coklat kemerahan dan tertutup rambut (terutama pada yang muda), sehingga seringkali disebut *hairy rhinoceros*. Badak sumatera adalah satu-satunya badak asia yang memiliki dua cula, meskipun cula posterior lebih tereduksi dan terkadang tidak nampak pada betina. Panjang dari cula anterior umumnya 25 cm dengan cula posterior berukuran lebih kecil baik pada jantan

maupun betina. Badak sumatera merupakan badak terkecil dengan tinggi badan 0,9--1,5 m dan panjang kurang lebih 2,9 m. Berat badannya hanya sekitar 600--800 kg sedangkan spesies badak lainnya dapat mencapai berat 2 ton (Nowak 1991: 1324; Kempf & Strien 2002: 2; WWF 2002: 6).

Umumnya, badak jawa memiliki ukuran lebar kaki lebih dari 25 cm sedangkan badak sumatera antara 20--22 cm. Kaki depan dan kaki belakang badak sumatera memiliki jumlah jari yang ganjil yaitu tiga buah sebagai ciri utama dari ordo *Perissodactyla*. Digit jari ketiga paling berkembang, digit jari kedua dan keempat berukuran lebih kecil, dan digit jari pertama dan kelima terudimeter (Strien 1985: 19). Bekas aktifitas badak sumatera di lapangan sedikit mirip dengan tapir yang juga anggota ordo *Perissodactyla*. Akan tetapi, Lekagul & McNeely 1977 mengatakan bahwa telapak kaki tapir biasanya berukuran lebih kecil yaitu sekitar 14--17 cm dan tampak lebih runcing (*lihat Ahmad et al.* 1992: 8).

3. Habitat Badak Sumatera

Badak sumatera umumnya ditemukan di daerah berbukit-bukit yang dekat dengan air. Spesies tersebut menempati hutan hujan tropis dan hutan lumut pegunungan, tetapi juga menyukai daerah pinggiran hutan dan hutan sekunder. Badak sumatera dapat hidup pada kisaran rentang habitat yang luas, mulai dari rawa-rawa dataran rendah hingga hutan pegunungan (Strien 1985: 5). Saat ini, badak sumatera ditemukan di dataran tinggi karena hutan dataran rendah sudah berkurang. Dahulu, spesies itu menyebar luas di

ketinggian yang lebih rendah, dan bahkan dapat berenang di laut untuk mencapai pesisir pulau. Badak sumatera mencari makan sebelum fajar dan setelah matahari terbenam, dan pergerakan umumnya dilakukan pada malam hari (Nowak 1991: 1324--1325; Kemf & Strien 2002: 2; WWF 2002: 6).

4. Pakan Badak Sumatera

Pakan utama adalah tegakan muda (*sapling*) atau tunas tumbuhan serta pepagan, daun muda, ranting muda, buah-buahan (mangga liar dan *ficus*), bambu dan jahe-jahean. Menurut Strien 1986 (*lihat* Nowak 1991: 1325), jumlah konsumsi pakan harian badak sumatera dapat lebih dari 50 kg. Kebutuhan spesies tersebut akan mineral diperoleh dengan menggaram (*salt lick*). Betina dengan anaknya cenderung untuk lebih sering menggaram dibandingkan betina atau jantan dewasa atau sub-dewasa lain.

Umumnya tumbuhan yang dimakan memiliki ketinggian 1 meter di atas permukaan tanah. Badak sumatera memiliki perilaku makan yang khas, yaitu meletakkan batang *sapling* di belakang cula anterior kemudian memelintir batang tersebut sehingga terbentuk pelintiran *sapling*. Hutan sekunder dan daerah pinggiran hutan merupakan daerah yang disukai oleh badak sumatera untuk mencari makan (Ahmad *et al.* 1992: 6). Rumpang-rumpang (*patches*) hutan sekunder akibat longsor dan daerah pinggir sungai adalah area pakan (*feeding area*) yang disukai. Rumpang tersebut memiliki vegetasi yang tumbuh lambat -sebagai pakan badak- dengan jumlah lebih melimpah dibanding hutan primer yang rapat dan gelap (Kemf & Strien 2002: 2)

5. Daerah jelajah Badak Sumatera

Setiap individu badak memiliki daerah jelajah permanen yang di dalamnya terdapat tempat menggaram. Daerah jelajah badak jantan dewasa rata-rata 30 km² dan saling tumpang tindih secara ekstensif, tetapi terdapat daerah inti yang luasnya lebih terbatas. Daerah jelajah betina lebih kecil (20 km²) tetapi terpisah satu sama lain. Badak sumatera betina bersifat teritorial dan saling menghindari satu sama lain, sedangkan badak betina dengan anak memiliki daerah jelajah yang lebih kecil tetapi tidak se-*eksklusif* badak betina tanpa anak (Strien 1985: 96). Dewasa jantan dan betina secara teratur menandai wilayah mereka dengan goresan, tegakan muda yang patah, feses, dan urin. (Nowak 1991: 1325 ; WWF 2002: 6).

6. Perilaku Badak Sumatera

Strien 1985 menyatakan bahwa sifat badak sumatera yang soliter menyebabkan terjadinya hidup bersama hanya mungkin pada badak jantan dan betina di musim kawin atau antara induk betina dan anaknya. Akan tetapi, Lekagul & McNeely 1977 (*lihat Ahmad et al.* 1992: 6) menyatakan bahwa terkadang beberapa individu bersama-sama mendatangi tempat berkubang atau menggaram. Setiap tingkah laku badak sumatera ditujukan untuk berkomunikasi secara tidak langsung antar sesama dan untuk membantu pengenalan wilayah. Beberapa aktifitas penandaan antara lain

berupa gundukan tanah dari kaisan kaki, patahan dan pelintiran *sapling*, dan semprotan urin pada daun atau batang tumbuhan (Strien 1985: 127--128).

Semua spesies badak memerlukan kegiatan berkubang, begitu juga dengan badak sumatera. Berkubang bertujuan untuk mempertahankan temperatur tubuhnya dan melindungi dari berbagai macam parasit (Hubback 1983 *lihat* Ahmad *et al.* 1992: 9). Badak sumatera berkubang paling tidak satu kali dalam sehari. Kubangan berbentuk oval dengan diameter 2--3 meter dan untuk menambah lumpur pada kubangannya dilakukan dengan menggali atau menggoreskan cula dan kaki depannya pada 'dinding tanah' di dekat kubangan (Strien 1985:125--127).

Borner 1979 mengatakan bahwa badak sumatera meletakkan tumpukkan fesesnya di atas atau di dekat satu atau dua tumpukan kotoran lama (*lihat* Ahmad *et al.* 1992: 9). Setiap tumpukan kotoran terdiri atas sepuluh bulatan atau lebih. Kotoran yang masih baru berwarna kuning coklat, tetapi pengaruh udara akan menjadikannya berwarna coklat tua. Ciri khas kotoran adalah terdiri dari sisa-sisa tumbuhan yang kasar, serat, dan fragmen-fragmen ranting dengan panjang antara 1--2 cm menyerupai batang korek api (Strien 1985: 129).

7. Reproduksi Badak Sumatera

Penelitian Strien di Sumatera Utara (*lihat* Nowak 1991: 1325) menunjukkan bahwa kelahiran badak sumatera sebagian besar terjadi pada bulan Oktober hingga bulan Mei, yaitu periode dengan curah hujan yang

tinggi. Periode masa mengandung (*gestation*) adalah 15 --18 bulan dengan satu anak per kelahiran. Anak yang masih muda akan tetap bersama induknya selama 16--17 bulan, dan setelah terpisah menetap di daerah jelajah tempatnya lahir selama 2--3 tahun. Badak sumatera mulai bereproduksi pada usia 7--8 tahun dengan jarak antar kehamilan 3--4 tahun (Nowak 1991: 1325).

C. METODE SENSUS BADAK SUMATERA

Pengetahuan akan kekayaan spesies dan kelimpahannya merupakan hal yang krusial dalam menentukan prioritas konservasi. Metode yang paling awal untuk mengetahui keterdapatannya (*presence*) suatu spesies adalah dengan melihat jejak yang ditinggalkannya. Kekayaan dan kelimpahan spesies telah umum diperkirakan melalui perhitungan feses (*dung*), sarang, jejak, suara (*call*), dan pengamatan langsung sepanjang jalur transek atau *distance sampling* (Karanth *et al.* 2004: 229; Sanderson 2004: 4).

Mamalia besar hutan tropis seperti badak sumatera biasanya memiliki perilaku menghindar (*elusive*) dan bersembunyi (*cryptic*). Mamalia besar juga biasanya memiliki daerah jelajah yang luas dengan ukuran populasi yang relatif kecil (Sanderson 2004: 4). Speeding *et al.* 1992 mengatakan perilaku dan sifat ekologis badak sumatera seperti sifatnya yang soliter dan merupakan hewan pengembara, menjadikannya sukar untuk disurvei jika menggunakan deteksi visual saja. Hal tersebut ditambah lagi dengan kondisi

hutan tempat hidupnya yang merupakan hutan dataran rendah dengan vegetasi yang rapat (*lihat Ahmad et al. 1992: 8*).

Metode non-*invasive* atau tidak langsung menjadi pilihan dalam survei badak sumatera karena metode langsung tidak dimungkinkan (*Ahmad et al. 1994: 50*). *Speeding et al. 1992* mengatakan sebagian besar studi terdahulu tentang keberadaan badak sumatera dilakukan secara tidak langsung dengan mengamati dan menganalisis jejak kaki, kotoran, dan bekas-bekas penggunaan habitat (*lihat Ahmad et al. 1992: 8*).

Beberapa metode tidak langsung yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

1. Kamera Penjebak (*Camera trapping*)

Sejak perkembangannya di awal tahun 1980-an kamera penjebak (*camera trap*) telah menjadi perangkat yang penting dalam memonitoring spesies yang langka dan *cryptic* (bersembunyi) (*Griffiths & Van Schaik 1993; Karanth 1995; Champion 1992 dan Cutler & Swann 1999 dalam Carbone et al. 2001: 75*). Survei non-*invasive* menggunakan kamera penjebak, secara sederhana digunakan untuk mengetahui keterdapatannya (*presence-absence*) spesies tertentu, seperti survei yang dilakukan untuk mengetahui keberadaan orang pendek di Jambi (Flora Fauna International) atau harimau jawa (Nazir Foad - WWF). Data hasil kamera penjebak berupa foto individu spesies yang telah diidentifikasi dapat dianalisis lebih lanjut untuk memperoleh nilai kepadatan dan atau kelimpahan dengan menggunakan metode *Capture-*

recapture seperti yang telah banyak dikembangkan oleh Karanth (1994) dan Karanth & Nichols (1998) untuk harimau di India, atau dengan perhitungan jumlah kumulatif seperti yang dilakukan Wells untuk badak sumatera di TNBBS.

Metode *Capture-recapture* bagi survei kamera penjebak dapat diolah melalui model populasi tertutup untuk mendapatkan nilai kepadatan pada saat tertentu. *Capture recapture* juga dapat diolah melalui permodelan populasi terbuka yang biasanya diterapkan dalam program monitoring spesies untuk mendapatkan gambaran *trend* atau kecenderungan perubahan ukuran populasi. Syarat yang penting dalam penggunaan metode *Capture recapture* adalah identifikasi tiap individu spesies target (Karanth & Nichols 1998: 2852).

Survei badak jawa menggunakan kamera penjebak oleh Griffiths pada tahun 1993, dilakukan melalui ciri-ciri khas pada bagian tubuh badak jawa sebagai karakter pengidentifikasian (Noorfauzan 2004: 20--22; Griffiths 1993 *dalam* Noorfauzan 2004: 20 & *dalam* Wells (Tidak diterbitkan): 3). Tekstur kulit badak sumatera berbeda dengan badak jawa dan, badak sumatera pun tidak memiliki lempeng tubuh sebagaimana badak jawa, hal tersebut menjadikan identifikasi individu pada badak sumatera relatif lebih sulit dibandingkan pada badak jawa (Wells (Tidak diterbitkan): 3).

Cula, jenis kelamin, lipatan kulit, kerutan di wajah, telinga, pigmentasi pada bagian kuku, dan kerutan tubuh lainnya dapat digunakan untuk mengidentifikasi individu badak sumatera. Beragam karakteristik ini diguna-

kan secara bergantian bergantung pada posisi badak sumatera pada saat terfoto. Karakter yang paling konstan adalah kerutan pada bagian wajah karena tidak terpengaruh oleh postur dan orientasi kepala relatif terhadap kamera (Wells (Tidak diterbitkan): 6--8).

Carbone *et al.* (2001: 75) mengatakan bahwa pada sebagian besar program kamera penjebak, umumnya foto spesies target hanya merupakan proporsi yang relatif kecil dibandingkan jumlah total foto spesies-spesies lainnya (*e.g.* Franklin & Tilson di TN Way Kambas hanya mendapatkan foto *Panthera tigris* sebanyak 5% dari keseluruhan foto yang dihasilkan). Foto dari spesies nontarget tersebut umumnya tidak dapat diidentifikasi individu. Foto-foto tersebut akan berguna jika dikembangkan suatu metode untuk menganalisisnya. Berdasarkan argumen tersebut, Carbone *et al.* mengembangkan metode analisis foto spesies nontarget yang tidak dapat teridentifikasi menjadi nilai kepadatan dengan menggunakan indeks laju foto (*photographic rate*). Perhitungannya tidak berdasarkan pada identifikasi sehingga dapat diterapkan pada perkiraan kepadatan populasi spesies yang tidak dapat teridentifikasi per individu dari foto (Carbone *et al.* 2001: 75).

Meskipun penggunaan laju foto sebagai indeks kelimpahan mendapat kritik (Janelle *et al.* 2002), -yang telah disanggah oleh Carbone *et al.* 2002- indeks laju foto terbukti berguna dan aplikatif dalam menentukan kelimpahan relatif spesies-spesies yang sulit untuk diidentifikasi melalui foto. O'Brien *et al.* (2003) mengembangkan penggunaan indeks ini untuk mengetahui kelimpahan relatif spesies mangsa *Panthera tigris* di TNBBS. Menurut

O'Brien *et al.* (2003) kelimpahan relatif berkorelasi dengan jumlah foto independen (*independent event*) per 100 hari aktif kamera. Wells (Tidak diterbitkan) menggunakan indeks serupa untuk mengetahui *trend* kelimpahan relatif badak sumatera di TN Way Kambas sebelum dan sesudah *El-Nino* di TN Way Kambas. Indeks yang telah dikembangkan oleh O'Brien *et al.* (2003) juga digunakan di dalam skripsi ini.

Kamera penjemput dapat dibagi menjadi dua jenis apabila dilihat dari mekanisme pemicunya yaitu aktif atau pasif. Pemicu aktif merekam gambar ketika objek memotong sinar inframerah. Kamera jenis ini jarang luput merekam target tetapi lebih rentan mengalami salah rekam, misalnya karena daun yang gugur tertiuip angin atau tetesan air hujan. Hari yang berangin dan hujan dapat menghabiskan satu rol film untuk gambar yang bukan target. Pemicu pasif akan merekam gambar jika objek bertemperatur berbeda dengan temperatur lingkungan memasuki zona deteksi kamera. Sensor infra merah pasif mendeteksi panas tubuh dan pergerakan satwa yang melintas di depan sensor. Kamera jenis ini tidak rentan terhadap kesalahan merekam target, tetapi lebih rentan terhadap kesalahan mengenal suhu jika temperatur lingkungan mendekati suhu tubuh mamalia. Umumnya masalah tersebut terjadi jika kamera diletakkan di tempat dengan sinar matahari langsung (Silver 2004: 6).

2. Penghitungan Tapak

Hoogerwarf (1970: 70) mengatakan bahwa badak termasuk binatang yang jejak kakinya mudah untuk dikenali. Syarat dalam melakukan metode penghitungan jejak adalah harus dapat membedakan umur jejak dan maksimum wilayah jelajah badak. Metode penghitungan jejak melibatkan kegiatan menghitung jejak kemudian memperkirakan berapa jumlah individu yang menghasilkan jejak-jejak tersebut (*lihat* Noorfauzan 2004: 16). Sensus menggunakan metode tersebut sangat bergantung pada keahlian dan pertimbangan peneliti. Kesulitan metode tersebut adalah terkadang badak bergerak dalam kurun waktu yang pendek dan membentuk sejumlah jejak di daerah yang sama (Alikodra 1990: 127).

Borner pada tahun 1979 (*lihat* Alikodra 1990: 131) membuat persyaratan dalam melakukan sensus badak menggunakan jejak, sebagai berikut:

- a. jejak kaki yang diperbolehkan untuk diukur adalah jejak-jejak yang jelas dan masih segar (berumur kurang dari 2 atau 3 hari)
- b. lebar jejak rata-rata dihitung paling sedikit dari 10 jejak contoh yang terdapat di sepanjang jalur
- c. simpangan baku dari setiap jejak terhadap ukuran rata-rata harus dihitung
- d. hanya jejak pada tanah yang keras atau teguh (*rigid*) yang dapat diukur
- e. jejak dianggap berasal dari individu yang berbeda, jika ukuran lebar jejak setelah ditambah atau dikurangi dengan simpangan baku, tidak tumpang tindih

f. memperhatikan ukuran pasangan jejak, misalnya:

Pasangan I : $17,28 \pm 0,96$ HF dan $20,0 \pm 0,65$ HF

Pasangan II : $17,30 \pm 0,46$ HF dan $21,9 \pm 0,22$ HF

Data tersebut menunjukkan ada dua pasang jejak di mana setiap pasangannya terdiri dari induk dan anak.

Menurut Strien 1985, metode tersebut dapat diterapkan pada badak sumatera dengan memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

- a. jejak kaki belakang badak sumatera sering menyatu dengan jejak kaki depan
- b. pengukuran harus konsisten terutama untuk jejak kaki belakang

3. Penghitungan *Dung*

Secara teoritis, jika laju penguraian dan defekasi feses diketahui, maka dapat diterapkan survei transek jalur standar untuk menghitung kepadatan feses di suatu area dan kemudian mengkonversinya menjadi kepadatan spesies. Metode tersebut telah digunakan luas pada gajah di hutan-hutan tropis. Metode tersebut dapat digunakan jika suatu daerah diperkirakan memiliki kepadatan badak yang relatif tinggi (misalnya $0,05$ badak/ km^2), dan frekuensi ditemukannya feses mencukupi ukuran sampling minimum yaitu 30--40 gundukan per periode survei. Akan tetapi, metode tersebut kurang cocok diterapkan bila kepadatan badak pada area tersebut rendah (Ahmad *et al.* 1994: 51).

D. POPULASI

Populasi dapat didefinisikan sebagai sekelompok individu sejenis yang berada di tempat dan waktu yang sama, serta dapat saling kawin untuk menghasilkan keturunan. Populasi dapat terdiri dari satu individu atau jutaan individu, yang ditemukan dalam satu atau lebih populasi terpisah. Populasi dapat terisolasi secara geografis dan reproduksi, atau berada dalam metapopulasi yang berisi banyak subpopulasi individu yang menyebar (Wilson *et al.* 1996: 2; Primack *et al.* 1998: 9).

Pertanyaan sentral dalam penelitian ekologi adalah 'Ada berapa jumlahnya?' (Krebs 1989: 11). Untuk mengkonservasi suatu spesies dibutuhkan pengetahuan akan jumlah individu dalam populasi. Berdasarkan jumlah populasi atau kepadatan, kita dapat mengetahui apakah ukuran populasi meningkat, menurun, atau stabil, apakah sesuai dengan daya dukung lingkungan dan, yang terpenting, apakah ukuran populasi tersebut memenuhi *Minimum Viable Population* (MVP).

1. Monitoring spesies

Pertanyaan yang mendasari dilakukannya program monitoring adalah untuk mengetahui apakah ukuran populasi berubah dan jika berubah berapa lajunya (Buckland *et al.* 2005: 243). Monitoring populasi suatu spesies dapat didefinisikan sebagai proses estimasi akan kelimpahan absolut atau relatif untuk menarik kesimpulan mengenai perubahannya seiring waktu dan atau

tempat (Karanth & Nichols 2002a: 23). Program monitoring berusaha untuk memantau perubahan dalam distribusi dan kelimpahan suatu spesies.

Masalah utama dalam sebagian besar program monitoring adalah ketidaksempurnaan proses deteksi spesies dan adanya bagian dari populasi yang luput dari pengamatan. Oleh karena itu, dalam sebagian besar program monitoring, distribusi yang sebenarnya dari spesies yang diteliti terkadang tidak terlihat seluruhnya (*underestimated*) (Pellet & Schmidt 2005: 27).

Umumnya kelimpahan yang dihasilkan dari survei atau monitoring dengan metode apapun, didasarkan pada suatu *Count statistic*. *Count statistic* adalah data mengenai spesies target yang kita peroleh di lapangan. Dalam beberapa kasus, *count statistic* berasal dari penghitungan langsung jumlah spesies target, misalnya dalam metode transek jalur. Pada kasus lain, *count statistic* didasarkan pada tanda-tanda bekas keberadaan spesies target, misalnya jumlah tapak atau penghitungan *dung* (Nichols & Conroy 1996: 178; Karanth & Nichols 2002a: 24).

Count statistic umumnya merepresentasikan suatu fraksi dari ukuran populasi target yang tidak kita ketahui jumlahnya. Pengetahuan akan fraksi dari jumlah spesies -yang direpresentasikan oleh *count statistic*- diperlukan dalam perhitungan statistik untuk menarik kesimpulan terpercaya tentang ukuran populasi (Nichols & Conroy 1996: 178).

Dua masalah dasar dalam penggunaan *count statistic* untuk memperkirakan ukuran populasi spesies adalah faktor observabilitas (*observability*) dan faktor spasial sampling. Faktor observabilitas di dalam

metode yang menghitung langsung jumlah hewan (metode langsung) adalah, fakta bahwa tidak mungkin semua spesies dapat dideteksi dan dihitung, terlepas dari metode sampling atau survei apapun yang digunakan. Faktor observabilitas dalam metode penentuan kelimpahan relatif dari tanda-tanda bekas keberadaan hewan (metode tak langsung) adalah, ketaksamaan (*inequality*) antara *count statistic* dengan jumlah hewan yang sebenarnya. Faktor spasial sampling mengacu pada pemilihan "*area sampling*" yang representatif untuk menarik kesimpulan mengenai kelimpahan hewan di seluruh area (Nichols & Conroy 1996: 178; Karanth & Nichols 2002a: 24).

Persamaan yang menggambarkan kerangka konsep proses estimasi kelimpahan dengan metode apapun, adalah: $N = \frac{C}{p\alpha}$ N adalah kelimpahan yang sebenarnya, C adalah *count statistic*, p adalah faktor observabilitas dan α adalah faktor spasial sampling. Faktor observabilitas atau p dalam metode langsung adalah probabilitas deteksi, sedangkan dalam metode tak langsung p hanya merupakan koefisien yang menghubungkan C dengan N (Nichols & Conroy 1996: 178; Karanth & Nichols 2002a: 27). Sebagai contoh, Buckland *et al.* pada tahun 1993 dan 2001 (*lihat* Karanth & Nichols 2002a: 25) mengatakan bahwa C dari *distance sampling* adalah jumlah hewan yang diamati dan dihitung (misalnya sepanjang jalur transek), dan probabilitas deteksi (p) dihitung dari garis tegak lurus antara hewan yang diamati ke garis transek.

2. Ukuran Populasi

Perkiraan akan ukuran populasi dapat dinyatakan dalam dua macam kepadatan (*density*), yaitu kepadatan kasar (*crude density*) dan kepadatan ekologis (*ecological density*). Kepadatan kasar adalah jumlah individu suatu spesies per unit keseluruhan area daerah penelitian, sedangkan kepadatan ekologis adalah jumlah individu suatu spesies per unit area habitat yang benar-benar ditempati oleh spesies tersebut. Kepadatan ekologis lebih bermakna dalam perkiraan kepadatan suatu spesies terutama pada area survei yang heterogen dimana spesies tersebut hanya menempati habitat tertentu dari daerah penelitian (Rudran *et al.* 1996: 82). Happel *et al.* (1987: 64) mengatakan bahwa kepadatan suatu populasi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pakan, demografi, ukuran tubuh, ukuran kelompok, luas daerah jelajah, tipe habitat, dan siklus aktifitas (diurnal, nokturnal, atau krepuskular) (*lihat* Noorfauzan 2004: 10).

Kepadatan absolut (*absolute density*) atau jumlah individu per unit area, terkadang sulit untuk diperoleh. Bagi beberapa kasus, terkadang kepadatan relatif (*relative density*) telah cukup untuk menarik kesimpulan tertentu, selain itu lebih mudah untuk diperoleh. Kepadatan relatif, yaitu rasio kepadatan suatu populasi dengan populasi lainnya, merupakan indeks biologi yang berkorelasi dengan kepadatan absolut (Krebs 1989: 11). Rudran *et al.* 1996 menyatakan bahwa, kepadatan relatif juga dapat dianggap sebagai kelimpahan relatif (*relative abundance*), dalam pengertian kelimpahan relatif

sebagai rasio ukuran populasi (atau kepadatan) suatu spesies terhadap ukuran populasi total (kepadatan total) spesies simpatrik yang diteliti (Rudran *et al.* 1996: 82).

3. Indeks kelimpahan relatif (IKR)

Pada kasus dimana kepadatan atau kelimpahan -baik absolut maupun relatif- sulit untuk didapatkan, peneliti menggunakan suatu indeks. Indeks digunakan bila spesies yang diteliti sukar untuk diamati dan dihitung karena ukuran tubuhnya, perilakunya, atau faktor-faktor lainnya (Conroy 1996: 179).

Caughley 1977 (*lihat* Gibbs 2000: 215 dan Karanth & Nichols 2002: 61) dan Conroy (1996: 179) mengatakan bahwa, indeks kelimpahan (*abundance Indices*) didefinisikan sebagai “satuan ukuran yang berkorelasi dengan kepadatan sebenarnya”. Indeks dapat juga didefinisikan sebagai *count statistic* yang diekspresikan dalam bentuk lain (Gibbs 2000: 215).

Kelimpahan relatif secara sederhana adalah indeks atau indikasi kelimpahan pada suatu tempat atau waktu, yang dibandingkan dengan tempat dan waktu lain. Indeks kelimpahan tidak memberitahu berapa jumlah spesies pada tempat atau waktu tertentu, melainkan persentase dari jumlah populasi yang sebenarnya. Indeks kelimpahan sama dengan jumlah individu yang dihitung (*count statistic*) dibagi dengan jumlah usaha untuk menemukan mereka. Contohnya, jumlah grup primata yang dilihat per km jalur, jumlah feses yang dilihat per km jalur, atau jumlah burung yang didengar antara rentang waktu tertentu. Indeks dapat saling dibandingkan asalkan digunakan

metode yang sama dan usaha (*effort*) yang dikeluarkan sama besarnya (Edwards 1994: 18-19).

4. Hubungan antara indeks dengan kelimpahan

Penggunaan *count statistic* sebagai indeks, didasarkan pada asumsi probabilitas deteksi atau p yang sama antar kelimpahan pada tempat atau waktu yang berbeda sehingga mengurangi bias dalam indeks. Pendekatan pertama untuk mendapatkan probabilitas deteksi yang sama adalah standardisasi metode. Umumnya standardisasi dilakukan melalui pengeluaran usaha yang sama besar antar survei pada tempat atau waktu yang berbeda. Usaha yang dikeluarkan dapat dikuantitaskan dalam beragam cara, misalnya jumlah waktu survei, jarak yang ditempuh saat survei, luas area survei, jumlah perangkap (*trap*) yang digunakan, dan lain-lain. Pendekatan kedua adalah penghitungan *covariate* yang mempengaruhi probabilitas deteksi (Karanth & Nichols 2002b: 61--66).

Agar indeks bermakna maka harus ada suatu hubungan monotonik antara kelimpahan relatif dengan kepadatan sesungguhnya di alam (Conroy 1996: 180; Karanth & Nichols 2002b: 61). Salah satu contoh penghitungan hubungan antara indeks dan kelimpahan ditunjukkan oleh Carbone *et al* (2001: 75). Simulasi komputer dan analisis rekaman foto kamera penjebak dari 19 penelitian harimau di wilayah jelajahnya (India, Indonesia, Nepal, Thailand dan Malaysia) menunjukkan bahwa jumlah hari yang dibutuhkan untuk merekam satu foto harimau berkorelasi dengan perkiraan independen

kepadatan harimau menggunakan metode lain, misalnya transek jalur (Carbone *et al.* 2001: 75).

Penggunaan indeks ini diadaptasi oleh O'Brien *et al.* (2003: 131--139), melalui perbandingan jumlah hari yang dibutuhkan untuk memperoleh satu foto independen dengan perkiraan kepadatan satwa mangsa berdasarkan metode transek jalur di TNBBS. Kedua nilai kemudian dianalisis hubungannya menggunakan regresi linear setelah sebelumnya ditransformasi logistik. O'Brien *et al.* 2003 menunjukkan bahwa indeks tangkapan data kamera penjebak memenuhi tingkat kepercayaan dan berkorelasi positif dengan kelimpahan relatif (O'Brien *et al.* 2003: 131).

5. Sebaran populasi (distribusi)

Sebaran atau distribusi dan dinamika populasi berbeda-beda antar spesies. Beberapa populasi berukuran kecil dan memiliki sebaran yang terbatas, sedangkan populasi lain dapat terdiri atas jutaan individu dan tersebar pada area yang luas (Molles 2005: 227). Individu berpindah dari tempat asalnya baik secara aktif (berjalan, renang, terbang) maupun secara pasif (terbawa oleh air atau angin), proses tersebut disebut dispersal (Begon *et al.* 1996: 173). Akibat dari dispersal, individu di alam ditemukan membentuk pola sebaran atau distribusi (dispersi) yang khas. Pola sebaran individu-individu suatu populasi dalam skala kecil dapat terbagi menjadi tiga pola: acak, regular atau seragam (*uniform*), dan mengelompok, sedangkan dalam skala besar pola sebaran adalah mengelompok (Molles 2005: 233).

Tiga pola dasar sebaran tersebut terbentuk karena interaksi sosial yang terjadi antara individu di dalam populasi, struktur dari lingkungan fisik, atau karena kombinasi dari interaksi dan struktur lingkungan. Individu di dalam populasi dapat saling 'menarik' (*attract* - interaksi positif), 'menghindar' (*repel* - interaksi negatif), ataupun mengabaikan (interaksi netral) satu sama lain. Kerja secara mutual interaksi sosial tersebut akan menentukan pola sebaran. Jika individu saling 'menarik', atau keberadaan suatu individu akan meningkatkan kemungkinan adanya individu yang sama di dekatnya, maka terbentuk pola sebaran mengelompok. Pola sebaran regular terbentuk jika individu saling menghindar atau menolak satu sama lain atau, jika tiap individu menggunakan suatu bagian area secara eksklusif. Pola sebaran acak terjadi bila individu memiliki interaksi yang bersifat netral atau saling mengabaikan (Molles 2005: 233).

Pola yang terbentuk karena interaksi sosial dapat diperkuat atau diperlemah oleh struktur lingkungan. Lingkungan dengan sebaran sumber daya seperti pakan, tempat bersarang, air, dll., yang tidak merata, akan mendukung terbentuknya pola sebaran berkelompok. Lingkungan dengan sebaran sumber daya yang merata, atau memiliki pola gangguan alam yang acak, cenderung mengakibatkan pola sebaran individu yang bersifat acak atau regular (Molles 2005: 233).

E. HABITAT

Untuk mendukung kehidupan suatu spesies, umumnya diperlukan kesatuan kawasan yang dapat menjamin segala keperluan hidupnya baik makanan, air, udara bersih, garam mineral, tempat berlindung, berkembang biak, maupun tempat untuk mengasuh anaknya. Kawasan yang terdiri dari berbagai komponen baik fisik maupun biotik, yang merupakan suatu kesatuan dan dipergunakan sebagai tempat hidup dan berkembangbiaknya satwa liar disebut habitat (Alikodra 1990: 182).

Suatu habitat terbentuk dari hasil interaksi komponen fisik maupun biotik. Komponen-komponen tersebut membentuk sistem yang mengendalikan kehidupan satwa liar. Secara terperinci komponen fisik terdiri dari: air, udara, iklim, topografi, tanah dan ruang, sedangkan faktor biotik terdiri dari: vegetasi, mikro dan makro fauna, serta manusia (Alikodra 1990: 183).

F. TEKANAN ANTROPOGENIS

Tidak dapat dipungkiri bahwa manusia adalah faktor yang sangat menentukan dalam perubahan muka bumi. Dunia telah banyak berubah dalam kurun waktu 100 tahun terakhir. Hutan dan daerah liar menyusut, kawasan hijau berubah menjadi gurun, sungai tercemar, dan beberapa danau besar makin surut airnya. Hasil penelitian menyatakan bahwa tiap tahunnya manusia menghabiskan 40% produksi primer bumi atau material hijau, mengkonsumsi 35% hasil hutan, dan menggunakan 60% persediaan air

tawar (Sanderson, *et al.* 2002: 891). Manusia adalah faktor perubah terbesar dalam sejarah evolusi bumi, penggunaan sumber daya tanpa kebijaksanaan dapat mengarah pada kepunahan masal keenam (E.O. Wilson, *The Sixth Extinction*).

1. Deforestasi

Holmes pada tahun 2002 (*lihat* Kinnaird *et al.* 2003: 246) mengatakan, bahwa Sumatera sebagai pulau terbesar kedua di Indonesia dan kelima di dunia mengalami laju deforestasi tercepat diantara pulau-pulau lainnya sementara Sumatera memiliki lebih banyak spesies mamalia (201 jenis) dibandingkan pulau-pulau lain di Indonesia. Sebagian besar spesies mamalia tersebut bergantung pada ekosistem hutan dataran rendah (Kinnaird *et al.* 2003: 246). Beberapa dari mamalia tersebut seperti contohnya badak sumatera, hanya dapat ditemukan dalam jumlah kecil di luar Indonesia (Semenanjung Malaya dan Kalimantan bagian Malaysia). Hal tersebut menegaskan pentingnya konservasi hutan-hutan pulau Sumatera (Kinnaird *et al.* 2003: 246).

Hilangnya hutan di pulau Sumatera disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain pembalakan (legal dan ilegal), perkebunan (*estate crops*) terutama kelapa sawit dan bahan baku *pulp*, konversi lahan menjadi agrikultur, dan kebakaran hutan. Kepunahan hutan dataran rendah Sumatera akan menghasilkan bentukan lansekap yang didominasi oleh pertanian dan semak belukar, dengan rumpang hutan yang tersisa terisolasi

pada area terjal yang sulit diakses. Jika ini terjadi, mamalia besar Sumatera terdesak menuju kepunahan (Kinnaird *et al.* 2003: 246).

Konversi hutan yang sangat berat terjadi di bagian tengah dan utara taman nasional Bukit Barisan Selatan, yaitu di areal dengan kepadatan penduduk tinggi. Menurut O'Brien *et al.* (2003), luasan habitat di dalam TNBBS yang tersedia untuk mamalia besar menyusut melebihi proporsi, dan kehilangan habitat menyebabkan satwa liar lebih mudah diserang di tepi hutan. Pencurian kayu dan konversi hutan menjadi lahan perkebunan adalah masalah utama di TNBBS. Kawasan hutan yang dikonversi terutama untuk perkebunan kopi dan sawah. Konversi hutan untuk perkebunan di perbatasan kawasan meningkat tajam sejak sepuluh tahun yang lalu, Wildlife Conservation Society - Indonesia Program (WCS-IP) pada tahun 2000 memperkirakan 28% tutupan hutan telah hilang sejak tahun 1985. Selain konversi hutan, bahaya efek tepi juga meningkat antara lain disebabkan oleh bentuk taman nasional yang sempit memanjang. TNBBS memiliki batas kawasan sepanjang 700 km yang rentan terhadap gangguan (Hutabarat *et al.* 2001: 6 & O'Brien *et al.* 2003: 132)

TNBBS merupakan kawasan terakhir dengan hutan dataran rendah Sumatera terluas yang memiliki jumlah spesies lebih dari 4000 jenis. Hutan dataran rendah tropis merupakan tipe hutan yang paling terancam. Saat ini, hutan dataran rendah di Pulau Sumatera hanya tersisa 20% dari total 25 juta hektar di masa lalu. Hutan yang tersisa umumnya terfragmentasi dalam luas yang sempit. Kawasan konservasi di Sumatera telah mengalami laju

kehilangan hutan yang cepat, antara tahun 1985--2002 TN Gunung Leuser kehilangan 9,37% hutannya, TN Kerinci Seblat tereduksi 0,4% dan TNBBS kehilangan 1500--2000 hektar (UNEP 2002: 1).

2. Perburuan Badak Sumatera

Awal perburuan terhadap badak sumatera tidak jelas, sedikit catatan dari Hoogerwarf mengatakan bahwa sejak tahun 1941 telah ada perburuan badak di Sumatera (Donna 2003: 1). Sejarah perburuan badak di TNBBS tercatat dimulai sejak tahun 1990. Antara tahun 1990--1999 diperkirakan 81 ekor badak sumatera terbunuh di TNKS dan TNBBS. Badak-badak tersebut berasal dari tiga propinsi yaitu Lampung (TNBBS), Bengkulu dan Jambi (TNKS). Pelaku pemburu badak di TNKS dan TNBBS tersebut umumnya berasal dari daerah Tapan (Sumatera Barat) dan daerah Tunggang (Bengkulu Utara). Operasi besar-besaran di Bengkulu tahun 1990 berhasil menangkap 28 orang pemburu badak. Sebagian diantara pemburu yang lolos operasi penangkapan berpindah tempat perburuan di wilayah TNBBS (Sriyanto & Rubianto (Tidak diterbitkan): 11 & 13).

Taman Nasional Kerinci Seblat merupakan daerah perburuan badak terbesar di Sumatera Selatan. Selama kurun waktu 10 tahun (1990--1999), 50% kasus perburuan berasal dari TNKS. Sedangkan TNBBS, merupakan daerah perburuan badak terbesar kedua. Sekitar 29% kasus perburuan tahun 1990--1999 diperkirakan berasal dari TNBBS (Sriyanto & Rubianto (Tidak diterbitkan): 13). Seekor badak jantan muda tewas terjat sling baja

pada tahun 2001 di TNBBS (Sukaraja) yang diperkirakan dilakukan oleh pemburu Tapan. Sejumlah besar jerat yang menewaskan dua badak dalam rentang waktu 2 bulan ditemukan lagi di TNBBS pada tahun 2002 (Momin Khan 2002: 16).

Teknik yang digunakan oleh para pemburu hampir sama, sebagian besar menggunakan jerat dan sebagian kecil menggunakan senjata api. Senjata api yang digunakan di daerah selain Sumatera Barat umumnya merupakan senapan locok (rakitan sendiri). Badak yang terperangkap dalam jerat seling baja terkadang tidak langsung mati, pemburu menggunakan senapan locok atau golok guna mempercepat kematiannya. Seluruh hasil perburuan setelah dikumpulkan oleh pimpinan (cukong) pemburu, dijual ke daerah Tapan (Sumatera Barat), Bangko (Jambi), Padang, dan Pekanbaru, yang kemudian dijual ke dan melewati Singapura menuju Taiwan, Hongkong dan China (Sriyanto & Rubianto (Tidak diterbitkan): 12--14).

Konservasi terhadap habitat dan ekosistem sangat vital bagi viabilitas (*viability*) populasi secara jangka panjang, namun secara jangka pendek perlindungan badak dari perburuan lebih kritis. Sindrom hutan kosong (*Empty forest syndrom*) dapat terjadi pada badak sumatera seperti yang terjadi di TNKS. Habitat dan ekosistem bagi badak sumatera di TNKS menurut Wells & Franklin (in prep.) masih tersedia, namun populasi badak telah menurun tajam. Populasi badak sumatera di TNKS mengalami penurunan sebesar 90% selama 10--15 tahun. Hanya selama 2 tahun (1989-

-1991), 50 badak sumatera di TNKS telah mati akibat perburuan (*lihat* Foose & Strien. 1998: 103).

Strategi anti perburuan yang terencana dan terlaksana dengan baik sangat esensial bagi konservasi spesies yang terancam oleh perdagangan ilegal internasional (Talukdar 2003: 59). Program perlindungan badak dari perburuan di Indonesia dan Malaysia diinisiasi dan dikatalis oleh dana dari Global Environment Facility (GEF) melalui United Nations Development Programme (UNDP) (1995--1998). Asian Rhino Specialist Group (AsRSG) dan International Rhino Foundation (IRF) melanjutkan pendanaan bagi program tersebut setelah tahun 1998, dengan merekrut sejumlah partner donor. Program perlindungan diwujudkan dengan membentuk suaka penangkaran badak (*Sumatran Rhino Sanctuary* (SRS) di Indonesia) dan Rhino Protection Unit (RPU) di bawah IRF/AsRSG (Foose & Strien 1998: 103--104).

Tiap RPU untuk badak sumatera di Indonesia terdiri atas 4--5 orang, yaitu satu polisi hutan dan anggota-anggota yang direkrut dari masyarakat lokal setelah sebelumnya dilatih oleh koordinator dan penasehat teknis. Satuan RPU melakukan aktifitas anti-perburuan yang ditekankan melalui patroli ke zona inti habitat badak untuk menyingkirkan jebakan pemburu dan menangkap pemburu. Selain itu, dilakukan juga usaha pemberdayaan masyarakat dan operasi penyelidikan (*intelligence*) perburuan satwa liar (Foose & Strien 1998: 105).

Lokasi 'tugas' RPU adalah pada taman nasional yang memiliki sebaran badak sumatera dan jawa, yaitu di TNBBS dan TN Way Kambas untuk badak sumatera, serta TN Ujung Kulon untuk badak jawa. Satuan RPU di TNKS telah dihentikan pada September 2004 (Isnan 2005: 9), sedangkan badak sumatera di TN Gn. Leuser dijaga oleh RPU yang berada di bawah European Union (EU) dengan bantuan teknis dari IRF/AsRSG (Foose & Strien 1998: 104).

F. KONSERVASI BADAK SUMATERA

1. *In Situ*

Strategi terbaik dalam pelestarian jangka panjang bagi biodiversitas atau keanekaragaman hayati adalah perlindungan populasi dan komunitas alami di habitat liar, yang dikenal sebagai perlindungan *in situ* atau dalam kawasan (Primack *et al.* 1998: 136). Perlindungan biodiversitas secara *in situ* terkadang menemui berbagai kendala, diantaranya adalah keterbatasan pendanaan, keterbatasan pengetahuan akan biodiversitas pada suatu kawasan, dan terutama keterbatasan waktu karena laju kepunahan biodiversitas yang relatif cepat. Oleh sebab itu, konservasi *in situ* acapkali mengandalkan pendekatan spesies (*single* ataupun *multi*) dalam prakteknya sebagai jalan singkat (*shortcut*) bagi keterbatasan tersebut. Contoh dari pendekatan *single-species* adalah konsep *Umbrella species* atau spesies

payung, sedangkan *multi-species* terwakilkan melalui konsep *Focal species* (Roberge & Angelstam 2003: 76).

Usaha konservasi badak sumatera dengan pendekatan *single-species* dilakukan melalui konsep spesies payung. Konsep spesies payung didefinisikan sebagai usaha konservasi terhadap suatu spesies, yang diharapkan juga dapat melindungi sejumlah spesies lain yang secara alami ko-eksis (Roberge & Angelstam 2003: 77). Pada tingkat lokal dan dalam pengertian yang lebih klasik, Wilcox 1984 (*lihat* Roberge & Angelstam 2003: 77) mengemukakan bahwa konsep spesies payung mengacu pada luas area minimum yang dibutuhkan oleh populasi suatu spesies berdaerah jelajah luas. Dengan demikian, konservasi terhadap spesies yang memiliki daerah jelajah luas tersebut akan juga secara tidak langsung melindungi spesies lain yang lebih 'kecil' (McNab 1963 *dalam* Roberge & Angelstam 2003: 78). Konsep klasik dari spesies payung ini dipenuhi oleh badak sumatera sebagai mamalia besar hutan hujan tropis dataran rendah yang memiliki daya jelajah luas.

Konsep spesies payung klasik tersebut telah dikembangkan hingga mengacu pada pengertian yang lebih luas. Konsep dasar spesies payung yang dibangun diatas asumsi kebutuhan suatu spesies akan luasan area tertentu, diperluas hingga mencakup atribut lansekap lainnya, seperti: keterhubungan antar habitat, keberadaan proses ekosistem yang beragam, atau sebaran dari sumber daya yang langka (Roberge & Angelstam 2003: 78). Sebagai contoh, Fleury *et al.* (1998) dan Van Langevelde *et al.* (2000)

(lihat Roberge & Angelstam 2003: 78) menggunakan dua spesies burung (*Polioptila californica* dan *Sitta europaea*) sebagai spesies payung. Selain didasarkan pada kebutuhan area untuk menentukan luas area konservasi, pemilihan dua spesies burung tersebut sebagai spesies payung juga didasarkan pada kebutuhan akan habitat-habitat yang saling terhubung. Konservasi terhadap dua spesies burung tersebut, dengan demikian, akan melindungi suatu luasan kawasan konservasi, koridor yang menghubungkan subpopulasi, serta rumpang subpopulasi (Roberge & Angelstam 2003: 78).

Konservasi terhadap badak sumatera secara *in-situ* juga dilakukan melalui konsep *Flagship species*. Spesies bendera atau *Flagship species* memanfaatkan spesies tertentu yang bersifat karismatik sebagai *ikon* atau simbol. Spesies-spesies karismatik tersebut memberi inspirasi bagi usaha konservasi spesies itu sendiri dan juga spesies dan habitat penting lainnya (WWF 2002b: 1).

2. Penangkaran secara *Ex situ* dan Semi *In Situ*

Program penangkaran (*captive breeding*) badak sumatera yang dimulai oleh *Species Survival Commission* (SSC) - IUCN pada 1984, mengkoordinir usaha pengembangbiakan badak sumatera di kebun binatang (*Ex situ*) dan suaka alam Malaysia, Indonesia dan Amerika (semi *In situ*). Program tersebut dimulai dengan usaha penangkapan terhadap badak sumatera yang dikategorikan sebagai "*Doomed Animal*", yaitu spesies yang keberadaannya di habitat alami telah terjepit dan habitatnya terfragmentasi. Sejak saat itu,

sejumlah total 40 badak sumatera (Indonesia & Malaysia) ditangkap dan dimasukkan dalam penangkaran (*captivity*) (Momin Khan *et al.* 2001: 11).

Penangkapan di Indonesia dilakukan sebanyak 18 ekor, 1 ekor badak sumatera mati saat penangkapan, 6 ekor dikirim ke kebun binatang di Amerika (*Cincinnati Zoo*), 3 ekor ke Howlett-Inggris, sedangkan sisanya ke kebun binatang Ragunan, Surabaya, dan Taman Safari Indonesia. Sampai dengan tahun 1994, sejumlah 12 ekor badak hasil tangkapan tersebut mati dan hasil autopsi menduga kegagalan pencernaan karena pemberian jenis pakan yang tidak sesuai. Akhirnya, pada tahun yang sama, TSI (Taman Safari Indonesia), IRF (International Rhino Foundation), PHPA, dan YMR (Yayasan Mitra Rhino) memutuskan agar sisa badak yang masih hidup dilestarikan secara semi *In situ* di TN Way Kambas, dibentuklah Suaka Rhino Sumatera atau *Sumatran Rhino Sanctuary* (Sumampau 2000: 39).

Suaka Rhino Sumatera (SRS) merupakan pusat pelestarian badak sumatera secara *semi In situ*, yaitu penangkaran di habitat alaminya tetapi di bawah kondisi lingkungan yang dikontrol manusia. Suaka Rhino Sumatera mempelajari biologi reproduksi badak sumatera dan terutama berusaha mengembangbiakkannya. Saat ini terdapat empat badak sumatera di SRS, satu jantan (Torgamba) dan tiga betina (Bina, Ratu dan Rossa). Sejak 1889 hingga 2001 hanya satu badak sumatera yang berhasil lahir di penangkaran yaitu Andalas, badak sumatera pertama yang lahir pada September 2001 di *Cincinnati Zoo – Amerika Serikat (Ex situ)* (Wildlifebiz (tth): 1). Meskipun

demikian, program tersebut telah meningkatkan pemahaman akan biologi reproduksi badak sumatera (Heistermann *et al.* 1998: 158).

Ketidaktahuan akan status reproduksi betina, dan kesulitan dalam mendeteksi masa estrus dan ovulasi, menjadi hambatan dalam penangkaran badak sumatera. Hal tersebut terutama disebabkan oleh perilakunya yang soliter, daerah jelajah yang luas, jantan dan betina yang hanya bertemu dikala estrus, serta jarak antar masa kawin yang relatif panjang (3--4 tahun). Pertemuan di luar masa estrus biasanya bersifat agresif, sehingga dibutuhkan pengetahuan akan waktu perpasangan badak sumatera untuk menjamin terjadinya perkawinan yang berhasil (Heistermann *et al.* 1998: 158). Foose 1997 (*lihat* Heistermann *et al.* 1998: 158) mengatakan bahwa, waktu perpasangan yang salah pada badak sumatera telah mengakibatkan perilaku saling menyerang yang berujung pada cedera serius dan bahkan kematian.

G. SISTEM INFORMASI GEOGRAFI (SIG) DALAM KONSERVASI

Definisi tentang Sistem Informasi Geografi (SIG) sangat beragam, tetapi pada dasarnya yang dimaksud dengan SIG adalah sistem untuk menangkap, menyimpan, memanipulasi, melakukan analisis, dan menampilkan data spasial. Beberapa aspek dari SIG dapat diterapkan dalam program konservasi *in-situ* badak. Konservasi *in-situ* badak berkaitan dengan informasi tentang letak keberadaan, sehingga terdapat elemen spasial yang

membutuhkan penyimpanan data, penampilan data, dan analisis yang menggunakan SIG (Walpole 2000: 65).

SIG menghubungkan data spasial dengan informasinya di dalam bingkai waktu masa lalu dan kini. SIG memungkinkan pengambil keputusan untuk melihat hubungan-hubungan, pola, atau kecenderungan secara intuisi yang tidak akan diperoleh dalam penyajian data secara konvensional melalui tabel, grafik atau kertas kerja. Hal tersebut terjadi karena SIG menampilkan data secara visual dengan *layer* atau lapisan informasi yang dapat digabungkan sesuai dengan konteks permasalahannya (ESRI 2005: 1). Sejatinya, kemampuan utama SIG adalah mengenali pola dan keanomalian, merangkum, membandingkan realitas dengan prediksi yang didasarkan pada teori, dan menunjukkan hubungan-hubungan (Goodchild 2003: 501).

BAB III

BAHAN DAN CARA KERJA

A. LOKASI

Lokasi penelitian adalah di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan – Sumatera Selatan, yang terbentang dari propinsi Lampung ke Bengkulu pada koordinat $4^{\circ} 31' - 5^{\circ} 57'$ LS dan $103^{\circ} 34' - 104^{\circ} 43'$ BT (Gambar 1). Penelitian dilakukan selama 9 bulan dari Juli 2005 hingga April 2006.

B. BAHAN

Objek yang diteliti adalah populasi Badak Sumatera (*Dicerorhinus sumatrensis*, Fischer 1814) di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan.

C. PERALATAN

Peralatan yang digunakan adalah: kamera penjebak pasif infrared [CamTrak South Inc., Watkinsville, GA 30677], GPS unit [Garmin Forest 12xl dan Sylva], Kompas [Sylva], Peta Topografi TNBBS, Citra Sistem Informasi Geografis TNBBS, perangkat lunak ArcView ver. 3.3, komputer dan alat tulis.

D. CARA KERJA

Penelitian ini menggunakan data yang telah ada sebelumnya dari dua lembaga konservasi. Lembaga pertama adalah Wildlife Conservation Society - Indonesia Program (WCS-IP) yang telah melakukan survei dengan kamera penjebak di TNBBS sejak 1998 hingga 2006. Penelitian ini memanfaatkan data rekaman foto badak sumatera untuk rentang waktu survei 1998--2005. Selain data kamera penjebak, penelitian ini juga memanfaatkan peta ancaman (*Threats map*) hasil permodelan Sistem Informasi Geografis (SIG) WCS-IP (Aslan Baco, Tidak diterbitkan).

Lembaga yang kedua adalah Rhino Protection Unit (RPU) - Program Konservasi Badak Indonesia (PKBI), yang telah melakukan patroli untuk mengamankan badak sumatera di TNBBS dari perburuan. Patroli telah dilakukan oleh RPU sejak 1995 hingga 2006. Akan tetapi, karena keterbatasan dalam rekapitulasi data, maka penelitian ini hanya memanfaatkan data patroli untuk rentang 2002--2005. Data milik RPU yang dimanfaatkan adalah catatan jumlah temuan tanda-tanda keberadaan badak, serta lokasi ditemukannya tanda-tanda tersebut.

Data dari kedua lembaga yang berbeda tersebut dianalisis untuk mendapatkan jawaban atas populasi, sebaran, dan kelayakan habitat badak sumatera di TNBBS. Untuk mengetahui gambaran habitat badak sumatera di TNBBS dan teknis pengambilan data, telah dilakukan proses pengambilan data di lapangan selama dua periode (Januari--April, Gambar 5-6,8-9 & 10).

1. SAMPLING DENGAN KAMERA PENJEBAK

1.1 PENGAMBILAN DATA

1.1.1 Penentuan Lokasi Sampling dengan Pendekatan *Stratified Random*

Idealnya survei dilakukan meliputi keseluruhan wilayah penelitian tetapi hal ini tidak selalu mudah dilakukan karena keterbatasan perlengkapan ataupun tenaga. Salah satu cara untuk mensiasatinya adalah dengan pendekatan *Stratified Random Sampling* untuk memaksimalkan luas tutupan areal survei. Sampling dalam penelitian ini dibuat dengan pola grid yang saling berangkai satu sama lain lalu mengambil data dalam periode berurutan. Setiap grid mewakili satu blok sampling.

Data dari grid atau blok sampling pertama diambil sebagai sub-sampel dari keseluruhan durasi survei dengan menggunakan seluruh kamera (20 unit kamera). Lalu kamera dipindahkan ke grid berikutnya untuk durasi yang sama (30--35 hari). Dalam analisisnya, data diperlakukan seolah-olah diambil secara serentak meskipun sebenarnya tidak. Teknik diterapkan dengan jumlah grid yang mewakili seluruh kawasan, dalam penelitian ini digunakan sepuluh grid atau blok sampling.

Kamera yang digunakan adalah kamera infra merah pasif [CamTrak South Inc., Watkinsville, GA 30677] yang akan menandai tiap foto dengan waktu dan tanggal terekamnya foto. Kamera ditempatkan dalam 10 blok sampling berukuran 10x2 km dengan orientasi dari tepi ke tengah kawasan

(Gambar 1). Blok sampling diletakkan dengan jarak satu sama lain sekitar 10-15 km dari selatan ke utara, kecuali pada area taman nasional paling utara. Pada area paling utara bentukan alamnya terjal dan terjadi penyempitan karena hutannya telah terkonversi menjadi perkebunan *Albizia*, sehingga blok sampling yang dibuat berukuran 4 x 5 km.

Blok-blok sampling secara berurut dari Utara ke Selatan adalah:

Lokasi	Blok
P. Beringin	Utara
Tanjung Iman	Utara
Rata Agung	Tengah
Liwa	Tengah
Way Marang	Tengah
Way Ngaras	Tengah
Sukaraja	Tengah
Way Pemerihan	Selatan
Way Paya	Selatan
Way Belambangan	Selatan

Tiap blok sampling dibagi menjadi 20 subunit yang masing-masing berukuran 1 km² dan di dalamnya dipilih suatu koordinat acak dengan proyeksi UTM (*Universal Transverse Mercator*). Satu buah kamera penjebak per subunit diletakkan pada lokasi yang 'optimal' di dalam radius 100 m dari koordinat acak UTM menggunakan GPS (*Global Positioning System*). Lokasi 'optimal' adalah jalur yang dipakai hewan dengan tanda bekas aktivitas baru. Tiga hingga empat kamera tambahan terkadang juga dipasang secara berhadapan di dalam blok sampling (kamera *check point*). Kamera-kamera tambahan tersebut dipasang secara nonrandom atau *purposive*, untuk meningkatkan kemungkinan terfotonya spesies target .

1.1.2 Pemasangan Unit Kamera di Lokasi Penelitian

Setelah lokasi unit sampling ditentukan secara *Stratified Random*, dipilih satu pohon pancang untuk meletakkan kamera. Pohon yang dipilih memiliki jarak ± 3 --4 m dari jalur satwa sesuai dengan jarak efektif kamera terhadap objek. Infra merah kamera diset ± 40 --50 cm dari permukaan tanah, selanjutnya pengaman sensor dipasang dan kamera diaktifkan. Sudut arah kamera dicatat menggunakan kompas, dan pita tanda (*flagging tape*) dipasang disekitar lokasi. Tiap unit kamera diprogram untuk mengambill foto dengan selang waktu 45 detik dan beroperasi 24 jam atau hingga film telah habis. Terakhir, kamera ditinggalkan dan dibiarkan dalam keadaan aktif 30--35 hari.

1.1.3 Pengambilan Unit Kamera dari Lokasi Penelitian

Pada setiap lokasi kamera, dicatat bila ada perubahan pada posisi kamera. Dicatat pula tanggal dan waktu kamera dimatikan. Kabel pengaman dibuka, lalu dicatat jumlah *frame* terakhir. Setibanya dari lokasi kamera, film dikeluarkan dari kamera kemudian dimasukkan ke dalam kotak pengering (*dry box*). Film kemudian diproses ke negatif, lalu film ditandai dengan nomor kamera, nomor film, bulan dan tahun penggunaan. Film kemudian dicetak ke dalam format 3R untuk film yang terpakai kurang dari 7 frame dan *contact print* untuk film yang terpakai 7 frame atau lebih. Selanjutnya, data film dicatat kedalam MS Access (*data base*).

1.2 DATA KELUARAN KAMERA PENJEBAK

Data keluaran kamera penjebak yang digunakan dalam penelitian ini adalah foto dari badak sumatera. Selain waktu dan tanggal terekamnya foto, tiap foto juga dilengkapi dengan data koordinat UTM dan ketinggian (m dpl) lokasi kamera.

2. PATROLI RHINO PROTECTION UNIT (RPU)

2.1 PENGAMBILAN DATA

Lokasi patroli RPU adalah pada daerah TNBBS yang merupakan daerah sebaran badak sumatera yaitu di daerah bagian tengah dan Selatan. Sesekali juga dilakukan patroli di daerah TNBBS bagian utara untuk mengecek ada tidaknya badak sumatera pada daerah tersebut (Gambar 2). Patroli di dalam kawasan TNBBS dilakukan selama 15--20 hari dalam sebulan yang dibagi menjadi dua *trip* patroli. Patroli dilakukan oleh lima satuan RPU yang berpatroli pada daerah TNBBS yang berbeda-beda. Tiap satuan RPU terdiri atas 3--4 orang dengan polisi hutan sebagai kepala regu.

Penentuan lokasi yang dipatroli dilakukan oleh Koordinator Lapangan RPU dan Kepala Balai TNBBS. Dasar dari penentuan lokasi patroli sesuai dengan tujuan utama RPU yaitu penegakan hukum, sehingga patroli dilakukan pada daerah yang diperkirakan memiliki sebaran badak sumatera dengan penekanan pada daerah yang diperkirakan memiliki kleimpahan tinggi. Oleh karena patroli ditujukan untuk penegakan hukum dan bukan

suatu survei berdasar ilmiah, maka patroli tidak bersifat sistematis. Akan tetapi, selama rentang waktu 8 tahun (1998--2006), patroli RPU telah mencakup hampir keseluruhan TNBBS, dan merupakan satu-satunya satuan yang rutin melakukan patroli sekaligus pengamatan dan pencatatan tanda-tanda keberadaan badak sumatera berbagai gangguan terhadap badak di habitatnya.

2.2 DATA KELUARAN PATROLI RPU

Selama melakukan patroli, dicatat gangguan yang ditemukan di dalam kawasan. Gangguan ini berupa perambahan manusia pencari hasil hutan kayu atau non kayu (*e.g.* damar) dan aktivitas perburuan berupa jerat. Dicatat juga temuan tanda-tanda keberadaan satwa liar terutama badak sumatera. Tanda-tanda keberadaan badak sumatera tersebut antara lain adalah tapak kaki, feses, kubangan, dan tanda-tanda khas lainnya seperti pelintiran *sapling*. Selain itu, terkadang juga terjadi temu langsung dengan badak sumatera. Seluruh data ini dilengkapi dengan koordinat lokasinya dalam proyeksi *Geographic*.

3. PETA ANCAMAN

Komponen-komponen dari habitat yaitu faktor fisik dan biotik mempengaruhi layak atau tidaknya suatu habitat. Akan tetapi, kenyataannya faktor biotik berupa manusia memiliki pengaruh yang besar terhadap ukuran populasi badak sumatera dan mamalia besar lainnya di TNBBS (Kinnaird *et*

al. 2003: 245--257). Pengaruh manusia yang berpengaruh terhadap populasi badak sumatera -disebut tekanan antropogenis dalam penelitian ini- berupa deforestasi dan perburuan, dikuantifikasi ke dalam peta ancaman. Peta ancaman menggambarkan mudah tidaknya akses manusia ke suatu lokasi. Dengan makin mudahnya suatu daerah didatangi oleh manusia, maka diasumsikan daerah tersebut akan menerima tekanan antropogenis yang makin tinggi sehingga dianggap merupakan habitat yang tidak layak. Kelayakan habitat badak sumatera di TNBBS dianalisis melalui Peta ancaman menggunakan ArcView ver. 3.3. Peta ancaman atau *Threats Map* berasal dari analisis Sistem Informasi Geografis WCS-IP (Aslan Baco, Tidak diterbitkan).

Peta ancaman dibuat menggunakan metode *Overlay* atau tumpang-susun. Metode tumpang-susun adalah serangkaian metode yang digunakan untuk mengkombinasikan informasi dari beberapa peta. Elemen-elemen spasial yang terbentuk dari hasil metode tumpang-susun didasarkan pada informasi yang terdapat dalam peta-peta yang dikombinasikan tersebut (ITC 1999: 5-18). Berbagai informasi dalam peta-peta yang digunakan berisi variabel-variabel yang dikalkulasi dalam pembuatan peta ancaman. Variabel-variabel tersebut adalah kondisi tutupan hutan antara 1980 hingga 2004, desa di sekitar kawasan, jalan, sungai, dan kemiringan lahan berdasarkan klasifikasi Dephut.

Masing-masing variabel tersebut kemudian diklasifikasi melalui kaidah atau *rule* yang ditentukan sebelumnya. Prosedur klasifikasi dalam SIG adalah

prosedur dimana tiap variabel (*feature*) diberi kategori berdasarkan atribut tertentu (ITC 1999: 5-13). Berikut adalah kaidah atau *rule* yang digunakan:

- a. Klasifikasi hutan berdasarkan ketinggian (Van Steenis 1961) dengan deforestasi antara tahun 1980--2004:

Kategori Variabel (m dpl)	Bobot
• 0--500 (hutan dataran rendah)	5
• 500--1000 (hutan perbukitan)	4
• 1000--1500 (hutan pegunungan rendah)	3
• 1500--2200 (hutan pegunungan tinggi)	2

Makin rendah hutan diasumsikan makin tinggi tingkat ancaman

- b. Klasifikasi jarak kawasan dari sungai (WCS-IP):

Kategori Variabel (meter)	Bobot
• 0--500	5
• 500--1000	4
• 1000--3000	3
• 3000--5000	2
• > 5000	1

- c. Klasifikasi jarak kawasan dari jalan (WCS-IP):

Kategori Variabel (meter)	Bobot
• 0--2000	5
• 2000--10000	4
• 10000--50000	3
• > 50000	2

d. Klasifikasi jarak kawasan dari desa (meter) (WCS-IP):

Kategori Variabel (meter)	Bobot
• 0--2000	5
• 2000--10000	4
• 10000--50000	3
• > 50000	2

Makin dekat lokasi suatu daerah dengan jalan, sungai ataupun desa, diasumsikan makin tinggi tingkat ancaman. 2000 meter atau 2 km adalah jarak rata-rata manusia berjalan di dalam hutan dalam satu hari.

e. Klasifikasi derajat kemiringan (Dep. Kehutanan):

Kategori Variabel (derajat)	Bobot
• 0--85	5
• 85--24	4
• 24--45	3
• > 45	2

Makin terjal suatu daerah (derajat kemiringan makin besar), diasumsikan makin susah diakses oleh manusia sehingga tingkat ancaman makin rendah.

Peta yang menunjukkan kelima variabel tersebut kemudian di tumpang susun dan tiap kategori dari masing-masing variabel diolah menggunakan operasi perkalian atau *cross* untuk menentukan tingkat ancaman. Operasi perkalian membandingkan piksel pada posisi yang sama dari peta-peta raster yang di tumpang susun. Dalam operasi perkalian kombinasi yang terjadi antar tiap variabel, jumlah dari kombinasi dan nilai tiap piksel dihitung, dan area hasil kombinasi dikalkulasi (ITC 1999: 5-24).

Operasi perkalian dalam pembuatan peta ancaman adalah sebagai berikut: suatu lokasi yang merupakan hutan dataran rendah (bobot= 5), jarak dari sungai >500 m (bobot = 5), jarak dari jalan dan desa >2 km (bobot masing-masing= 5), dan kemiringan daerahnya >85° (bobot = 5), memiliki total nilai bobot = $5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 = 5^5 = 3125$. Sedangkan lokasi lain memiliki variabel sebagai berikut: merupakan hutan pegunungan tinggi (bobot = 2), jarak dari sungai >5000 m (bobot = 1), jarak dari jalan dan desa >5 km (bobot masing-masing= 2), dan kemiringan daerahnya >45° (bobot = 2), sehingga memiliki total nilai bobot = $2 \times 1 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$. Operasi perkalian ini dilakukan berulang kali untuk seluruh TNBBS.

Nilai bobot 16 merupakan nilai terendah, sedangkan 3125 merupakan nilai tertinggi. Nilai bobot yang didapat dari operasi perkalian tersebut kemudian dibagi menjadi lima kelas dengan rentang atau interval yang sama. Tingkat keterancaman antar kelas meningkat seiring dengan makin besarnya Nilai bobot dari kategori hasil operasi perkalian. Diagram alir pembuatan peta ancaman dapat dilihat pada Lampiran 4.

E. ANALISIS DATA

1. Kelimpahan Relatif

1.1 Kamera Penjebak

Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa penghitungan kepadatan dengan metode *capture recapture* tidak dapat diterapkan bagi data kamera

penjebak WCS-IP untuk mengetahui kelimpahan (*abundance*) badak sumatera. Salah satu alasannya adalah syarat yang vital, yaitu identifikasi tiap individu, belum dapat dilakukan (Gambar 7). Alasan lainnya adalah jumlah tangkapan (*capture*) yang rendah (Tabel 2). Oleh karena itu, data kamera penjebak dianalisis melalui penghitungan IKR (*Indeks Kelimpahan Relatif*) dari laju deteksi (*detection rate*) per unit usaha (Carbone 2001: 75--79; O'Brien *et al.* 2003: 131--139; Sanderson (tth): 3).

Penelitian ini menggunakan *Independent Event* atau foto independen sebagai *count statistic*. Foto independen adalah jenis satwa (individu atau kelompok) yang terekam pada satu *frame* foto dalam satu rol film juga dalam satu blok sampel. Foto dianggap sebagai *Independent event* (bernilai 1) jika: a) foto berasal dari individu berbeda (spesies sama) yang berurutan atau foto spesies berbeda yang berurutan, b) foto berurutan dari individu (spesies sama) yang jaraknya lebih dari 30 menit, kecuali individu dapat jelas dibedakan maka dianggap sebagai individu berbeda, dan c) foto individu dari spesies yang sama yang tidak berurutan. Indeks kelimpahan relatif dari kamera penjebak disebut sebagai *capture rate* dan dihitung sebagai *independent event* per 100 hari rekam (*trap days*) (Lampiran 1). Penghitungan Indeks kelimpahan relatif mengikuti yang dilakukan oleh O'Brien *et al.* (2003).

1.2 Patroli RPU

Patroli dari RPU menghasilkan data berupa titik keberadaan badak Sumatera di dalam TNBBS. Data ini dicoba untuk dikonversi menjadi IKR melalui *encounter rate* dan *footprint rate* (Lampiran 2). Indeks kelimpahan relatif dianalisis menggunakan pendekatan indeks per unit usaha. Data yang diolah adalah jumlah temuan tapak sebagai *footprint rate* dan temu langsung sebagai *encounter rate*. Unit usaha yang digunakan dibandingkan antara jumlah hari aktif patroli di dalam TNBBS dan jumlah panjang jarak patroli dalam km. Jumlah hari aktif diperoleh dari membagi jumlah jam patroli dengan 24 (waktu tidur dan istirahat tidak dihitung).

Encounter rate dan *footprint rate* merupakan indeks yang dinyatakan dalam jumlah temuan tapak dan temu langsung per satuan hari atau km rute patroli. Indeks ini mirip dengan indeks yang diterapkan dalam kamera penjebak seperti dijelaskan di atas. Perhitungan *encounter rate* dan *footprint rate* dapat diasumsikan sama dengan penghitungan indeks kelimpahan relatif, karena nilai indeks merupakan representasi dari nilai suatu kelimpahan total. Besarnya rentang data, memungkinkan untuk melihat kecenderungan dari indeks kelimpahan relatif. Pola grafik yang dihasilkan dari IKR diasumsikan merefleksikan kecenderungan populasi yang terjadi akibat perubahan ukuran populasi.

2. Pola Sebaran

Titik temuan patroli RPU 2005 diasumsikan mewakili daerah sebaran badak sumatera di tahun tersebut dan dianalisis dengan memetakannya bersama rute jalur patroli 2005 (Gambar 2). Pola sebaran badak sumatera diperkirakan menggunakan uji nilai perbandingan variansi dan mean. Uji ini dilakukan dengan membuat grid seluas 5 x 5 km di daerah sebaran badak dan memperlakukan tiap grid sebagai datum (Lampiran 3). Grid yang dianggap sebagai datum adalah grid yang didalamnya terdapat rute jalur patroli RPU 2005, sehingga didapatkan sebanyak 158 grid yang di dalamnya tersebar 73 tanda keberadaan badak sumatera. Rute patroli RPU tahun 2005 didigitasi *on screen* menggunakan ArcView ver. 3.3. Rute didigitasi dari peta topografi laporan dasar RPU. Peta topografi tiap patroli dipindai (*scan*) lalu rute patroli didigitasi menggunakan extension ArcView: *Digitizer, Image Analysis, Geoprocessing, JPEG (Jiff) Image Support, dan X-tools*.

3. Sebaran Badak Sumatera Seiring Waktu

Data berupa titik keberadaan badak sumatera terdokumentasi sejak tahun 1999 (RPU) dan 1998 (WCS-IP). Analisis dilakukan dengan melakukan operasi tumpang susun data gabungan dari kamera penjabak dan RPU berupa titik keberadaan badak sumatera hanya untuk tahun 1999-2005. Dengan memetakan tiap titik tersebut dapat dilihat kecenderungan perubahan daerah sebaran badak sumatera.

4. Analisis Kelayakan Habitat

Data sebaran badak sumatera berdasarkan temuan RPU dan foto kamera penjemput untuk tahun 2005 ditampilkan sebagai *layer* atau lapisan informasi yang tumpang-susun dengan peta ancaman habitat kawasan TNBBS. Dengan mengasumsikan bahwa titik-titik sebaran tersebut mewakili sebaran badak sumatera di TNBBS untuk tahun 2005, dibuat persentasi keberadaan badak sumatera dalam interval tingkat ancaman satu hingga lima. Persentasi tersebut menunjukkan kecenderungan sebaran badak sumatera di TNBBS pada interval ancaman tertentu.

5. Persentase Keterdapatan badak Sumatera pada Ketinggian Habitat Tertentu

Data sebaran dari hasil temuan RPU dan *Independent event* kamera penjemput masing-masing dilengkapi dengan keterangan koordinat lokasi serta ketinggian. Akan tetapi, terkadang data mengenai ketinggian tidak terkoleksi dengan sempurna karena berbagai alasan teknis lapangan. Untuk mengetahui nilai ketinggian pada lokasi tersebut dan memudahkan perhitungan, digunakan bantuan peta kontur secara digital. Titik koordinat keberadaan badak digabung secara spasial (*Spatial Join*) dengan peta kontur menggunakan ArcView ver. 3.3. Operasi *spatial join* menggabungkan atribut dari dua peta yang memiliki titik lokasi yang sama. Setelah ketinggian tiap titik lokasi diketahui, lalu dihitung persentasi jumlah temuan pada tiap ketinggian dari

jumlah temuan total. Hasilnya kemudian ditampilkan dalam grafik berbentuk area untuk memperlihatkan *trend* atau kecenderungan seiring waktu.

6. Periode Aktifitas Harian Badak Sumatera Berdasarkan Kamera Penjebak

Periode aktifitas harian badak sumatera diperkirakan dari waktu terfotonya badak sumatera oleh kamera penjebak. Jumlah foto yang direkam pada tiap-tiap jam dalam sehari dijumlahkan dan ditampilkan dalam grafik untuk mengetahui pada waktu apa badak sumatera paling aktif. Siang dikategorikan sebagai waktu antara pukul 08.00 hingga 18.00, petang adalah 18.00--20.00, malam adalah 20.00--06.00, dan pagi adalah rentang waktu antara 06.00 hingga 08.00. Kategori ini mengikuti yang dilakukan oleh Wells (Tidak diterbitkan). Untuk mengetahui proporsi banyaknya aktifitas antara kategori waktu tersebut, data diakumulasi dan dihitung nilai persentasenya terhadap nilai keseluruhan. Dilakukan pula perhitungan proporsi aktifitas harian tersendiri bagi badak sumatera di blok Sukaraja untuk alasan yang akan dijelaskan di pembahasan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. KELIMPAHAN BADAK SUMATERA

1. Kamera Penjebak

Hasil monitoring kamera penjebak selama lima periode sampling (@ 12-15 bulan dalam rentang waktu 1998--2005) berhasil merekam foto badak sumatera sebanyak 31 independent event selama 9093 hari tangkap.

1.1 Kecenderungan Populasi per Tahun Berdasarkan IKR Kamera Penjebak

Sejak tahun 1998 hingga 2006, hanya empat dari sepuluh blok kamera penjebak yang berhasil merekam keterdapatan badak sumatera dan jumlah tangkapan pun relatif rendah. Berdasarkan daerah sebaran badak sumatera dari hasil patroli RPU, tiga dari tujuh kamera penjebak di bagian tengah dan selatan TNBBS tidak melingkupi daerah sebaran badak sumatera (Gambar 4). Pada blok sampling Liwa, sebaran badak sumatera berdasarkan patroli RPU berada di luar blok yaitu lebih dekat ke daerah Krui yang menyebabkan blok sampling Liwa tidak pernah merekam foto badak selama lima periode sampling. Blok Marang dan Way Belambangan berada di daerah sebaran badak yang relatif lebih sedikit (bila dibandingkan blok Sukaraja), sehingga badak sumatera mungkin luput dari tangkapan kamera. Selain itu, metode peletakan kamera penjebak dilakukan secara bergilir dari satu blok ke blok

berikutnya dan dalam satu tahun kamera hanya berada selama 30--35 hari pada satu blok.

Metode *stratified random* yang diterapkan tidak memenuhi asumsi probabilitas tangkapan yang sama bagi tiap individu badak, jika cakupan yang dimaksud adalah survei bagi seluruh sebaran badak sumatera di TNBBS. Hal tersebut disebabkan adanya kemungkinan *blank area* atau daerah kosong pada daerah penyebaran badak sumatera di TNBBS, yaitu terdapat keberadaan badak tetapi tidak terlingkupi oleh survei kamera. Pola grafik indeks kelimpahan relatif (IKR) *capture rate* karenanya, tidak dapat diekstrapolasi untuk menggambarkan kecenderungan ukuran populasi badak sumatera di TNBBS. Akan tetapi, jika cakupan yang dimaksud adalah area blok kamera yang merekam badak sumatera, maka IKR *capture rate* bisa digunakan. Metode, jumlah kamera, luas area yang dilingkupi, dan rentang waktu survei yang relatif sama per blok sampling dapat diasumsikan memenuhi asumsi-asumsi kamera penjebak.

1.2 Indeks kelimpahan relatif antar blok sampling

Hasil tangkapan kamera penjebak untuk badak sumatera di TNBBS dengan metode *stratified random sampling* relatif kecil jika dibandingkan dengan temuan jejak badak sumatera oleh RPU. Terlihat dari Tabel 2 bahwa pada tahun 2005 hanya terekam 2 *independent event*, satu di blok Sukaraja dan satu di Way Ngaras. Kamera penjebak hanya merekam satu

independent event pada tahun 2003 dan 2004, masing-masing pada satu blok sampling.

Oleh karena kecilnya data, maka kelimpahan relatif per blok sampling diproses dengan menggabungkan data lima periode survei. Hasil survei selama tujuh tahun menunjukkan bahwa hanya empat blok dari sepuluh blok kamera penjemput di TNBBS yang merekam keberadaan badak, dua di bagian tengah dan dua di bagian selatan. Kelimpahan relatif badak Sumatera di keempat blok tersebut selama lima periode sampling (1998--2006) berurut dari yang paling tinggi ke rendah adalah Sukaraja (0,65), Way Ngaras (0,31), Way Paya (0,07), dan Way Pemerihan (0,05) (Tabel 1). Berdasarkan hasil tersebut badak Sumatera di TNBBS terkonsentrasi terutama pada daerah Sukaraja dan kedua di Way Ngaras.

2. Kecenderungan Populasi per Tahun Berdasarkan IKR Patroli RPU

Indeks kelimpahan relatif berdasarkan *encounter rate* memiliki variansi (*variance*) yang tinggi (Gambar 12--14), terlihat bahwa grafik tidak menunjukkan pola kecenderungan yang jelas. Variansi dalam data yang tinggi mengakibatkan IKR *encounter rate* tidak dapat digunakan. Kecenderungan dari *footprint rate* lebih menunjukkan pola yang dapat dikenali (Gambar 12--14). Berdasarkan indeks kelimpahan relatif dari *footprint rate*, populasi umumnya mengalami penurunan (Gambar 15 dan Tabel 3).

Hutabarat *et al* (2002: 9) mengatakan bahwa perburuan badak sumatera di tahun 2001 meningkat tajam dan sejumlah besar jerat badak dari baja ditemukan. Seekor badak jantan muda ditemukan terjatuh dan akhirnya mati di daerah Way Bambang yang termasuk blok Sukaraja dan sejumlah besar jerat yang menewaskan dua badak dalam rentang waktu 2 bulan ditemukan lagi di TNBBS pada tahun 2002 (Momin Khan 2002: 16). Hal tersebut mungkin yang menyebabkan penurunan IKR *footprint rate* di tahun 2002--2003. Kawasan TNBBS merupakan salah satu kawasan yang cukup sulit untuk dijaga karena memiliki batas kawasan memanjang dan gangguan terjadi di banyak bagian dari kawasan (Momin Khan *et al* 2002: 15). Gangguan terhadap kawasan TNBBS mulai menurun sejak dilakukannya operasi intelijen dan penegakan hukum pada tahun 2002 oleh Balai TNBBS dan RPU (Isnain *et al.* 2005:18), tercermin dari grafik bahwa penurunan IKR setelah tahun 2003 memiliki persentase yang lebih kecil dari tahun sebelumnya (Gambar 15).

Akan tetapi, pada rentang 2004--2005, ukuran populasi diperkirakan mengalami penurunan yang lebih besar dari penurunan di tahun 2002. penyebabnya tidak diketahui pasti karena tidak ada catatan tentang terjadinya perburuan badak sumatera setahun terakhir (2004--2005) di TNBBS. Meskipun tanpa perburuan, daya reproduksi badak sumatera yang rendah merupakan faktor yang berpengaruh terhadap kecilnya ukuran populasi badak sumatera saat ini. Populasi badak sumatera di habitatnya yang berkembang biak secara alami, dan tidak dikurangi ukurannya

oleh perburuan, dapat bertambah menjadi dua kalinya setelah 10 tahun (Komunikasi pribadi dengan Nico Van Strien, 2006).

Dari Indeks tangkapan secara implisit dapat diasumsikan bahwa dengan usaha tangkapan (*capture effort*) yang konstan dan sama, maka perubahan dalam indeks tangkapan merepresentasikan suatu perubahan yang sama pada kelimpahan (Conroy 1996: 186). Penggunaan indeks berdasarkan unit usaha mensyaratkan bahwa unit usaha yang digunakan diasumsikan konstan dalam tiap kali pengulangan.

Penghitungan IKR *footprint rate* menggunakan indeks usaha per 10 km karena diasumsikan panjang jarak patroli lebih mencerminkan unit usaha yang sama dibandingkan hari. Penggunaan unit usaha yang sama mengurangi perbedaan probabilitas deteksi yang mungkin terjadi antar periode patroli (antar pengulangan), sehingga diasumsikan tutupan area survei per km patroli akan sama pula.

Asumsi penggunaan hari sebagai unit usaha memiliki kekurangan karena terdapat variasi yang tidak diperhitungkan dalam hal keadaan lingkungan. Dalam waktu satu hari patroli yang sama, dua tim RPU yang berpatroli di lokasi yang berbeda mungkin tidak menjelajahi luasan area yang sama. Tim yang satu mungkin berpatroli di daerah yang relatif landai sedangkan yang lainnya curam. Dengan demikian, unit usaha (*effort*) yang dikeluarkan dalam survei dan cakupan luas area tidaklah sama meskipun rentangan waktu patrolinya sama. Akan tetapi, Gambar 13--14 menunjukkan bahwa unit usaha hari ataupun km jarak patroli memiliki pola grafik yang

relatif sama. Dibutuhkan uji perbedaan secara statistik untuk mengetahui signifikansi kesamaan pola grafik tersebut.

Sebagaimana layaknya indeks apapun, maka variasi akibat probabilitas deteksi dan pemilihan area sampling haruslah diperhitungkan. Pemilihan unit usaha yang diperkirakan memiliki cakupan area survei yang sama merupakan salah satu cara untuk memperkecil probabilitas deteksi dari survei Karanth & Nichols 2002b: 61--66). Akan tetapi, hubungan antara IKR *footprint rate* dengan kelimpahan sebenarnya (N) belum di validasi. Dalam penelitian ini, hubungan tersebut diasumsikan bersifat monotonik dan memiliki korelasi positif dengan kelimpahan yang sebenarnya. Hal ini didasarkan pada argumen bahwa variasi dapat dianggap konstan karena survei tersebut dilakukan oleh anggota tim yang sama dengan metode patroli yang sama. Selain itu, rentang waktu survei yang besar menyebabkan penyimpangan (*variance*) dalam data menjadi imbang (Strien 2006, Komunikasi pribadi).

B. DISTRIBUSI BADAK SUMATERA

1. Pola Sebaran Badak Sumatera

Sebaran badak sumatera diperkirakan dari sebaran tanda-tanda keberadaan badak sumatera yang ditemukan di lapangan oleh tim RPU dan lokasi kamera penjebak yang merekam adanya badak sumatera. Tanda-tanda yang biasa ditinggalkan oleh badak sebagai bekas aktifitasnya adalah

tapak kaki, kubangan, feses, bekas puntiran tiang, goresan cula, dan semprotan urin (Gambar 10). Pola sebaran populasi badak sumatera tahun 2005 berdasarkan uji nilai perbandingan variansi dan mean menunjukkan bahwa populasi badak sumatera di TNBBS tersebar secara mengelompok dengan nilai perbandingan variansi dan mean sebesar 5,47 (Lampiran 3).

Pola mengelompok paling umum ditemui di alam (Smith 1990: 328) dan terjadi jika individu dalam populasi memiliki interaksi positif atau sumber daya bagi spesies tersebut juga tersebar secara mengelompok. Heistermann (1998: 158) mengatakan bahwa badak sumatera merupakan spesies yang soliter dan bahkan pertemuan jantan dan betina di luar masa estrus bisa menimbulkan perilaku agresif sehingga, pola sebaran badak sumatera seharusnya bersifat regular atau seragam. Temuan di lapangan menunjukkan bahwa terkadang jejak dari badak yang berbeda dijumpai pada daerah yang berdekatan sehingga mengindikasikan adanya tumpang tindih daerah jelajah.

Strien (1985: 96) mengatakan bahwa badak sumatera memiliki daerah jelajah yang saling tumpang tindih tetapi terdapat daerah inti dengan luas yang lebih terbatas. Batasan yang jelas antara sifat badak sumatera yang soliter dan tumpang tindihnya daerah jelajah tidak diketahui dengan pasti. Seberapa besar tumpang tindih yang tetap memberikan ruang bagi kesoliteran badak sumatera (luas daerah jelajah badak sumatera di TNBBS), atau se-soliter apakah badak sumatera di TNBBS (perilaku badak sumatera

di TNBBS), merupakan tema menarik untuk diteliti lebih lanjut sehingga dapat memberikan jawaban penyebab dari pola mengelompok.

Daerah pengelompokan berdasarkan peta sebaran 2005 berurut dari selatan ke utara adalah pada daerah Way Belambangan, Way Paya, Pemerihan, blok Sukaraja-Way Ngaras, daerah diatas blok Way Ngaras, blok Way Marang, dan sebelah barat Liwa (Krui) (Gambar 4). Pola sebaran yang mengelompok umumnya memiliki jumlah individu yang berbeda antara satu pengelompokan ke daerah pengelompokan lainnya (Begon *et al* 1996: 569). Hal tersebut ditunjukkan oleh data kamera penjebak, blok sampling yang berbeda memiliki nilai kelimpahan relatif yang berbeda (Gambar 11).

Estimasi daerah sebaran didasarkan pada sebaran temuan patroli, yang terkait langsung dengan rute patroli. Gambar 2 menunjukkan rute patroli RPU tahun 2005 yang secara umum mengelompok di dua daerah yaitu Sukaraja dan Pemerihan. Sukaraja merupakan daerah pusat penyebaran badak, dan pada blok Pemerihan RPU mendeteksi banyaknya terjadi gangguan terhadap kawasan di tahun 2005. Leader-Williams *et al.* (1990) mengatakan bahwa lokasi rute patroli dapat dipetakan dengan mudah menggunakan GIS dan dihubungkan dengan data perjumpaan langsung, data perburuan, atau data penurunan maupun kenaikan populasi pada suatu daerah sehingga performa ataupun keberhasilan penegakan hukum dapat dievaluasi (*lihat* Walpole 2000: 68).

2. Daerah sebaran seiring waktu

Dahulu, badak sumatera dapat ditemukan menyebar di seluruh kawasan TNBBS. Perburuan intensif pada tahun 90-an telah menyebabkan badak sumatera tersisa pada rumpang-rumpang tertentu. Saat ini, tapak badak sumatera tidak hanya ditemukan jauh di dalam hutan tetapi juga di hutan yang telah terganggu dan kebun kopi. Pada tahun 2004 hanya beberapa badak yang berada di hutan primer TNBBS. Badak lainnya dan sebagian besar diantaranya ditemukan di hutan sekunder bagian selatan dari kawasan. Badak tersebut hidup di wilayah yang sempit dan terbatas. Badak tersebut tersebar di Belimbing di bagian Selatan hingga jalan tembus Krui-Liwa di bagian Utara (Isnan *et al.* 2005: 11). Secara keseluruhan sejak 1999 hingga 2005 data sebaran berdasarkan temuan RPU dan kamera penjebak menunjukkan kecenderungan sebagai berikut:

2.1 Pemerihan -- Way Belambangan

Kecenderungan yang terjadi tahun 1999--2004 adalah berkurangnya sebaran pada daerah bagian Selatan tersebut, terutama pada daerah Pemerihan. Peta ancaman (Gambar 3) menunjukkan bahwa daerah Pemerihan--Way Belambangan memiliki tingkat ancaman sangat tinggi pada bagian tepi. Akan tetapi, peta sebaran tahun 2005 menunjukkan keberadaan badak sumatera terdispersi pada bagian tengah kawasan yang memiliki tingkat ancaman sedang.

2.2 Way Ngaras -- Sukaraja

Gambar 4 menunjukkan bahwa sejak 1999--2005 daerah Way Ngaras hingga Sukaraja merupakan daerah sebaran badak utama. Sebaran tidak hanya berada di dalam kawasan tetapi antara tahun 1999--2001, 33% sebaran berada di luar kawasan yaitu di daerah Lampung Barat sebelah barat Way Ngaras-Sukaraja (Hutabarat *et al.* 2002: 15). Penilaian keanekaragaman hayati yang dilakukan oleh WWF tahun 2003 menyatakan hal yang sama. Tanda keberadaan badak sumatera ditemukan di kawasan hutan daerah Bengkunt - Lampung Barat yang berstatus Hutan Penggunaan Terbatas (HPT) dan Hutan Lindung (HL) (WWF 2003: 9--11). Meskipun berada di dalam taman nasional dengan status hukum yang jelas, perburuan tidak dapat dihindari, maka keterdapatan badak sumatera -dan satwa liar yang dilindungi lainnya- di luar taman nasional menjadi permasalahan khusus. Laju perburuan dan kepunahannya menjadi lebih cepat dibanding jika berada di dalam taman nasional, sedangkan daerah hutan tersebut masih merupakan kesatuan habitat dengan hutan yang berada di dalam kawasan taman nasional.

2.3 Way Ngaras -- Liwa

Badak sumatera tidak ditemukan pada daerah ini di tahun 1999, tetapi peta sebaran tahun berikutnya hingga 2005 menunjukkan keterdapatan badak yaitu di sebelah barat blok kamera Liwa (Krui). Penyebaran badak

sumatera di dekat daerah Krui tersebut tampak memencil dan terpisah dari sebaran di daerah Way Ngaras dan Sukaraja.

2.4 Bagian Utara Liwa hingga Pulau Beringin

Data tahun 1999 menunjukkan bahwa badak sumatera tidak terdapat di bagian utara dari TNBBS. Tapak badak pernah pula ditemukan pada bagian utara dari TNBBS yaitu di daerah Way Marang pada tahun 2002, tetapi tidak ditemukan lagi pada tahun-tahun sesudahnya. Tingginya perburuan di daerah ini oleh pemburu dari desa Tapan diduga menjadi penyebabnya. Pemburu dari desa Tapan terkenal sebagai pemburu profesional dan dianggap bertanggung jawab atas kepunahan lokal badak sumatera di TNKS (Momin Khan *et al.* 2002: 15-16). Selain itu, tingginya deforestasi pada daerah diantara jalan tembus Krui -Liwa dengan Rata Agung (Gambar 6) memutus hubungan antara populasi badak d bagian utara dan bagian tengah.

C. ANALISIS KELAYAKAN HABITAT BADAK SUMATERA

1. Kecenderungan Perubahan Keterdapatan Badak Sumatera pada Ketinggian Habitat yang Berbeda

Data temuan RPU menunjukkan bahwa badak sumatera di TNBBS selama 5 tahun (1999--2004) terutama terdapat pada ketinggian 200--300 m dpl (Gambar 17). Sebaran badak sumatera pada tahun 2003 menunjukkan

bahwa selain di ketinggian 200--300 m dpl, persentasi keberadaan badak sumatera tertinggi kedua juga ditemukan pada 400--500 m dpl. Sebaran berdasarkan ketinggian pada tahun 2004 hampir sama dengan tahun 2003 sedangkan pola sebaran berdasarkan ketinggian pada tahun 2005 cukup berbeda dengan tahun-tahun sebelumnya. Terjadi pergeseran keterdapatan ketinggian sehingga puncak keterdapatan badak tidak lagi pada 200--300 m dpl. Keterdapatan ketinggian tersebar cukup merata dengan 300--400 m dpl sebagai persentasi keberadaan tertinggi. Persentasi keberadaan badak sumatera mulai naik pada ketinggian 100--200 m dpl, yang berkulminasi di ketinggian 300--400 dan terus menurun hingga ketinggian 500--600 m dpl.

Pola keterdapatan ketinggian badak sumatera pada tahun 2005 mirip dengan keterdapatan ketinggian yang ditunjukkan oleh data dari kamera penjebak. Data dari rekaman kamera penjebak secara kumulatif (1998--2005) menunjukkan bahwa badak sumatera tersebar cukup merata dengan ketinggian 300--400 m dpl sebagai puncak sebaran. Dapat disimpulkan bahwa terjadi pergeseran keterdapatan ketinggian badak sumatera di TNBBS dari 200--300 m dpl di tahun 1999 ke ketinggian 300--400 m dpl di tahun 2005.

Badak sumatera di TNBBS tersebar pada hutan dataran rendah (0--500 m dpl), sesuai dengan klasifikasi hutan berdasarkan Van Steenis 1961, dengan sebagian kecil populasi masih dapat ditemukan paling tinggi pada ketinggian 900--1000 m dpl. Pergeseran keterdapatan ketinggian mungkin terjadi karena laju deforestasi yang tinggi di TNBBS. Hutan dataran rendah

yang merupakan habitat bagi badak sumatera, memiliki laju deforestasi enam kali lebih cepat dibandingkan hutan perbukitan atau pegunungan (Kinnaird 2003: 245--246). Deforestasi dan tekanan antropogenis yang tinggi mungkin membuat badak sumatera terdesak ke hutan dataran rendah yang masih tersisa pada daerah yang lebih tinggi.

2. Pola Aktifitas Harian Badak Sumatera dan Kecenderungan Perubahan Perilaku Akibat Aktifitas Manusia

Gambar 18a menunjukkan bahwa pola aktifitas badak sumatera tidak memiliki puncak (*peak*) aktifitas pada waktu tertentu. Hal tersebut tidak sesuai dengan sebagian besar literatur yang menyatakan bahwa pola aktifitas badak sumatera adalah nokturnal. Literatur yang tersedia sebelum penelitian Strien di lembah mamas – TN Gn. Leuser (1974) mengatakan bahwa badak sumatera paling aktif di malam hari dan istirahat di siang hari (Strien 1985: 5). Hal tersebut dikonfirmasi oleh penelitian Wells (Tidak diterbitkan) di TN Way Kambas. Uji Mann-Whitney U menunjukkan bahwa mayoritas waktu aktifitas badak sumatera di TNWK terjadi pada malam hari (Wells (Tidak diterbitkan): 28). Badak sumatera di TN Way Kambas memiliki pola aktifitas nokturnal diperkirakan untuk menghindari serangga pengganggu yang tidak ada saat malam hari (Wells (Tidak diterbitkan): 31. Griffiths pada tahun 1993 (*lihat* Wells (Tidak diterbitkan): 31) juga menemukan pola aktifitas nokturnal pada badak sumatera di TN Gn. Leuser.

Pola *monophasic*, yaitu satu rentangan aktifitas yang panjang per periode 24 jam seperti umumnya teramati pada aktifitas nokturnal dan diurnal (Curtis & Rasmussen 2006: 1978), tidak ditemukan pada badak sumatera di TNBBS. Sebaliknya, Gambar 18a menunjukkan bahwa pola aktifitas badak sumatera di TNBBS cenderung *polyphasic* atau ultradian, yaitu beberapa rentangan aktifitas pendek per periode 24 jam (Komunikasi pribadi dengan Carel van Schaik, 2006).

Tidak seperti aktifitas nokturnal atau diurnal yang memiliki satu puncak waktu aktifitas (monomodal), atau *crepuscular* dengan dua puncak aktifitas pada petang dan pagi hari (bimodal) (Lizcano & Cavelier 2000: 429), spesies dengan pola aktifitas *polyphasic* dapat memiliki puncak waktu aktifitas kapan saja dalam rentang waktu 24 jam. Istilah yang diberikan pada pola aktifitas *polyphasic* seperti yang dimiliki badak sumatera di TNBBS adalah '*cathemeral*' (Schaik 2006, komunikasi pribadi; Curtis & Rasmussen 2006: 1978). *Cathemeral* pertama kali dikemukakan oleh Ian Tattersall pada tahun 1978 dan berasal dari bahasa Yunani *κατα* (*through*) dan *ημερα* atau 'mera' (*the day*) untuk menyebut pola aktifitas spesies dengan distribusi waktu aktifitas relatif merata selama rentang 24 jam (Tattersall 2006: 7).

Gambar 18b menunjukkan proporsi aktifitas badak sumatera dalam persen dan terlihat bahwa aktifitas pada siang hari lebih banyak dibandingkan malam hari. Pola aktifitas ini tidak dapat dianggap diurnal karena tidak menunjukkan pola monomodal atau adanya satu puncak aktifitas. Proporsi

dari aktifitas di siang hari dan di malam hari adalah 60:40 (dengan pagi hari dikategorikan sebagai siang dan petang hari dikategorikan malam, mengikuti Wells ((Tidak diterbitkan): 12). Proporsi tersebut mendekati proporsi 50:50, yaitu waktu aktif yang seimbang antara malam dan siang hari.

Pola aktifitas harian satwa liar dapat terbentuk karena pengaruh gangguan (*disturbance*) pada habitatnya. Contohnya adalah badak jawa di Ujung Kulon. Berdasarkan survei kamera penjebak, badak jawa yang berada di blok Cigenter - Cihandeleum memiliki aktifitas harian malam hari. Pola aktifitas yang nokturnal ini diperkirakan terjadi karena badak jawa menghindari aktifitas manusia yang cukup tinggi pada siang hari di blok Cigenter - Cihandeleum tersebut (Noorfauzan 2004: 32).

Satu-satunya predator bagi badak adalah manusia, sehingga secara teoritis badak sumatera di TNBBS akan berperilaku seperti badak jawa yang memiliki pola aktifitas nokturnal untuk menghindari manusia. Akan tetapi, badak sumatera di TNBBS -suatu kawasan yang dikelilingi pemukiman padat- justru memiliki waktu aktifitas relatif merata sepanjang hari. Schaik (2006, Komunikasi pribadi) mengatakan bahwa *cathemerality* dimiliki oleh spesies yang pola aktifitasnya tidak kaku dan mudah berubah untuk menyesuaikan dengan kondisi habitat. Pola *cathemeral* badak sumatera di TNBBS ini mungkin terjadi karena seringnya perjumpaan dengan manusia. Tekanan antropogenis di TNBBS salah satunya adalah seringnya kehadiran manusia di dalam kawasan (Gambar 9). Badak sumatera menjadi terbiasa

dengan kehadiran manusia dan mengarah ke habituasi karena tidak lagi takut dengan manusia.

3. Tingkat ancaman pada habitat badak sumatera

Sebaran badak sumatera berdasarkan peta ancaman 47,3% berada di daerah ancaman sedang; 25,7% berada di daerah ancaman tinggi, 13,5% berada di daerah ancaman rendah; 8,1% berada di daerah ancaman sangat tinggi; dan 5,4% berada di daerah bukan hutan (Gambar 16). Keterdapatannya badak sumatera di daerah bukan hutan merupakan titik lokasi dari badak sumatera yang tak sengaja terhabituasi. Badak yang kemudian diberi nama Rosa tersebut sering ditemukan di jalan, ladang dan pemukiman penduduk. Ancaman dengan tingkat sedang merupakan tingkat ancaman yang mendominasi daerah sebaran badak sumatera di TNBBS (antara daerah Liwa hingga Way Belambangan). Berdasarkan peta ancaman, daerah yang dianggap tidak layak adalah daerah yang memiliki tingkat ancaman sangat tinggi dan tinggi (Gambar 3), sehingga secara umum badak sumatera di TNBBS masih berada pada habitat yang cukup layak.

Daerah Sukaraja merupakan daerah dengan kelimpahan tertinggi dan diperkirakan sebagai pusat sebaran badak sumatera. Akan tetapi, gambar 3 menunjukkan bahwa Sukaraja memiliki tingkat ancaman kombinasi dari sedang hingga tinggi sehingga dikategorikan sebagai daerah yang tidak layak. Sukaraja yang dialiri oleh anak-anak sungai Way Bamban dibelah oleh jalan tembus Sukaraja-Pemerihan (Gambar 8 & 9). Jalan tembus yang

membentang dengan jarak 30 km tersebut merupakan jalan utama yang menghubungkan Lampung Timur dengan Lampung Barat dan Pesisir Utara. Jalan tembus cukup aktif dilewati kendaraan roda dua dan empat karena merupakan alternatif jalan tercepat menuju Krui atau pun Bengkulu dan jalan arteri perekonomian Kabupaten Tanggamus (Isnain 2005: 12). Pertanyaan yang menarik adalah mengapa terdapat kelimpahan relatif dan sebaran yang tinggi di Sukaraja, suatu daerah yang telah mendapat intervensi langsung oleh manusia berupa jalan tembus.

Untuk menjawabnya, pertama kita harus melihat kriteria habitat yang dibutuhkan oleh badak sumatera. Strien 2006 (komunikasi pribadi) menyatakan bahwa badak sumatera adalah badak hutan tropis bersifat *browser* dan memakan tumbuh-tumbuhan muda. Sukaraja merupakan daerah dengan tingkat ancaman sedang hingga tinggi, artinya hutan pada area mudah untuk diakses oleh manusia yang berujung pada konversi hutan, sehingga kemungkinan besar terdapat banyak pertumbuhan sekunder. Pertumbuhan sekunder dengan jumlah *sapling* yang melimpah menjamin ketersediaan sumber pakan bagi badak sumatera.

Pengamatan RPU pada tahun 2004 menyatakan bahwa pada jalan tembus tersebut terjadi sebanyak 15 jumpa langsung, 5 diantaranya adalah juwana (*juvenile*) (Isnain *et al.* 2004: 12). Hal tersebut menimbulkan asumsi bahwa terjadi *over* populasi badak sumatera di Sukaraja. Akan tetapi, Meskipun Sukaraja merupakan daerah dengan kelimpahan relatif tertinggi, namun jumlah individu sebenarnya dari badak sumatera di Sukaraja belum

diketahui, sehingga asumsi over populasi tidak dapat diuji. Over populasi terjadi bila daya dukung lingkungan tidak mencukupi bagi populasi dengan jumlah tertentu.

Penyebab dari sering ditemuinya badak sumatera di luar kawasan tersebut mungkin akibat habituasi dengan manusia. Strien (2006, komunikasi pribadi) mengatakan bahwa badak sumatera merupakan spesies yang mudah untuk terhabituasi. Hal yang mendasari asumsi ini adalah tingkat ancaman pada Sukaraja yang merupakan indikasi bahwa daerah tersebut mudah diakses. Daerah tersebut sering dirambah oleh penduduk sekitar untuk mencari hasil hutan seperti rotan dan damar batu terutama pada musim paceklik ketika sawah dan ladang tidak menghasilkan keuntungan (Gambar 9a).

Griffiths & Schaik (1993: 626) mengatakan bahwa spesies di daerah dengan aktifitas manusia yang tinggi dapat memiliki respon yang berbeda-beda. Beberapa spesies akan menghindari daerah tersebut, beberapa masih tetap menggunakan daerah tersebut akan tetapi waktu aktifitasnya berubah menjadi nokturnal untuk menghindari manusia di siang hari, dan beberapa akan menjadi terhabituasi oleh manusia.

Badak sumatera tidak menghindari daerah Sukaraja dan pola aktifitas harian badak sumatera di Sukaraja adalah *cathemeral* (Gambar 18b). Fakta yang ada adalah kelimpahan relatifnya paling tinggi dan badak sumatera sering terlihat oleh manusia keluar dari kawasan. Hal-hal tersebut

mendukung asumsi bahwa kemungkinan terjadi proses habituasi pada badak sumatera di Sukaraja.

Satwa-satwa liar yang terhabituasi merupakan keniscayaan pada kondisi hutan yang terjepit oleh pemukiman penduduk (Schiek 2006, komunikasi pribadi). Griffiths & Schaik (1993: 626) dari hasil penelitiannya di ketambe menunjukkan bahwa kehadiran manusia yang intensif pada habitat satwa liar, terlepas dari baik atau buruknya aktifitas (berburu, ekoturisme, ataupun penelitian), akan berpengaruh terhadap spesies yang ada di sana. Hal ini menjadi pedang bermata ganda karena usaha penelitian atau perlindungan terhadap badak sumatera dapat menyebabkan terjadinya perubahan perilaku alami spesies yang diteliti dan dilindungi.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Kelimpahan relatif tertinggi badak sumatera adalah di Sukaraja (0,65), kemudian menurun pada blok sampling Way Ngaras (0,31), Way Paya (0,07), dan Way Pemerihan (0,05).
2. kamera penjebak dengan pendekatan *stratified random sampling* menghasilkan probabilitas deteksi badak sumatera yang rendah, yang terlihat dari rendahnya jumlah foto kamera penjebak.
3. Kecenderungan kelimpahan relatif badak sumatera 2002--2005 berdasarkan indeks kelimpahan relatif (IKR) *footprint rate* menunjukkan penurunan.
4. Kecenderungan ukuran populasi berdasarkan IKR *footprint rate* dapat digunakan tetapi dengan mengingat bahwa variasinya belum dikalibrasi dan didasarkan pada asumsi yang belum diuji.
5. Pola sebaran badak sumatera di TNBBS berdasarkan uji perbandingan variansi dan mean adalah mengelompok.
6. Badak sumatera di TNBBS tersebar di daerah bagian tengah ke selatan (daerah blok sampling Liwa hingga Way Blambangan) dengan nilai kelimpahan relatif yang berbeda-beda.

7. Badak sumatera tidak ditemukan di daerah bagian utara TNBBS (daerah bagian utara Liwa hingga blok sampling P. Beringin).
8. Badak sumatera di TNBBS sebagian besar berada pada habitat yang layak karena -berdasarkan peta ancaman- tersebar pada daerah ancaman sedang (47,3%).
9. Badak sumatera di daerah TNBBS dengan kelimpahan relatif tertinggi, Sukaraja, berada pada habitat yang tidak layak karena -berdasarkan peta ancaman- daerah tersebut memiliki ancaman tinggi dan sangat tinggi.
10. Terjadi perubahan keterdapatan badak sumatera dari 200--300 m dpl pada tahun 1999--2004 menjadi 300--400 m dpl di tahun 2005.
11. Pola periode aktifitas harian badak sumatera di TNBBS menunjukkan pola *cathemeral*
12. Tekanan antropogenis yang tinggi -berupa deforestasi dan keterdapatan manusia di dalam kawasan- berpengaruh terhadap perilaku badak sumatera. Deforestasi di hutan dataran rendah mendesak badak sumatera untuk menempati hutan yang makin tinggi. Terjadi pula indikasi badak sumatera mengalami habituasi karena seringnya kehadiran manusia di dalam kawasan, hal tersebut ditunjukkan oleh pola aktifitasnya yang tidak menghindari manusia.

B. SARAN

1. Untuk meningkatkan kekuatan pendeteksian perubahan populasi oleh IKR harus dibuat validasi untuk mengkalibrasi nilai IKR. IKR yang telah di validasi dapat digunakan untuk mengetahui keefektifan manajemen konservasi terhadap badak sumatera.
2. Variasi dalam sampling dapat diperkecil dengan meningkatkan kesistematiskan dalam pengambilan data.
3. Usaha perlindungan badak sumatera dari perburuan harus terintegrasi dengan usaha estimasi perubahan ukuran kelimpahan relatif dari populasi badak sumatera yang dijaga, sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan akan efektifitas perlindungan, dan bahan masukan dalam pengambilan keputusan langkah strategis pengamanan atau konservasi berikutnya.
4. Penerapan kamera penjebak dalam survei badak sumatera sebaiknya disesuaikan dengan daerah sebaran dari badak sumatera sehingga probabilitas deteksi tinggi (mendekati 1) dan tidak ada area kosong (*blank area*). Data dari kamera penjebak tersebut selanjutnya harus diidentifikasi per individu sehingga bisa diperoleh nilai kepadatan - bukan hanya kelimpahan relatif- melalui metode *capture-recapture*.
5. Patroli dan penelitian yang bersifat *invasive* harus diatur sedemikian rupa sehingga tujuan dari patroli dan penelitian tercapai tapi tanpa menimbulkan kemungkinan perubahan perilaku pada badak sumatera.

DAFTAR ACUAN

- Ahmad, M., W. Ramono, R. Sukumar, N. Franklin, C. Santiapillai, G.H. Speeding, J. Reilly, & C. McHenry. 1994. Working group report: sumatran rhino censusing techniques. *Dalam*: Soemarna, K., R. Tilson, W. Ramona, D.W. Sinaga, R. Sukumar, T.J. Foose, K. Traylor-Holzer & S. Ulysses (eds.). 1994. *Report of sumatran rhino population and habitat viability analysis*. 8--13 November 1993. IUCN, Bandar Lampung: v + 103 hlm.
- Ahmad, M. 1992. Studi pendahuluan konservasi badak sumatera - Tim Peneliti Badak Sumatera Balai Penelitian Universitas Lampung. *Dalam*: Soemarna, K., R. Tilson, W. Ramona, D.W. Sinaga, R. Sukumar, T.J. Foose, K. Traylor-Holzer & S. Ulysses (eds.). 1994. *Report of sumatran rhino population and habitat viability analysis*. 8--13 November 1993. IUCN, Bandar Lampung: v + 103 hlm.
- Ahmad, M., A. Setiawan, W. Isnain, Y. Widodo, S. Umar & Kanedi. 1992. *Studi konservasi badak sumatera (Dicerorhinus sumatrensis) Fisch 1814 di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan*. Tim Program Studi Lingkungan Balai Penelitian Universitas Lampung, Kantor Meneg Kependudukan dan Lingkungan Hidup, Dephut & Bank International Indonesia, Bandar Lampung: iv + 45 hlm.
- Alikodra, H.S. 1990. *Pengelolaan satwaliar*. Depdikbud, Dirjen Pendidikan Tinggi. PAU Universitas Ilmu Hayat IPB, Bogor: xviii + 303 hlm.

- Balai TNBBS (=Taman Nasional Bukit Barisan Selatan). 2003. *Buku Informasi Taman Nasional Bukit Barisan Selatan Lampung-Bengkulu Indonesia*. ILRC, EU – Dephut, Kotaagung: iv + 29 hlm.
- Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsend. 1996. *Ecology - individuals, populations, and communities*. 3rd ed. Blackwell Science Ltd. Cambridge: xii + 1068.
- Buckland, S.T., A.E. Magurran, R.E. Green & R.M. Fewster. 2005. Monitoring change in biodiversity through composite indices. *Philosophical Transactions of The Royal Society B*. **360**: 234--254.
- Carbone, C., S. Christie, K. Conforti, E.T. Coulson, N. Franklin, J.R. Ginsberg, M. Griffiths, J. Holden, K. Kawanishi, M. Kinnaird, R.Laidlaw, A. Lynam, D.W. Macdonald, D. Martyr, C. McDougal, L. Nath, T. O'Brien, J. Seidensticker, D.J.L. Smith, M. Sunquist, R. Tilson & W.N. Wan Shahrudin. 2001. The use of photographic rates to estimates densities of tigers and other cryptic mammals. *Animal Conservation* **4**: 75--79.
- Carbone, C., S. Christie, K. Conforti, E.T. Coulson, N. Franklin, J.R. Ginsberg, M. Griffiths, J. Holden, K. Kawanishi, M. Kinnaird, R.Laidlaw, A. Lynam, D.W. Macdonald, D. Martyr, C. McDougal, L. Nath, T. O'Brien, J. Seidensticker, D. J. L. Smith, M. Sunquist, R. Tilson, & W. N., Wan Shahrudin. 2002. The use of photographic rates to estimates densities of tigers and other cryptic mammals: response to Janelle *et al.* *Animal Conservation* **5**: 121--123.

- Conroy, M.J. 1996. Estimating abundance and species richness – abundance indices. *Dalam: Wilson, D.E., F.R. Cole, J.D. Nichols, R. Rudran & M.S. Foster (eds.). 1994. Measuring and monitoring biological diversity, standard methods for mammals.* The Smithsonian Institution, New York: 179-189.
- Curtis, D.J. & M.A. Rasmussen. 2006. The evolution of cathemerality in primates and other mammals: a comparative and chronoecological approach. *Folia Primatologica* **77**: 178--193. [Abstrak]
- Dirjen PHPA Dephut RI (=Direktur Jenderal Perlindungan Hutan dan Pelestarian Alam Departemen Kehutanan Republik Indonesia) & YMR (=Yayasan Mitra Rhino). 1994. *Strategi Konservasi Badak Indonesia.* BII, Jakarta: iv + 74 hlm.
- Donna, M. 2003. Kompas - Berburu gaharu emas Sumatera. 10 Mei: 1 hlm. <http://www.kompas.com>, 20 September 2005, pk. 08.23.
- Edwards, A.E. 1994. *Field methods for the conservation of african forest and forest animals: a manual for protected area managers.* Wildlife Conservation Society & Protected Area Conservation Strategy (PARCS): iv + 230 hlm.
- ESRI (=Environmental Science Research Institute). 2005. Why use GIS (tth) April: 1 hlm. <http://www.gis.com>, 19 September 2005, pk. 08.54.
- Foose, J. & N.J. Van Strien. 1997a. The asian rhino: three species on the brink of extinction. *Dalam: Foose, J. & Van Strien (eds.). 1997. Javan*

- rhino colloquium, agenda 7 briefing book*. 1997 July 1--3. Cisarua, Bogor: iii + 77 hlm.
- Foose, J. & N.J. Van Strien. 1997b. *Asian rhinos - status survey and conservation action plan*. IUCN, Gland, Switzerland, & Cambridge: v + 112 hlm.
- Foose, J. & N.J. Van Strien. 1998. Conservation programmes for sumatran and javan rhinos in Indonesia and Malaysia. *Pachyderm* **26**: 100--115.
- Gaveau, D.L.A., H. Wandono, F. Setiabudi & A. Baco. (Unpublish. Report). *Three decades of deforestation in southwest Sumatra: have protected areas halted forest loss, logging and promoted re-growth?*. 36 hlm.
- Gibbs, J.P. 2000. Monitoring population. *Dalam*: Boitanl, I. & T.K. Fuller (eds.). 2000. *Research technique in animal ecology controversies and consequences*. Columbia University Press, New York: 213--252.
- Goodchild, M.F. 2003. Geographic information science and system for environmental management. *Annual Rev. Environment Resources* **28**: 493--519.
- Griffiths, M & C. Van Schaik. 1993. The impact of human traffic on the abundance and activity periods of Sumatran rain forest animals. *Conservation Biology* **7(3)**: 623--626.
- Heistermann, M., M. Agil, A. Bütke & J.K. Hedges. 1998. Metabolism and excretion of oestradiol-17 β and progesterone in the sumatran rhinoceros (*dicerorhinus sumatrensis*). *Animal Reproduction Science*. **53(98)**: 157--172.

- Hutabarat, A.A., D.D. Subrata & N.J. Van Strien. 2001. *Indonesian rhino Conservation Programme (IRCP) 2000 Annual report and summary of releVant data*. Pusat Konservasi Badak Indonesia, Bogor: i + 40 hlm.
- Hutabarat, A.A., D.D. Subrata & N.J. Van Strien. 2002. *Indonesian rhino Conservation Programme (IRCP) 2001 Annual report and summary of releVant data*. Pusat Konservasi Badak Indonesia, Bogor: i + 50 hlm.
- Hutabarat, A.A., D.D. Subrata & N.J. Van Strien. 2004. *Indonesian rhino Conservation Programme (IRCP) 2002 & 2003 Annual report and summary of releVant data*. Pusat Konservasi Badak Indonesia, Bogor: i + 79 hlm.
- Isnani, W., D.D. Subrata & N.J. Van Strien. 2005. *Indonesian rhino Conservation Programme (IRCP) 2004 Annual report and summary of releVant data*. Pusat Konservasi Badak Indonesia, Bogor: 75 hlm.
- ITC. 1999. *Principles of geographic information system*. International Institute for Aerospace and Earth Sciences, Enschede: ix + 225 hlm.
- Janelle, C.S., M.C. Runge & D.I. MacKenzie. 2002. The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals: a comment on misleading conclusion. *Animal Conservation* **5**: 119--120.
- Karanth, U.K. 1994. Estimating tiger *Panthera tigris* populations from camera-trap data using capture-recapture models. *Biological conservation*. **71**(1995): 333--338
- Karanth, K.U. & J.D. Nichols. 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology* **79**(8): 2852--2862

- Karanth, K.U. & J.D. Nichols. 2000. *Camera trapping big cats: some questions that should be asked frequently*. WCS-Int. Program – US Geological Survey-Patuxent Wildlife Research Center: 11 hlm.
- Karanth, K.U. & J.D. Nichols. 2002a. Population monitoring: a conceptual framework. *Dalam: Karanth, K.U. & J.D. Nichols. (ed.). 2002. Monitoring tigers and their prey: a manual for researchers, managers and conservationist in tropical asia*. Center for Wildlife Studies, Bangalore: 23--28.
- Karanth, K.U. & J.D. Nichols. 2002b. Statistical concept: indices of relative abundance. *Dalam: Karanth, K.U. & J.D. Nichols. (ed.). 2002. Monitoring tigers and their prey: a manual for researchers, managers and conservationist in tropical asia*. Center for Wildlife Studies, Bangalore: 61--70.
- Karanth, K.U., J.D. Nichols & N.S. Kumar. 2004. Photographic sampling of elusive mammals in tropical forests. *Dalam: Thompson, W.L. (ed.). 2004. Sampling rare or elusive species; concept, design, and techniques for estimating population parameters*. Island Press, Washington DC: 229--247.
- Kemf & Strien 2002. Description and distribution of asian rhinos. *Dalam: Williams, A.C. (ed.). 2003. WWF species action plan for asian rhinos*. WWF - International, Kathmandu: 1--3.
- Kinnaird, M.F., E.W. Sanderson, T.G. O'Brien, H.T. Wibisono & A.G. Woolmer. 2003. Deforestation trends in a tropical landscape and

implications for endangered large mammals. *Conservation Biology* **17**(1): 245--257.

Krebs, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. University of British Columbia. Harper & Row, Publishers. New York: xii + 654 hlm.

Lizcano, D.J. & Cavelier J. 2000. Daily and seasonal activity of the mountain tapir (*Tapirus pinchaque*) in the Central Andes of Colombia. *Journal of Zoology*, **252**: 429--435. [Abstrak]

Molles Jr, M.C., 2005. *Ecology, concept and applications*. 3rd ed. McGraw Hill Higher Education, New York: xviii + 622.

Momin Khan, M. K. bin, T.J. Foose & N. J. Van Strien. 2001. Asian rhino specialist group report. *Pachyderm* **31**: 11--13.

Momin Khan, M. K. bin, T.J. Foose & N. J. Van Strien. 2002. Asian rhino specialist group report. *Dalam*: Houten, H. Van. (ed). *Pachyderm* **33**: 15--17.

Nichols, J.D. & M.J. Conroy. 1996. Estimating abundance and species richness –conceptual framework. *Dalam*: Wilson, D.E., F.R. Cole, J.D.

Nichols, R. Rudran & M.S. Foster (eds.). 1994. *Measuring and monitoring biological diversity, standard methods for mammals*. The Smithsonian Institution, New York: 177-179.

Noorfauzan, M.R. 2004. Studi populasi badak jawa (*Rhinoceros sondaicus* Desmarest) di taman nasional ujung kulon banten dengan menggunakan kamera penjebak. Skripsi Sarjana Sains FMIPA-UI, Depok: ix + 80 hlm.

- Nowak, R.M. 1991. *Walker's mammals of the world*. Volume 2. 5th ed. The John Hopkins University Press, Baltimore & London: x + 989 hlm.
- O'Brien, T.G., M.F. Kinnaird & H.T. Wibisono. 2003. Crouching tigers, hidden prey: Sumateran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation* **6**: 131--139.
- Pearce, J. & S. Ferrier. 2000. The practical value of modelling relative abundance of species for regional conservation planning: a case study. *Biological Conservation* **98**: 33--43.
- Pellet, J. & B.R. Schmidt. 2005. Monitoring distribution using call surveys: estimating site occupancy, detection probabilities and inferring absence. *Biological Conservation* **123**: 27--35.
- Primack, R.B., J. Supriatna, M. Indrawan & P. Kramadibrata. 1997. *Biologi konservasi*. Terj. dari *A primer of conservation biology*. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta: iii + 345 hlm.
- Roberge, J.M. & P. Angelstam. 2003. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Conservation Biology* **18**(1): 76--85.
- Royle, J.A. & J.D. Nichols. 2003. Estimating abundance from repeated presence-absence data or point counts. *Ecology*. **84**(3): 777--790.
- Rudran, R., T.H. Kunz, C. Southwell, P. Jarman & A.P. Smith. 1996. Observational techniques for nonvolant mammals. *Dalam*: Wilson, D.E., F.R. Cole, J.D. Nichols, R. Rudran & M.S. Foster (eds.). 1994. *Measuring and monitoring biological diversity, standard methods for mammals*. The Smithsonian Institution, New York: 81--104.

- Sanderson, E.W., M. Jaiteh, M.A. Levy, K.H. Redford, A.V. Wannebo & G. Woolmer. 2002. The human footprint and the last of the wild. *Bio Science* **52**(10): 891--904.
- Sanderson, J.G. 2004. *Camera Phototrapping Monitoring Protocol*. Tropical Ecology Assessment and Monitoring Initiative. The center for Applied Biodiversity Science (CABS). Conservation International, Washington DC: 18 hlm.
- Sanderson, J. (tth). *TEAM initiative camera trapping protocol*. Center for Applied Biodiversity Science at Conservation International: 8 hlm.
- Silver, S. 2004. *Assesing jaguar abundance using remotely triggered cameras*. Jaguar Survey Coordinator, Jaguar Conservation Program, Wildlife Conservation Society: 25 hlm.
- Smith, R.L. 1990. *Ecology and field biology*. 4th ed. Harper-Collins Publishers, New York: xx + 922 hlm.
- Sriyanto & A. Rubianto. (Tidak diterbitkan). *Draft report of TRAFFIC tiger & rhino*. PKBI, Bogor: 16 hlm.
- Sumampau, T. 1999. Proyek suaka rhino sumatera. *Dalam: Stiawan, V.I., D. Herly & P.I. Pandji (eds.). 1999. Prosiding semiloka konservasi badak sumatera berbasis masyarakat di TNWK*. 13--14 November 1999. JPWK/YMR, Bandar Lampung: 39--40.
- Strien, N.J. Van. 1985. *The sumatran rhinoceros -Dicerorhinus sumatrensis- (Fischer, 1814) in the Gunung Leuser national park, Sumatra, Indonesia;*

its distribution, ecology and conservation. Privately published,

Doorn: vii + 207 hlm.

- Talukdar, B.K. 2003. Importance of anti-poaching measures towards successful conservation and protection of rhinos and elephants, north-eastern India. *Pachyderm* **33**: 59--65.
- Tattersall, I. 2006. The concept of cathemerality: history and definition. *Folia Primatologica* **77**: 7--14. [Abstrak]
- UNEP (=United Nations Environment Programme). 2002. Protected area program, World Heritage Site, Indonesia. 7 Juli: 1 hlm. http://www.unep-wcmc.org/sites/wh/forests_of_sumatera.htm, 20 Juni 2005, pk. 15.42.
- Waite, S. 2000. *Statistical ecology in practice: a guide to analysing environmental and ecological field data*. Pearson Education Ltd., London: xx + 414 hlm.
- Walpole, M. 2000. GIS as a tool for rhino conservation. *Pachyderm* **28**: 65--70.
- Wells, P. (Tidak diterbitkan). *The sumatran rhinoceros in Way Kambas National Park, Indonesia: a study of population exposed to catastrophic events*. 35 hlm.
- Wibisono, H.T. 2006. *Population ecology of sumatran tigers (Panthera tigris sumatrae) and their prey in Bukit Barisan Selatan National Park, Sumatera, Indonesia*. Thesis Master of Science. Dept. of Nat. Resource Conservation. Univ. of Massachusetts, Amherst: xv + 91 hlm.

Wildlifebiz. (tth). Sumatran rhinoceros. Juni: 1 hlm. <http://www.wildlifebiz.org>,

20 Juni 2005, pk. 20.59.

Wilson, D.E., J.D. Nichols, R. Rudran & C. Southwell. 1996. Introduction.

Wilson, D.E., F.R. Cole, J.D. Nichols, R. Rudran, & M.S. Foster (eds.).

1994. *Measuring and monitoring biological diversity, standard methods*

for mammals. The Smithsonian Institution, New York: 81-104.

WWF (=World Wide Fund). 2002a. *Asian rhinos - species status report*.

WWF: 24 hlm.

WWF (=World Wide Fund). 2002b. *WWF's asian rhino and elephant action*

strategy (Areas) - Securing a future for asia's wild rhinos and elephants.

WWF: 20 hlm.

WWF (=World Wide Fund). 2003. *Penilaian keanekaragaman hayati secara*

cepat di kawasan hutan sekitar TNBBS daerah Bengkunt, Lampung

Barat. WWF Indonesia - Bukit Barisan Selatan Project, Kotaagung: 13

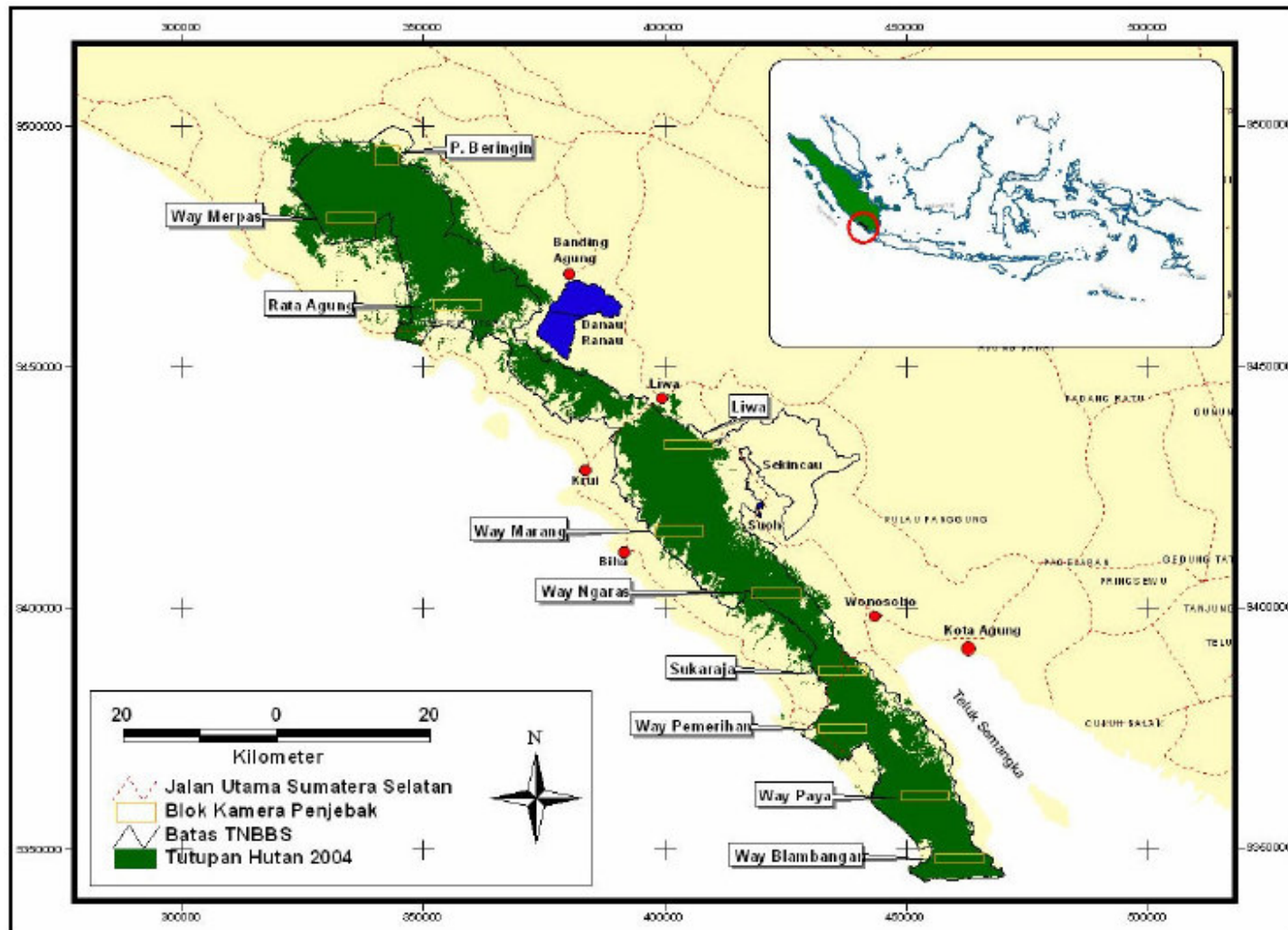
hlm. (Tidak diterbitkan.)

WWF (=World Wide Fund). 2004. *Bukit Barisan Selatan, Sumatera Rhinos*

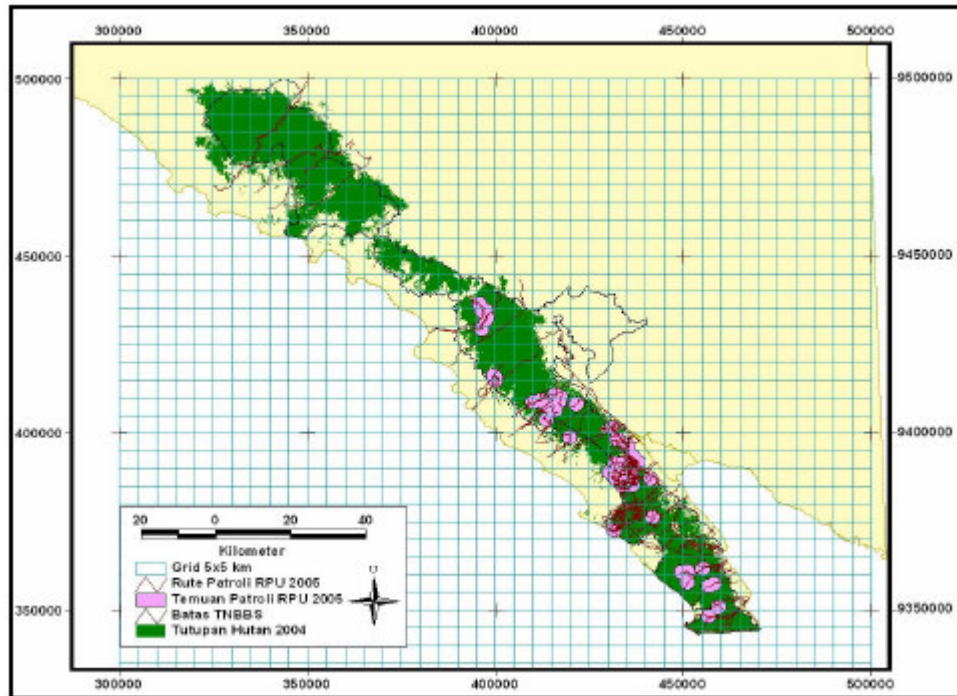
and Tiger on The Edge. November: 4 hlm. <http://www.panda.org>,

21 Juni 2005, pk. 16.09.

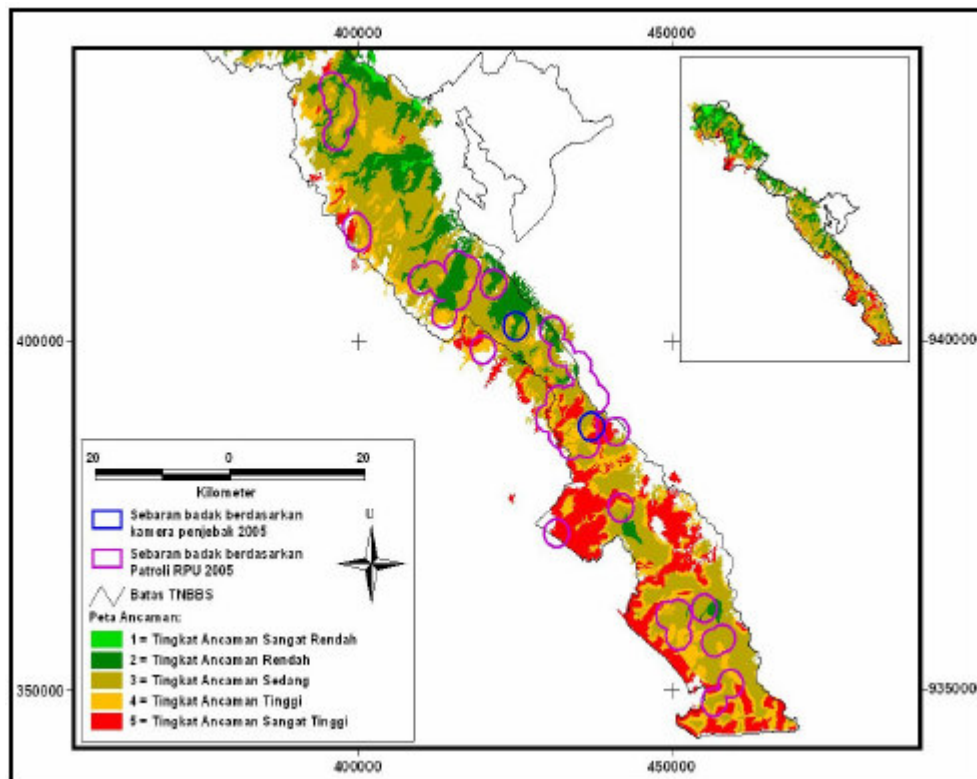
GAMBAR



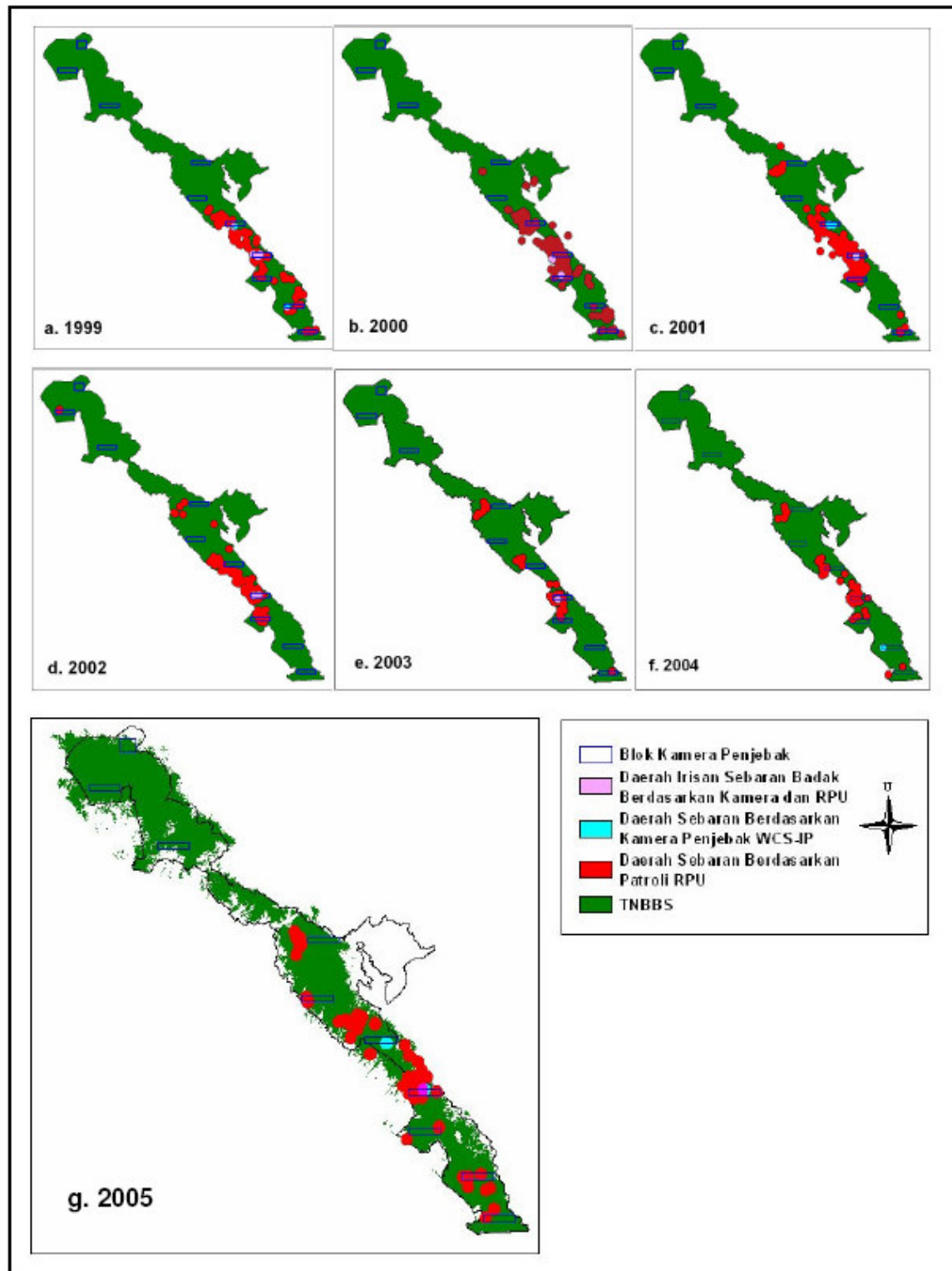
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan dan Blok-blok Kamera Penjebak



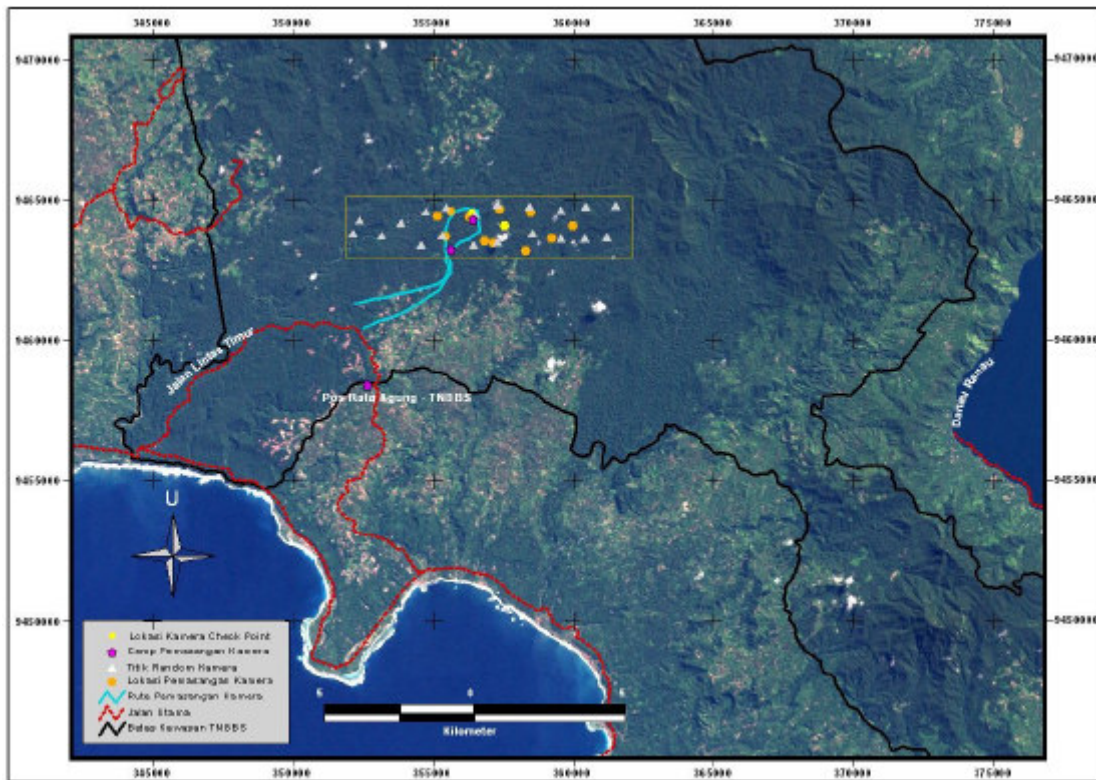
Gambar 2. Peta Rute Patroli dan Temuan Hasil Patroli RPU 2005



Gambar 3. Peta ancaman habitat badak sumatera (Baco, Tidak diterbitkan - WCS IP) dan sebaran badak sumatera 2005



Gambar 4. Peta Sebaran Badak Sumatera 1999--2005



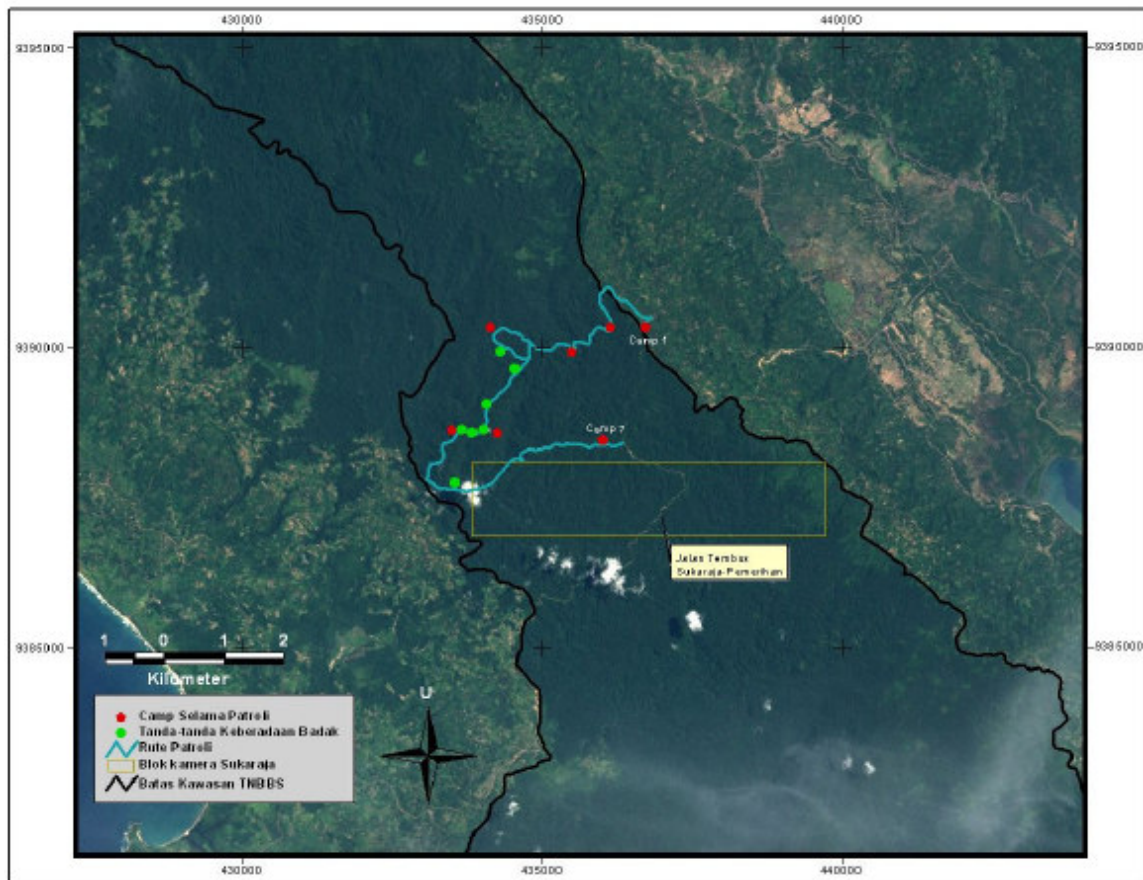
Gambar 5. Peta Lokasi Pemasangan Kamera Penjebak di Blok sampling Rata Agung Februari 2006 [Citra Landsat April 2000 - WCS-IP]



Gambar 6. Deforestasi di Rata Agung dan Proses Pemasangan Kamera Penjebak Infra Merah Pasif [CamTrak South Inc., Watkinsville, GA 30677] di Blok Sampling Rata Agung (Februari 2006)



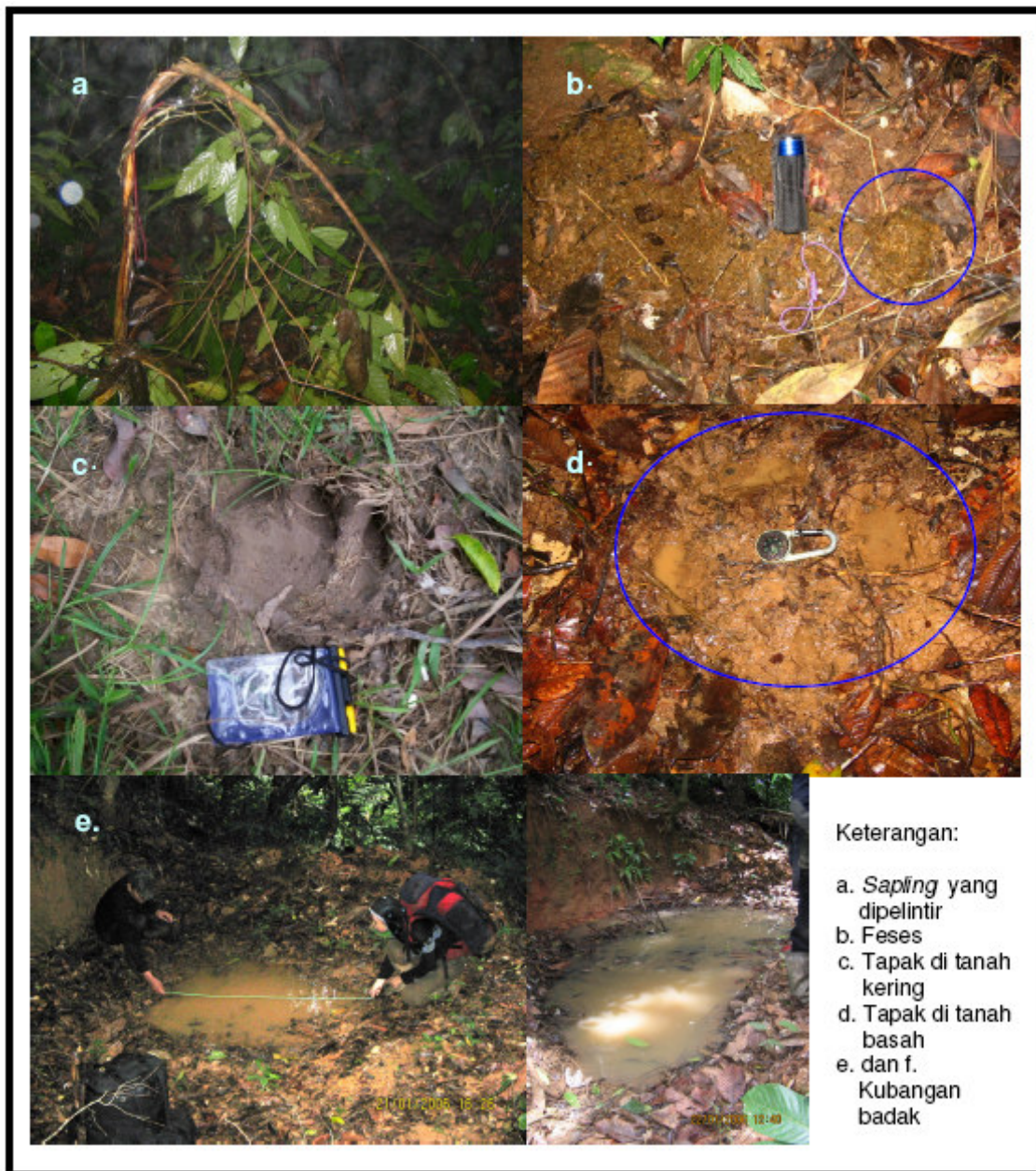
Gambar 7. Foto Hasil Rekaman Kamera Penjebak WCS-IP



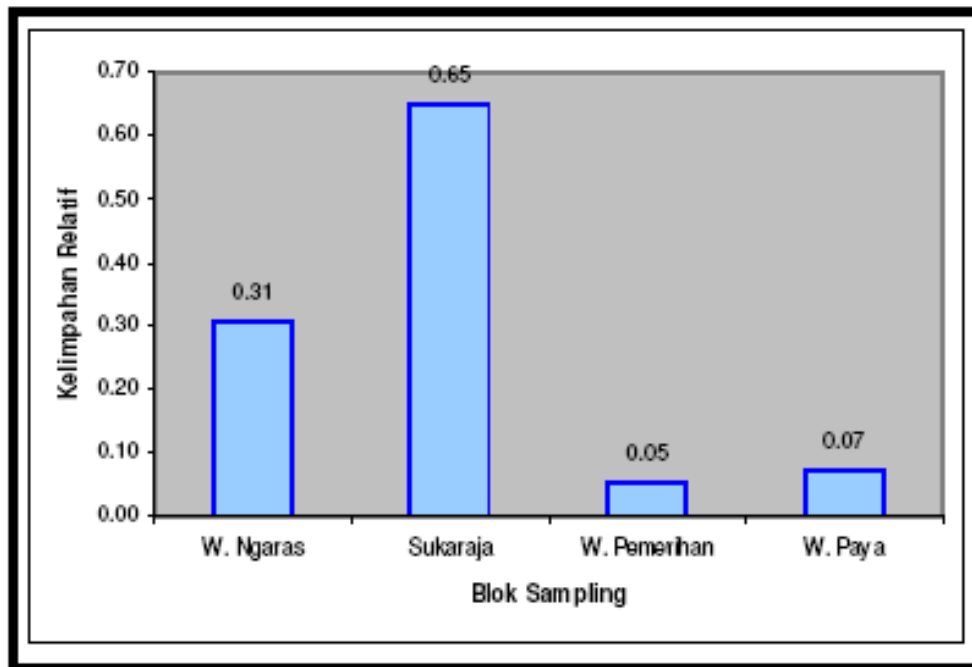
Gambar 8. Peta Lokasi Patroli RPU di Sukaraja Januari 2006 [Citra Landsat April 2000 - WCS-IP]



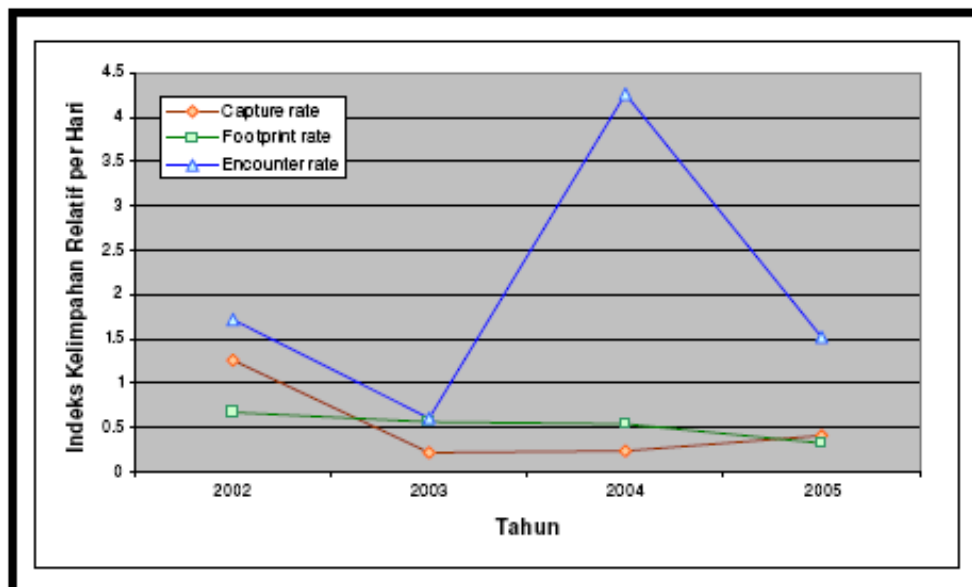
Gambar 9. Tekanan Antropogenis di Sukaraja (Januari 2006)



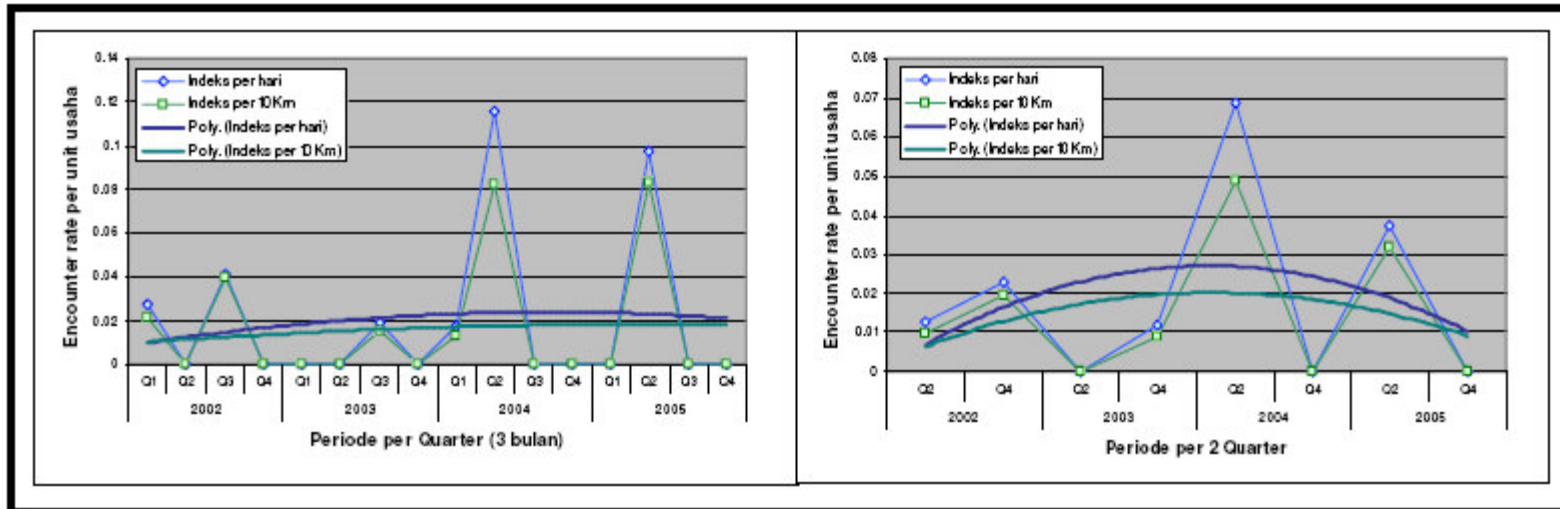
Gambar 10. Tanda-tanda keberadaan badak sumatera yang ditemukan di daerah Sukaraja Januari 2006 (a,b, d, e dan f), dan tapak dari badak Rosa (c) di Sumatran Rhino Sanctuary - TN Way Kambas April 2006



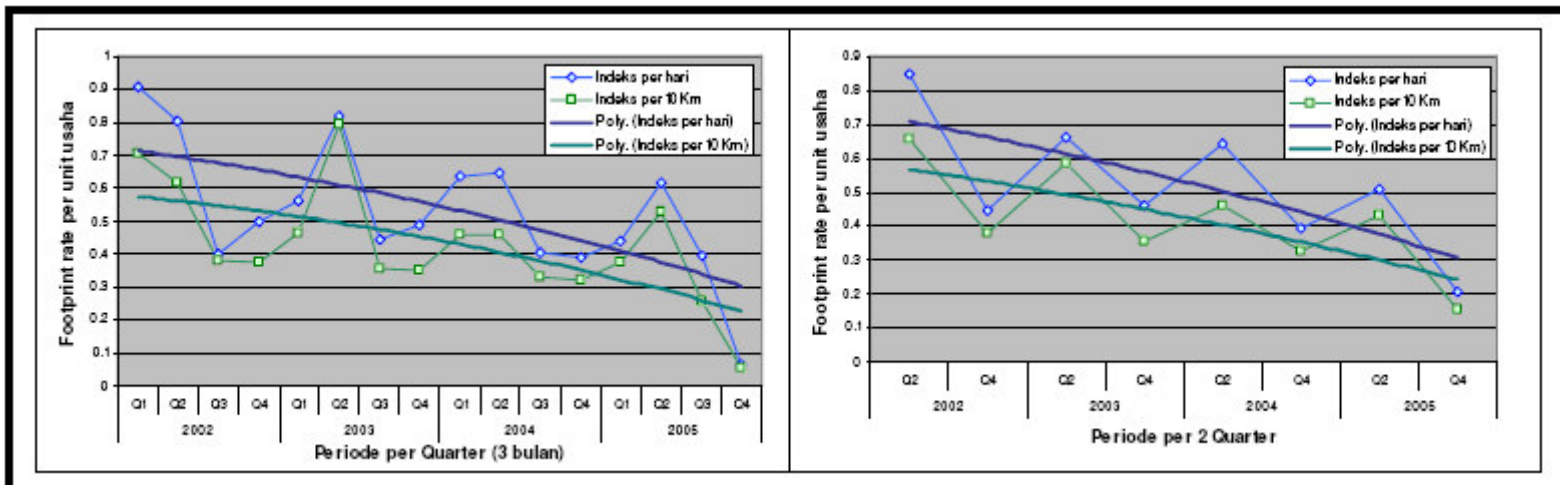
Gambar 11. Kelimpahan relatif (Independent event per 100 trap days) pada blok sampling kamera penangkap selama lima periode survei 1998--2005



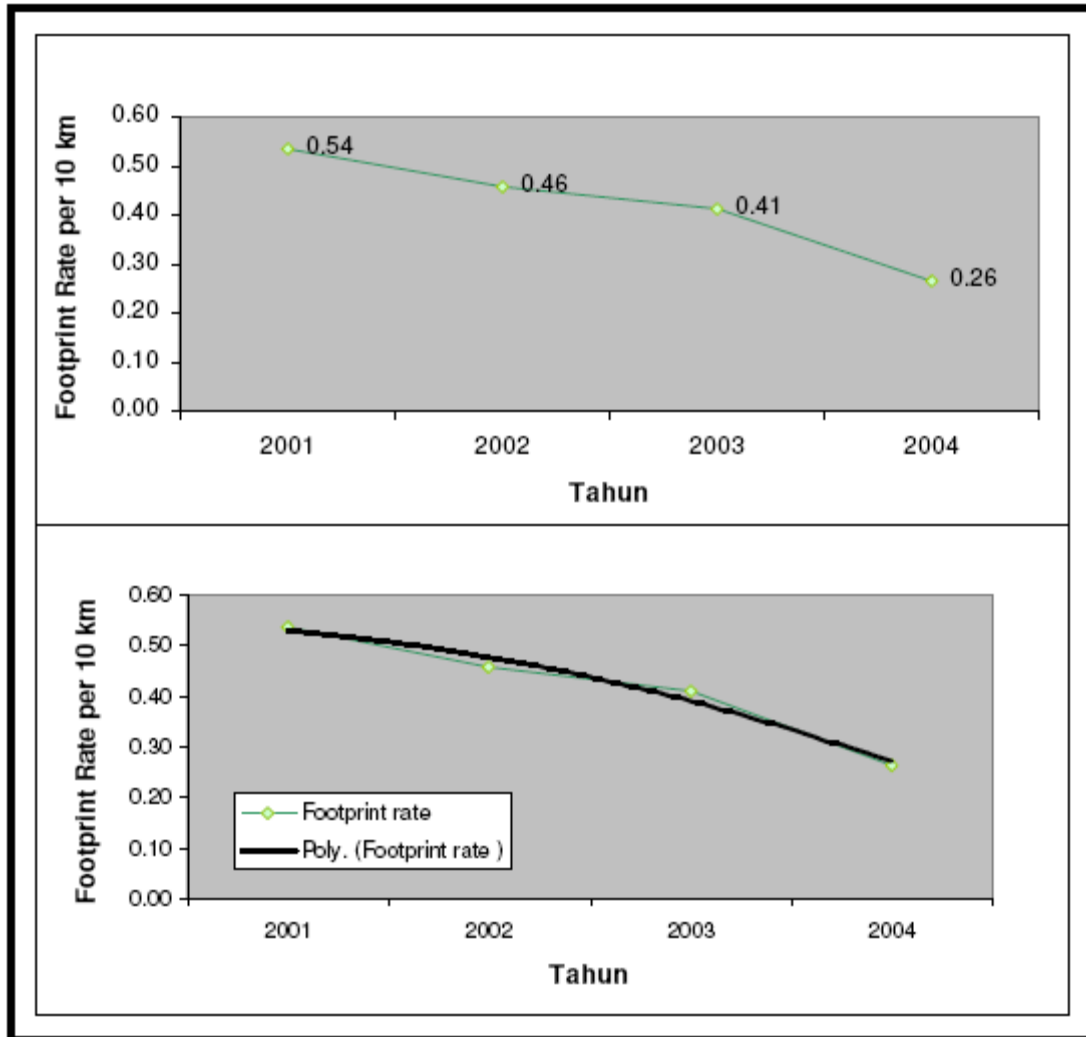
Gambar 12. Perbandingan nilai kelimpahan relatif tiga macam indeks



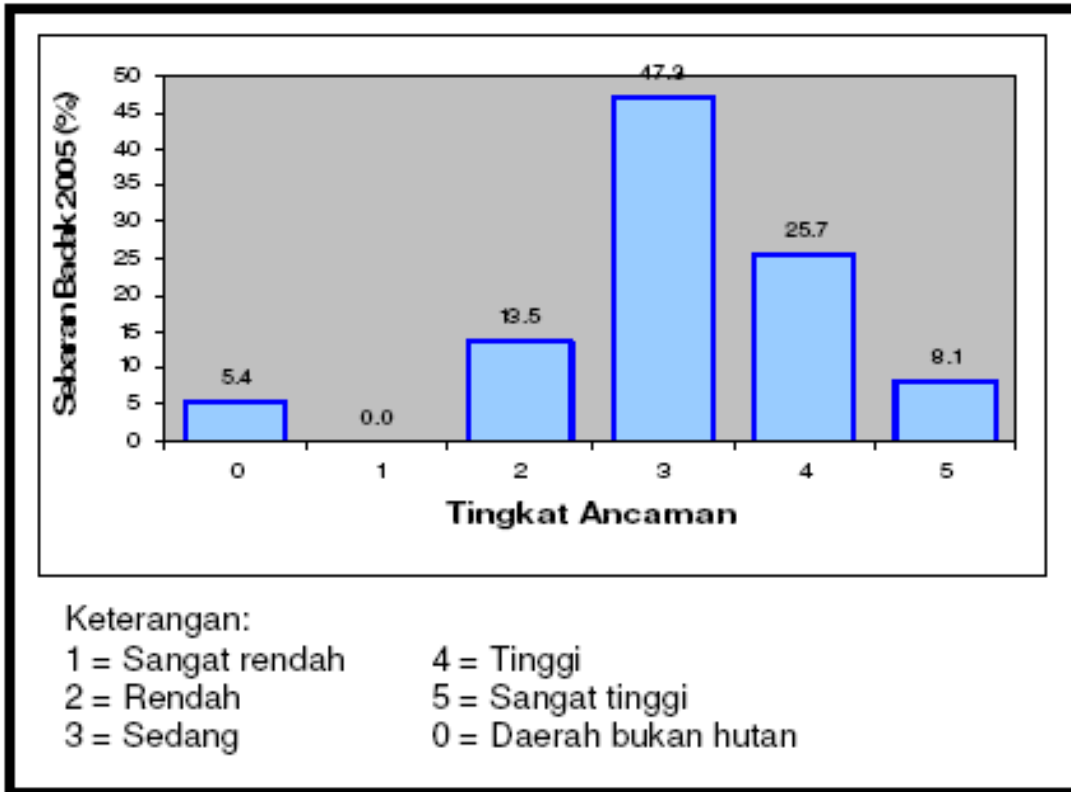
Gambar 13. Indeks kelimpahan relatif berdasarkan *encounter rate* per hari patroli dan panjang jarak patroli RPU



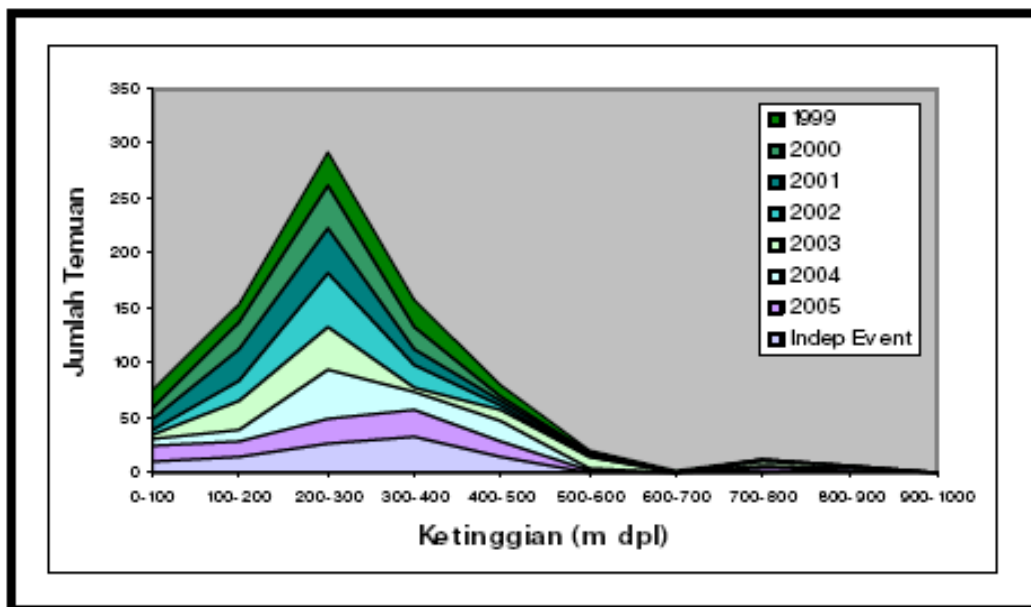
Gambar 14. Indeks kelimpahan relatif berdasarkan *footprint rate* per hari patroli dan panjang jarak patroli RPU



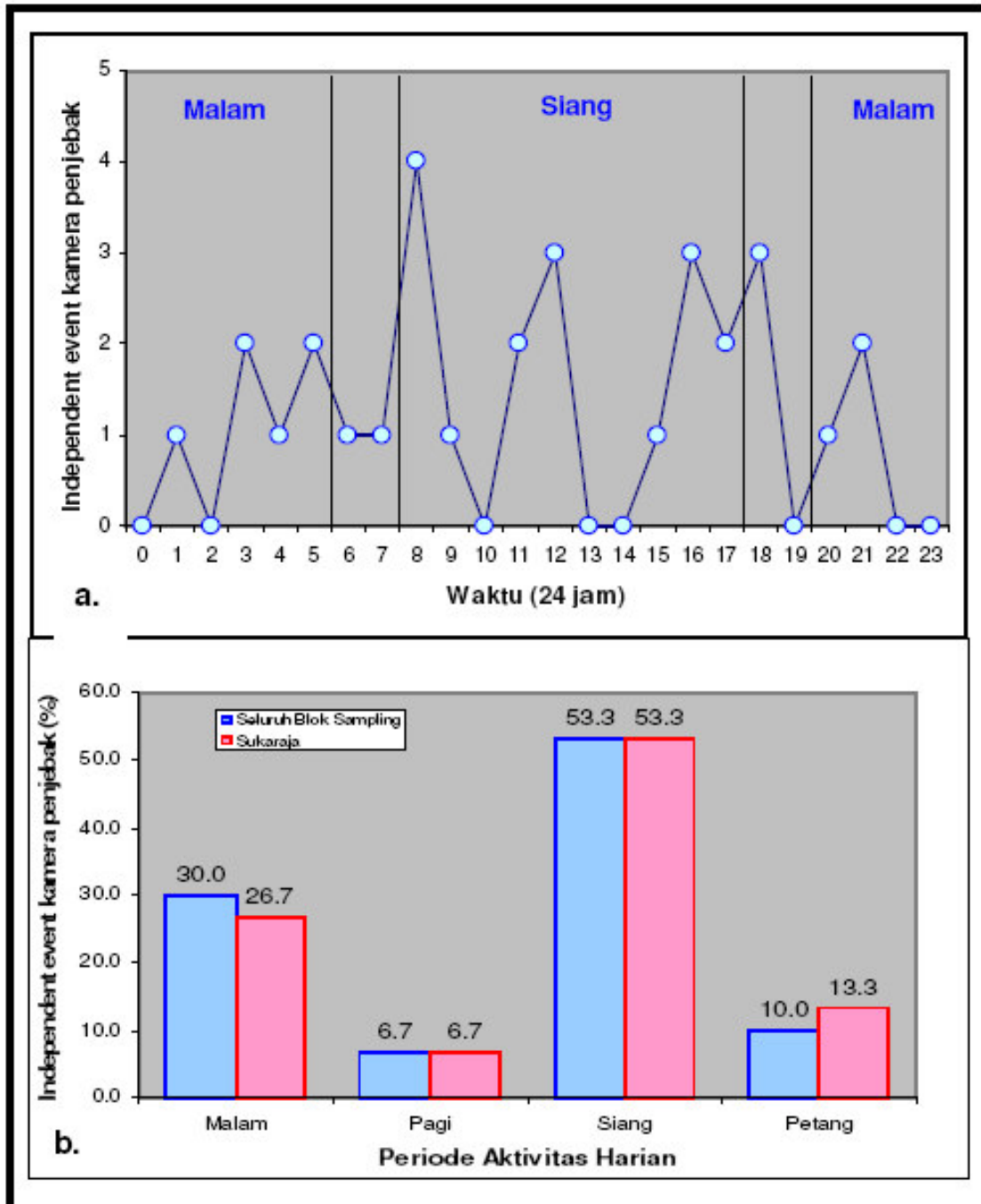
Gambar 15. Perubahan ukuran populasi badak sumatera di TNBBS berdasarkan IKR *footprint rate* per 10 km jarak patroli RPU



Gambar 16. Persentasi sebaran badak sumatera pada habitat dengan tingkat ancaman tertentu



Gambar 17. Perubahan ketersediaan badak sumatera pada ketinggian habitat yang berbeda-beda



Gambar 18. Periode aktifitas harian badak sumatera berdasarkan kamera penjebak

TABEL

Tabel 1

Nilai kelimpahan relatif badak Sumatera di blok sampling kamera penjebak

No	Blok Sampling	Blok	TD (hari)	IE	Kelimpahan relatif
1	Sukaraja	Tengah	2463,34	16	0,65
2	Way Ngaras	Tengah	2583,24	8	0,31
3	Way Pemerihan	Selatan	1857,23	1	0,05
4	Way Paya	Selatan	2769,59	2	0,07

Tabel 2

Nilai kelimpahan relatif badak Sumatera di blok sampling kamera penjebak per tahun

Tahun	Kelimpahan Relatif	Independent event	Hari Tangkap	Kelimpahan Relatif pada Blok Sampling				
				Way Paya	Way Pemerihan	Sukaraja	Way Ngaras	Skj-WBI
1998	0,11	1	878,55	-	0,11	-	-	-
1999	0,37	9	2641,79	0,05	-	0,78	0,21	-
2000	0,16	4	2542,86	-	-	-	-	0,16
2001	0,50	6	1112,64	-	-	0,20	0,81	-
2002	1,26	7	557,76	-	-	1,26	-	-
2003	0,21	1	480,55	-	-	0,21	-	-
2004	0,25	1	403,83	0,25	-	-	-	-
2005	0,47	2	475,37	-	-	0,62	0,32	-

Tabel 3

Penurunan nilai indeks kelimpahan relatif berdasarkan *footprint rate* per 10 km (%)

Periode	Nilai IKR		Penurunan	
	IKR ₁	IKR ₂	(IKR ₁ - IKR ₂)	(%)
2002--2003	0,54	0,46	0,08	14,81
2003--2004	0,46	0,41	0,05	10,87
2004--2005	0,41	0,26	0,15	36,59

Tabel 4

Perbandingan indeks kelimpahan relatif dari hasil kamera penjebak (*capture*) dan patroli RPU (*footprint* dan *encounter*)

Tahun	<i>Capture</i>			<i>Footprint</i>				<i>Encounter</i>			
	Jumlah	Trapdays	Indeks	Jumlah	km	Hari	Indeks per hari	Indeks per 10 km	Jumlah	Hari	Indeks per 100 hari
2002	7	557,76	1,26	193	3601	289,75	0,67	0,54	5	289,75	1,73
2003	1	480,55	0,21	92	2013	165,08	0,56	0,46	1	165,08	0,61
2004	1	403,83	0,25	103	2504	187,88	0,55	0,41	8	187,88	4,26
2005	2	475,37	0,42	66	2499	198,04	0,33	0,26	3	198,04	1,51
SD			0,42				0,72	0,42			1,77
Mean			0,53				0,84	0,60			2,53
CV (%)			79,48				85,35	70,11			69,80

Tabel 5

Indeks kelimpahan relatif berdasarkan *encounter* dan *footprint rate* per quarter (3 bulan)

Tahun	Quarter	Waktu Aktif Patroli (Jam)	Hari	Km	<i>Encounter</i>			<i>Footprint</i>		
					Jumlah	Indeks per hari	Indeks per 10 km	Jumlah	Indeks per hari	Indeks per 10 km
2002	Q1	1746	72,75	940	2	0,03	0,02	66	0,91	0,70
	Q2	2068	86,17	1120	0	0	0	69	0,80	0,62
	Q3	1744	72,67	763	3	0,04	0,04	29	0,40	0,38
	Q4	1396	58,17	778	0	0	0	29	0,50	0,37
2003	Q1	1158	48,25	582	0	0	0	27	0,56	0,46
	Q2	764	31,83	327	0	0	0	26	0,82	0,80
	Q3	1249	52,04	645	1	0,02	0,02	23	0,44	0,36
	Q4	791	32,96	459	0	0	0	16	0,49	0,35
2004	Q1	1359	56,63	785	1	0,02	0,01	36	0,64	0,46
	Q2	1448	60,33	855	7	0,12	0,08	39	0,65	0,46
	Q3	774	32,25	395	0	0	0	13	0,40	0,33
	Q4	928	38,67	469	0	0	0	15	0,39	0,32
2005	Q1	1200	50,00	589	0	0	0	22	0,44	0,37
	Q2	738	30,75	362	3	0,10	0,08	19	0,62	0,52
	Q3	1282	53,42	824	0	0	0	21	0,39	0,25
	Q4	1533	63,88	724	0	0	0	4	0,06	0,06
SD						0,03	0,03		0,74	0,46
Mean						0,03	0,02		0,87	0,63
CV (%)						136,97	139,38		85,61	73,66

Tabel 6

Indeks kelimpahan relatif berdasarkan *encounter* dan *footprint rate* per 2 quarter

Tahun	Quarter	Hari	Km	<i>Encounter</i>			<i>Footprint</i>		
				Jumlah	Indeks per hari	Indeks per 10 km	Jumlah	Indeks per hari	Indeks per 10 km
2002	Q2	158,92	2060	2	0,01	0,01	135	0,85	0,66
	Q4	130,83	1541	3	0,02	0,02	58	0,44	0,38
2003	Q2	80,08	909	0	0	0	53	0,66	0,58
	Q4	85,00	1104	1	0,01	0,01	39	0,46	0,35
2004	Q2	116,96	1640	8	0,07	0,05	75	0,64	0,46
	Q4	70,92	864	0	0	0	28	0,39	0,32
2005	Q2	80,75	951	3	0,04	0,03	41	0,51	0,43
	Q4	117,29	1548	0	0	0	24	0,20	0,16
SD					0,02	0,02		0,72	0,41
Mean					0,02	0,02		0,84	0,60
CV (%)					0,97	0,96		0,85	0,68

LAMPIRAN

Lampiran 1

Contoh penghitungan indeks kelimpahan relatif badak sumatera di TNBBS menggunakan data kamera penjebak WCS-IP dengan pendekatan *stratified random sampling*

Tujuan:

Untuk mengetahui indeks kelimpahan relatif badak sumatera di setiap blok sampling.

Rumus Indeks Kelimpahan Relatif (*capture rate*):

$$\text{Kelimpahan Relatif} = \frac{\text{IE} \times 100}{\text{TD}}$$

Keterangan:

IE = *Independent Event* atau foto Independen

TD = *Trap days* atau hari rekam

Contoh penghitungan:

Indeks kelimpahan relatif badak sumatera di blok sampling Sukaraja

Diketahui

IE = 16

TD = 2463,34 hari

Sehingga indeks kelimpahan relatif = 0,65

Nilai indeks kelimpahan relatif untuk blok sampling lain ditampilkan dalam Tabel 1.

Lampiran 2

Contoh penghitungan indeks kelimpahan relatif badak sumatera di TNBBS menggunakan indeks *Encounter rate* dan *Foot print rate* data patroli tim RPU

Tujuan:

Untuk mengetahui kecenderungan perubahan kelimpahan relatif seiring waktu

Rumus indeks kelimpahan relatif:

Encounter rate	= $\frac{\sum \text{Encounter}}{\text{Hari Patroli}} \times 100$, atau	$\frac{\sum \text{Encounter} \times 1000}{\text{km jarak patroli}}$
Footprint rate	= $\frac{\sum \text{Footprint}}{\text{Hari Patroli}}$, atau	$\frac{\sum \text{Footprint} \times 10}{\text{km jarak patroli}}$

Keterangan:

Encounter	= Temu langsung badak sumatera di TNBBS
Footprint	= Tapak badak sumatera yang ditemukan
Hari patroli	= Jumlah jam patroli dibagi 24 jam
Km jarak patroli	= Jarak yang ditempuh RPU saat patroli dalam km

Contoh perhitungan:

Encounter rate dan Foot print rate untuk tahun 2002

Diketahui

Encounter = 5

Footprint = 193

Hari patroli = 289,75 hari

Km jarak patroli = 3601

Sehingga, Encounter rate per 100 hari patroli = 1,73

Foot print rate per hari patroli = 0,67

Foot print rate per 10 km patroli = 0,54

Nilai indeks kelimpahan relatif untuk tahun lain ditampilkan dalam Tabel 4--6.

Lampiran 3
Uji nilai perbandingan variansi - means

Tujuan:

Untuk menentukan pola distribusi badak sumatera

Kriteria pengujian:

$S^2/m < 1$: pola sebaran populasi teratur

$S^2/m = 1$: pola sebaran populasi acak

$S^2/m > 1$: pola sebaran populasi mengelompok

Rumus:

$$m = \frac{\sum(a.f)}{n}$$

$$S^2 = \frac{\sum f(a-m)^2}{n-1}$$

Keterangan:

f = Jumlah grid yang terlingkupi oleh patroli

a = jumlah temuan di dalam tiap grid

m = kerapatan individu rata-rata (mean)

S^2 = variansi

Perhitungan:

f	a	a.f	(a - m)	(a - m) ²	f.(a - m) ²
129	0	0	-0,46	0,22	27,89
15	1	15	0,54	0,29	4,29
6	2	12	1,54	2,36	14,14
1	3	3	2,54	6,43	6,43
2	4	8	3,54	12,50	24,99
1	5	5	4,54	20,57	20,57
1	6	6	5,54	30,64	30,64
1	11	11	10,54	110,99	110,99
1	13	13	12,54	157,13	157,13
Σ		73			397,06

$$m = 0,464968153$$

$$S^2 = 2,545239262$$

$$S^2/m = 5,474008$$

Kesimpulan:

$S^2/m > 1$, maka pola sebaran populasi mengelompok

Lampiran 4
 Diagram Alir Peta Ancaman
 [Sumber: Aslan Baco - WCS-IP 2006]

