INDIKATOR EKOLOGIS SEBAGAI DASAR PENENTUAN SISTEM ZONASI TAMAN NASIONAL BATANG GADIS (*Ecological Indicators as Basic Establishment of Batang Gadis National Park Zonation System*)*)

Oleh/By:

Rozza Tri Kwatrina[1)] dan Wanda Kuswanda[1)]

[1)] Balai Penelitian Kehutanan Aek Nauli
Jl. Raya Sibaganding Km. 10,5 Parapat Sumatera Utara 21174 Telp. (0625) 41659, 41653
email: rozza_165@yahoo.co.id; wkuswan@yahoo.com

*)Diterima: 9 November 2010; Disetujui: 16 November 2011

ABSTRACT

Zonation system of Batang Gadis National Park (BGNP) is need to be reviewed because of zonation inexpediency. This research was conducted to establish ecological indicators as basic data for management of BGNP zonation system. Data were collected by literature study and survey. The data comprised of ecological condition and zonation system of BGNP, basic determining of national park criteria and indicator, plant data by strip transect, and wildlife data by variable circular plot. The result of this research is arrangement of 52 ecological indicator of three main zone at BGNP, that is 12 indicators for the north side of core zone, 12 indicators for the south side of core zone, nine indicators for the north side of sanctuary zone, eight indicators for the south side of sanctuary zone, and eight indicators for the use zone. Two of 52 indicators are inappropriate to reference indicators, that are existence of open area at sanctuary zone, and existence of deer (Rusa unicolor *Kerr.*) *and macan dahan* (Neofelis nebulosa *Griffith*) *home range at use zone. Ecological indicators mainly comprises of existence, diversity, and density of protected species, scarce species, umbrella species, endemic species, and flagship species.*

Keywords: Batang Gadis National Park, ecological indicator, zonation, species diversity

ABSTRAK

Zonasi Taman Nasional Batang Gadis (TNBG) yang ada dinilai sudah tidak sesuai dengan kondisi saat ini sehingga perlu ditinjau kembali. Penelitian ini bertujuan untuk menyusun indikator ekologis sebagai dasar pengelolaan zonasi TNBG. Pengumpulan data dikumpulkan melalui data sekunder dan data primer antara lain melalui pengamatan di lapangan. Data yang dikumpulkan meliputi kondisi ekologis dan sistem zonasi TNBG, dasar penetapan kriteria dan indikator zonasi taman nasional, data tumbuhan dengan metode garis berpetak dan satwaliar dengan metode *variable circular plots*. Hasil penelitian adalah tersusunnya 52 indikator ekologis untuk tiga zona utama di TNBG, yaitu 15 indikator untuk zona inti bagian Utara, 12 indikator untuk zona inti bagian Selatan, sembilan indikator untuk zona rimba bagian Utara, delapan indikator untuk zona rimba bagian Selatan, dan delapan indikator untuk zona pemanfaatan. 52 indikator hanya dua indikator yang tidak sesuai dengan indikator acuan, yaitu terdapatnya lahan terbuka (bekas tebangan) pada zona rimba, dan, wilayah yang merupakan bagian ruang jelajah rusa (*Rusa unicolor* Kerr.) dan macan dahan (*Neofelis nebulosa* Griffith.) di zona pemanfaatan. Indikator ekologis utama meliputi keberadaan, keanekaragaman, dan kepadatan spesies penting dari kategori dilindungi, langka, spesies payung, endemik, dan *flagship species*.

Kata kunci: Taman Nasional Batang Gadis, indikator ekologis, zonasi, keanekaragaman jenis

I. PENDAHULUAN

Taman Nasional Batang Gadis (TNBG) merupakan salah satu taman nasional penting dengan keanekaragaman hayati paling tinggi di Indonesia bahkan di dunia. Menurut *Conservation Interna-*

tional Indonesia/CI-I (2004) terdapat 240 jenis tumbuhan berpembuluh *(vascular plant)* yang terdiri dari 47 suku atau sekitar 0,9% dari flora yang ada di Indonesia (sekitar 25.000 jenis tumbuhan berpembuluh di Indonesia). Jenis satwaliar di TNBG yang telah ditemukan sekitar 47 jenis mamalia, 247 jenis burung dan beberapa jenis ampibia.

Kawasan TNBG ditunjuk berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan No. 126/Menhut-II/2004 tentang Perubahan Fungsi dan Penunjukkan Hutan Lindung, Hutan Produksi Terbatas dan Hutan Produksi Tetap di Kabupaten Madina Provinsi Sumatera Utara seluas ± 108.000 hektar sebagai kawasan taman nasional. Menurut usulan Balai Konservasi Sumberdaya Alam (BKSDA) II Sumatera Utara pada tahun 2006, zonasi kawasan TNBG dibagi menjadi enam zonasi yaitu: Zona Inti, Zona Rimba, Zona Pemanfaatan Penelitian dan Pengembangan, Zona Pemanfaatan Tradisional, Zona Pemanfaatan Pemukiman Tradisional (*Enclave*) dan Zona Lainnya, serta di sekitar TNBG ditetapkan daerah Penyangga.

Berdasarkan hasil wawancara pada tahun 2006 dengan Kepala Balai TNBG diketahui bahwa rencana peruntukkan zonasi seperti yang diusulkan oleh BKSDA II Sumatera Utara pada tahun 2005 perlu ditinjau kembali dan disesuaikan dengan Peraturan Menteri Kehutanan Nomor: P.56/Menhut-II/2006 tentang Pedoman Zonasi Taman Nasional. Peninjauan tersebut bertujuan agar kawasan TNBG dapat dikelola secara lebih optimal bagi kepentingan pelestarian dan pemberdayaan masyarakat sekitar kawasan.

Untuk mengetahui kesesuaian tiga zona utama di TNBG (zona inti, zona rimba dan zona pemanfaatan) dengan kondisi ekologis yang disyaratkan dalam Pedoman Zonasi Taman Nasional, diperlukan sejumlah indikator yang menunjukkan karakteristik masing-masing zona dan ekosistem di dalamnya. Indikator zonasi sangat penting karena setiap zona memiliki fungsi dan peruntukkan yang berbeda, sehingga setiap zonasi idealnya ditetapkan berdasarkan indikator yang tepat.

Penggunaan indikator ekologis dalam pengelolaan ekosistem dan kawasan konservasi diantaranya dilakukan oleh Fleishman *et al*. (2000), Carignan dan Villard (2002), dan Caro *et al*. (2004). Namun di Indonesia, masih sangat terbatas penelitian mengenai indikator ekologis dalam pengelolaan kawasan konservasi. Untuk wilayah Sumatera, Kwatrina dan Mukhtar (2006) pernah mengusulkan beberapa kriteria zonasi serta indikator masing-masing zona di Taman Nasional Bukit Tigapuluh (TNBT). Sebagai taman nasional yang juga terletak di Sumatera dan secara biogeografis tergolong sebagai taman nasional model A (Mukhtar,2006), maka sebagian besar indikator zonasi TNBT relevan digunakan di TNBG. Berdasarkan hal tersebut, serta kebutuhan terhadap paket indikator zonasi di TNBG, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan informasi tentang paket indikator ekologis zonasi TNBG. Paket indikator ekologis tersebut diharapkan bermanfaat sebagai alat bantu dalam menilai kesesuaian zonasi kawasan di TNBG.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari tahun 2006 sampai dengan 2007 di Taman Nasional Batang Gadis (TNBG), Kabupaten Mandailing Natal. Lokasi penelitian difokuskan pada zona inti, zona rimba, dan zona pemanfaatan. Secara geografis Kawasan TNBG terletak diantara 99° 12' 45" sampai dengan 99° 47' 10" Bujur Timur dan 0° 27' 15" sampai dengan 1° 01' 57" Lintang Utara dan secara administrasi berlokasi di Kabupaten Mandailing-Natal (Madina), Provinsi Sumatera Utara (Balai KSDA II Sumut, 2006).

B. Bahan dan Alat Penelitian

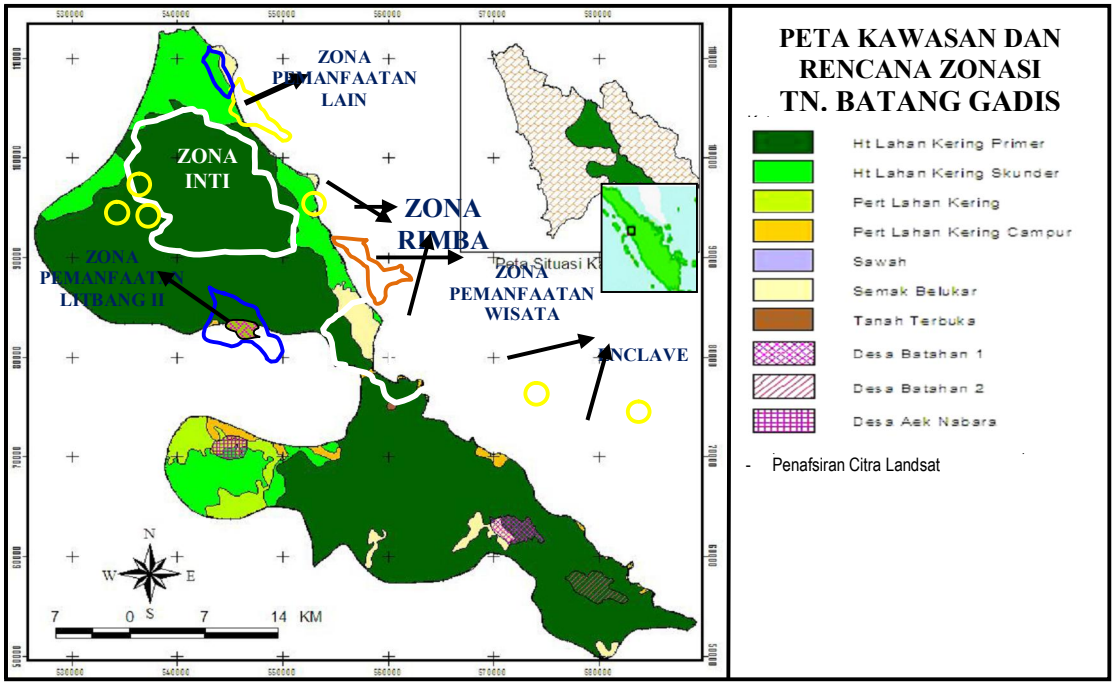
Bahan yang menjadi obyek dalam penelitian ini adalah ekosistem, satwaliar dan tumbuhan. Alat yang digunakan : peta kerja skala 1:50.000, GPS, tambang plastik, binokuler, altimeter, *phiband*, meteran, kamera, blangko kuisioner, alat tulis menulis serta peralatan penelitian lainnya.

C. Metode Penelitian

Pengumpulan data parameter ekologis berupa kondisi ekosistem, tumbuhan dan satwaliar adalah sebagai berikut :

1. Penentuan petak contoh penelitian

Pengumpulan data aspek biotik (satwaliar dan tumbuhan) dalam penelitian ini menggunakan petak/plot contoh yang ditentukan dengan menggunakan metode *stratifikasi* berdasarkan rencana pembagian wilayah zonasi di bagian Utara dan Selatan TNBG (Gambar 1). Menurut BKSDA II Sumatera Utara (2006), tipe ekosistem/penutupan vegetasi, ketinggian tempat, dan aksesibilitas di kedua wilayah zona tersebut dapat mewakili dan menggambarkan keanekaragaman hayati di TNBG.



Gambar (*Figure*) 1. Peta rencana peruntukan zonasi Kawasan TNBG (*Zoning Map of BGNP Area*).

2. Keanekaragaman Jenis Satwaliar

Pengamatan satwaliar dilakukan berdasarkan *variable circular-plot method* (Reynold *et al*., 1980). Pada setiap rencana peruntukkan zonasi dibuat petak penelitian seluas 50.000 m^2 (5 ha), yaitu panjang jalur sejauh 500 m dan lebar kiri kanan jalur sekitar 50 m dengan arah jalur memotong kontur. Pada setiap transek/ jalur dibuat titik pengamatan dengan jarak sejauh 100 m. Pada setiap titik pengamatan dilakukan pencatatan data selama 10-15 menit. Satwaliar yang diamati dikelompokkan dalam klas burung, mamalia darat, dan primata. Waktu pengamatan dilakukan pada pagi hari, mulai pukul 08.00-10.30 WIB saat satwa mulai beraktivitas untuk mencari makan, bersuara, bergerak dan melakukan aktivitas lainnya. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan peluang perjumpaan satwa secara langsung.

Satwaliar yang dicatat adalah satwa yang terdapat pada petak penelitian dan ditemukan selama waktu penelitian, baik secara langsung maupun tidak langsung

(suara, jejak, kotoran, sarang, bekas makanan, cakaran dan/atau indikasi lainnya). Data yang dikumpulkan meliputi nama jenis dan jumlah individu per jenis. Semua data dicatat dalam *tally sheet* pengamatan.

3. Komposisi Tumbuhan

Pengumpulan data tumbuhan dilakukan dengan menggunakan metode garis berpetak. Petak contoh ditempatkan pada berbagai tipe penutupan vegetasi, seperti hutan primer, hutan sekunder, semak belukar, dan lahan kritis yang terdapat pada petak contoh pengamatan satwaliar. Jumlah petak contoh pada setiap zonasi untuk setiap tipe vegetasi dibuat sepuluh plot penelitian sehingga secara keseluruhan luas plot sebesar 4000 m^2 (0,4 ha). Luasan petak pengamatan vegetasi ditentukan berdasarkan tingkat pertumbuhan pohon yang menurut Kartawinata *et al*. (1976) menyatakan bahwa dalam inventarisasi tumbuhan suatu ekosistem taman nasional, hanya dibedakan tiga tingkat tumbuhan yaitu pohon, belta dan semai. Semua pohon pada setiap tingkat pertumbuhan diidentifikasi dan dikumpulkan contoh herbarium dari pohon yang tak teridentifikasi.

Selain itu dilakukan pengumpulan data sekunder untuk mendapatkan informasi mengenai potensi keanekaragaman hayati di TNBG, kriteria dan indikator pengelolaan zonasi taman nasional, serta pengelolaan zonasi TNBG.

D. Analisis Data dan Penyusunan Indikator Ekologis

Data hasil penelitian dianalisis secara kuantitatif, kemudian dideskripsikan dan diinterpretasikan menggunakan analisis deskriptif. Pada masing-masing zona diidentifikasi jenis-jenis tumbuhan dan satwaliar yang dominan. Untuk mengetahui keanekaragaman jenis digunakan rumus Indeks Shannon (Ludwig dan Reynolds, 1988):

$$H' = -\sum\left[\left(\frac{ni}{N}\right).\log\left(\frac{ni}{N}\right)\right]$$

Keterangan : H ' = indeks keanekaragaman jenis Shannon; Ni = jumlah individu jenis ke-I; N = jumlah individu seluruh jenis

dan kepadatan satwaliar (Santosa, 1993):

$$\text{Kepadatan} = \frac{\text{Jumlah individu jenis ke-I (individu)}}{\text{Luas total transek pengamatan } (m^2)}$$

Data satwaliar ditabulasi dan dikelompokkan sesuai dengan kelasnya. Dari hasil pengamatan satwaliar kemudian diklasifikasikan dalam kategori langka, endemik, dan/atau dilindungi, serta satwaliar penting pada setiap zona untuk penetapan indikator satwa. Dasar penetapan indikator ekologis adalah menggunakan Peraturan Pemerintah Nomor 68 Tahun 1998 tentang Kawasan Suaka Alam dan Kawasan Pelestarian Alam, Peraturan Menteri Kehutanan Nomor 56 Tahun 2006 tentang Pedoman Zonasi Taman Nasional, serta mengacu pada penyusunan kriteria dan indikator zonasi sesuai Kwatrina dan Mukhtar (2006).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Keanekaragaman Jenis Satwaliar

Berdasarkan hasil pengamatan pada masing-masing zona di setiap bagian wilayah diperoleh nilai keanekaragaman jenis burung, primata dan mamalia darat, sebagai berikut :

1. Bagian Utara

Pada zona inti keanekaragaman jenis tertinggi ditemukan pada klas burung se-

besar 3,94 dengan kepadatan 35,1 ind./ha, kemudian klas mamalia darat dan yang paling sedikit adalah klas reptil. Jenis burung yang paling banyak ditemukan adalah perenjak gunung (*Prinia atrogularis* Moore) dan burung cabai bunga (*Dicaeum trigonostigma* Scopoli). Kepadatan primata di zona inti cukup tinggi sebesar 4,9 ind./ha. Secara keseluruhan kepadatan jenis tertinggi ditemukan pada lutung kelabu (*Presbytis cristatus* Reichenback) dan ungko tangan hitam (*Hylobates agilis* F. Cuvier). Pada klas mamalia darat keanekaragaman, kelimpahan dan kepadatan jenis tertinggi ditemukan pada kalong besar (*Pteropus vampyrus* Linnaeus), babi hutan (*Sus scrofa* Linnaeus*)* dan trenggiling (*Manis javanica* Desmarest). Selain itu juga dijumpai jejak kaki kucing emas (*Catopuma temminckii* Vigors & Horsfield) yang merupakan satwa diambang kepunahan.

2. Bagian Selatan

Pada zona inti keanekaragaman jenis tertinggi klas burung ditemukan pada jenis cica daun (*Chloropsis venusta* Bonaparte) sebesar 0,23 dan kepadatan 3,2 ind./ha. Pada klas primata keanekaragaman, dan kepadatan jenis tertinggi ditemukan pada lutung kelabu (*P. cristatus* Reichenback) sebesar 0,36; dan 0,8 ind./ha. Pada klas mamalia darat keanekaragaman, dan kepadatan jenis tertinggi ditemukan pada bajing gunung (*Dremomys everetti* Thomas) dengan nilai masing-masing sebesar 0,37 dan 0,6 ind./ha. Hasil pengamatan keanekaragaman jenis di bagian Selatan pada peruntukkan zona inti lebih kecil bila dibandingkan dengan keanekaragaman jenis di bagian Utara.

Pada zona rimba dengan tipe vegetasi hutan primer, banyak dijumpai satwaliar dari klas burung. Pada klas burung keanekaragaman jenis tertinggi ditemukan pada jenis sepah gunung (*Pericrocotus miniatus* Temminck) dengan nilai kepadatan 4,2 individu/ha. Pada klas primata kepadatan mencapai 4,2 ind./ha. Keanekaragaman tertinggi ditemukan pada lutung kelabu (*P. cristatus* Reichenback) sebesar 0,36 sedangkan kepadatan tertinggi ditemukan pada siamang (*Symphalangus syndactylus* Raffles) sebesar 2,2 ind./ha. Pada klas mamalia darat keanekaragaman, dan kepadatan jenis tertinggi ditemukan pada babi hutan (*S. scrofa* Linnaeus) dan bajing gunung dengan nilai masing-masing sebesar 0,33 dan 0,6 ind./ha.

Pada tipe vegetasi hutan sekunder, keanekaragaman jenis pada klas burung tertinggi ditemukan pada jenis kepinis jarum (*Hirundapus caudacutus* Latham) dengan nilai kepadatan 4,0 individu/ha. Pada klas primata keanekaragaman, kepadatan jenis tertinggi ditemukan pada lutung kelabu (*P. cristatus* Reichenback) sebesar 0,37 dan 1,8 ind./ha. Pada klas mamalia darat keanekaragaman dan kepadatan jenis tertinggi ditemukan pada babi hutan (*S. scrofa* Linnaeus) dengan nilai masing-masing sebesar 0,34 dan 1,0 ind./ha.

Untuk zona pemanfaatan, keanekaragaman jenis satwaliar tertinggi adalah pada klas burung sebesar 3,20. Selanjutnya adalah primata dan mamalia darat masing-masing sebesar 1,37 dan 1,82. Kepadatan dan indeks keanekaragaman jenis kelompok satwaliar disajikan pada Lampiran 1.

B. Keanekaragaman Jenis Tumbuhan

Pada zona inti, jenis tumbuhan yang mendominasi pada tingkat pohon adalah jenis-jenis hoteng batu (*Quercus maingayi* Bakh.) dan meranti (*Hopea spp.).* Secara keseluruhan kerapatan tumbuhan pada zona inti adalah sebesar 662,5 ind./ha di bagian Selatan, dan 455 ind/ha dibagian Utara, dengan kepadatan tertinggi ditemukan pada jenis hoteng batu sebesar 40 ind./ha.

Zona rimba TNBG terdiri dari tiga tipe penutupan lahan, yaitu hutan primer, hutan sekunder, dan lahan kritis. Indeks

keanekaragaman jenis tertinggi ditemukan pada vegetasi tingkat pohon di bagian Utara yang merupakan hutan primer, yaitu sebesar 3,4 dengan kerapatan pohon 550 ind./ha. Untuk tingkat belta, indeks keanekaragaman jenis tertinggi dijumpai pada hutan sekunder sebesar 3,3. Untuk semai dan tumbuhan bawah indeks keanekaragaman jenis tertinggi dijumpai pada hutan primer sebesar 3,46.

Pada zona pemanfaatan, keanekaragaman jenis hayati cukup tinggi yaitu 3,06 untuk tingkat pohon; 3,38 untuk tingkat belta; dan 3,13 untuk tingkat semai dan tumbuhan bawah. Pada tingkat belta jumlah jenis tumbuhan yang ditemukan cukup tinggi karena sebagian lokasi plot penelitian berupa hutan sekunder. Kerapatan belta secara keseluruhan yaitu 2.200 ind./ha. Jenis tumbuhan yang paling mendominasi relatif sama dengan tumbuhan tingkat pohon yaitu jenis hoteng batu (*Quercus gemelliflora* Blume) dan hau dolok (*Syzygium* sp.). Kepadatan dan indeks keanekaragaman jenis tumbuhan disajikan pada Lampiran 2.

C. Indikator ekologis zona inti, zona rimba, dan zona pemanfaatan TNBG

Peruntukkan kawasan sebagai zona inti, rimba dan pemanfaatan TNBG didasarkan pada beberapa dasar hukum yaitu: Undang-Undang Nomor 5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya, Peraturan Pemerintah Nomor 68 Tahun 1998 tentang Kawasan Pelestarian Alam dan Kawasan Suaka Alam dan Penunjukan TNBG melalui Keputusan Menteri Kehutanan Nomor 126/Menhut-II/2004 tanggal 29 April 2004. Berdasarkan hal tersebut maka penunjukkan masing-masing zona secara ekologis adalah sebagai berikut:

1. Zona Inti

Dalam rencana penataan zona seperti yang terdapat dalam Zonasi Taman Nasional Batang Gadis (Balai KSDA II Sumut, 2006) disebutkan beberapa alasan ekologis yang mendasari penunjukan kawasan zona inti. Berdasarkan alasan tersebut, maka ditunjuk zona inti yang berupa dua fragmen besar yaitu sebagian di bagian utara (± 20.250 Ha) dan bagian lainnya di bagian selatan dengan luas ± 13.233 Ha, sehingga total luas zona inti ± 33.483 Ha.

Mengacu pada Peraturan Pemerintah No.68 Tahun 1998 tentang Kawasan Suaka Alam dan Kawasan Pelestarian Alam, dan Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.56/Menhut-II/2006 tentang Pedoman Zonasi Taman Nasional, maka alasan-alasan yang terkait dengan ekosistem, satwa dan tumbuhan, yang dijadikan dasar dalam penunjukkan zona inti TNBG sudah memenuhi kriteria zona inti. Namun demikian, kriteria tersebut belum dijabarkan dalam indikator yang mencirikan kondisi zona inti TNBG. Mengacu pada hasil penelitian Kwatrina & Mukhtar (2006) mengenai indikator zonasi Taman Nasional Bukit Tigapuluh (TNBT), maka indikator ekologis zona inti yang digunakan adalah sebagai berikut: a) keanekaragaman jenis tumbuhan dan atau satwa tinggi, b) tipe ekosistem khas, c) tipe vegetasi hutan primer, d) potensi tumbuhan tinggi, e) potensi satwa tinggi, f) spesies penting ada, dan g) tingkat kelangkaan nyaris punah, genting (*endangered*), dan atau jarang, terbatas (*restricted),* dan atau penurunan pesat, rawan (*depleted/-vulnereble*), dan atau terancam punah, terkikis (*indeterminate*).

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, maka parameter ekosistem, satwa dan tumbuhan sebagai dasar penetapan indikator ekologis zona inti TNBG disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel (*Table*) 1. Indikator ekologis pada zona inti TNBG bagian Utara (*Ecological indicator of the north side of BGNP core zone*)

Indikator ekologis zona inti (*Ecological indicator of core zone)* **	**Indikator ekologis zona inti TNBG (*Ecological indicator of the north side of BGNP core zone*)**
(1) Keanekaragaman jenis tumbuhan dan/atau satwa tinggi (*Wildlife and/or plant diversity is high*)	- Keanekaragaman jenis tumbuhan, tinggi dengan nilai H' pada tingkat pohon sebesar 3,51 pada tingkat belta sebesar 3,48 dan pada tingkat semai dan tumbuhan bawah sebesar 3,41. - Keanekaragaman jenis satwa beragam dengan nilai H' tertinggi pada klas aves sebesar 3,94. Untuk klas mamalia darat sebesar 2,53, primata sebesar 1,99 dan reptil sebesar 1,03
(2) Tipe ekosistem khas (*Ecosystem characteristic is unique*)	- Merupakan perwakilan hutan dataran rendah hingga dataran tinggi - Tipe vegetasi Formasi Bukit Barisan di atas 1.000 m dpl. - Sub tipe vegetasi Formasi Air Bangis - Singkil (300 – 1.000 m dpl) dan sub tipe vegetasi Formasi Hutan Montana (1.000-1.800 m dpl)
(3) Tipe vegetasi hutan primer (*Vegetation is primery type*)	- Tipe vegetasi hutan primer dengan kerapatan tumbuhan sebesar 662,5 ind./ha.
(4) Potensi tumbuhan tinggi (*Plant potential is high*)	- Terdapat berbagai jenis hoting, medang, damar dan meranti. - Terdapat jenis-jenis endemik yaitu *Hopea beccariana* Burck dan *Shorea acuminata* Dyer yang status keterancamannya berdasarkan IUCN adalah "kritis untuk punah".
(5) Potensi satwa tinggi (*Wildlife potential is high*)	- Terdapat jenis-jenis satwa dilindungi yaitu ungko (*H. agilis* F. Cuvier), jelarang (*Ratufa affinis* Raffles), binturong (*Arctictis binturong* Raffles), trengggiling (*M. javanica* Desmarest), rangkong (*Buceros* spp.*)* dan berbagai jenis dari klas aves. - Terdapat indikasi adanya orang utan (*Pongo abelii* Lesson*)* dan ajak (*Cuon alpinus* Pallas) .
(6) Spesies penting ada (*Existence of important/key species*)	- Terdapat beruang madu (*Helarctos malayanus* Raffles) dan harimau sumatera (*Panthera tigris sumatrae* Pocock) dengan status kelangkaan "terancam punah".
(7) Tingkat kelangkaan (*Scarcity level*) nyaris punah, genting (*endangered*), dan atau jarang, terbatas (*restricted),* dan atau penurunan pesat, rawan (*Depleted/vulnereble*), dan atau terancam punah, terkikis (*indeterminate*)	- Terdapat kambing hutan (*Naemorhedus sumatraensis* Bechstein) dan kucing mas (*C.temminckii*) yang tergolong satwa langka - Terdapat orang utan (*P. abelii*) dengan status "kritis" - Terdapat damar (*H.beccariana*) dan meranti (*Hopea* spp.*)* dengan status "kritis untuk punah" - Terdapat sikatan bubik (*Muscicapa dauurica* Pallas) dengan status "*data deficient*/ kekurangan data"

Keterangan (*Remarks*): ** Berdasarkan Kwatrina dan Mukhtar, 2006 (*Based on Kwatrina and Mukhtar, 2006*)

Kondisi zona inti yang tergambar dari indikator tumbuhan dan satwa dalam Tabel 1, menunjukkan bahwa kondisi vegetasi dan satwa di zona inti bagian Utara masih sangat baik. Hasil ini mendukung hasil penelitian yang dilakukan oleh dan Conservation International - Indonesia (2004) dan Balai KSDA II Sumatera Utara (2005) yang mendapatkan potensi tumbuhan dan satwa yang tinggi di wilayah TNBG. Pada zona inti juga dijumpai beberapa jenis satwa yang keberadaannya masih berupa dugaan, yaitu adanya keberadaan kambing hutan (*N. Sumatraensis* Bechstein), kucing mas (*C. Temminckii* Vigors & Horsfield), dan ajak (*C. alpinus*) yang terindikasi berdasarkan jejak dan suara. Selain itu juga terdapat indikasi keberadaan orangutan pada zona inti yang diindikasikan dengan ditemukannya sarang orang utan, serta dijumpainya berbagai jenis satwa dilindungi dan satwa terancam punah seperti harimau sumatra (*P. tigris* Pocock) dan beruang madu (*H. malayanus* Raffles).

Kondisi ekosistem dan vegetasi pada zona inti juga menunjukkan potensi yang tinggi dan perlu dilindungi. Zona inti ba-

gian Utara ini memiliki perwakilan hutan dataran rendah sampai hutan dataran tinggi dengan dua sub tipe vegetasi, yang mewakili ketinggi 300-1800 m dpl. Penutupan lahan pada zona inti hampir semuanya terdiri dari hutan primer dalam kondisi yang masih sangat baik. Hal ini terlihat dari tingginya indeks keanekaragaman jenis tumbuhan pada ketiga tingkat vegetasi yang diamati yaitu 3,41-3,51, dan kerapatan pohon sebesar 662,5 ind./ha. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kawasan ini merupakan habitat bagi burung migran seperti cekakak cina (*Halcyon pileata* Linnaeus) dan berbagai jenis elang yang juga ditemukan pada zona rimba. Selain itu ditemukan empat jenis dari kelompok rangkong (famili Bucerotidae), dua jenis pelatuk dari famili Picidae dan satu jenis luntur putri dari famili Trogonidae yang keberadaannya sangat tergantung pada keberadaan hutan, terutama hutan primer.

Tabel (*Table*) 2. Indikator ekologis pada zona inti TNBG bagian Selatan (*Ecological indicator of the south side of BGNP core zone*)

Indikator ekologis zona inti (*Ecological indicator of core zone*)**	**Indikator ekologis zona inti TNBG (*Ecological indicator of the south side of BGNP core zone*)**
(1) Keanekaragaman jenis tumbuhan dan atau satwa tinggi (*Wildlife and/or plant diversity is high*)	- Keanekaragaman jenis tumbuhan, tinggi dengan nilai H' pada tingkat pohon sebesar 3,15, pada tingkat belta sebesar 3,25 dan pada tingkat semai dan tumbuhan bawah sebesar 3,37. - Keanekaragaman jenis satwa beragam dengan nilai H' tertinggi pada klas Aves sebesar 3,10; kemudian Mamalia darat sebesar 1,68; dan primata sebesar 1,06.
(2) Tipe ekosistem khas (*Ecosystem characteristic is unique*)	- Merupakan perwakilan hutan dataran rendah hingga dataran tinggi - Tipe vegetasi Formasi Bukit Barisan di atas 1000 m dpl. - Sub tipe vegetasi Formasi Air Bangis - Singkil (300 - 1000 m dpl) dan sub tipe vegetasi Formasi Hutan Montana (1000 – 1800 m dpl)
(3) Tipe vegetasi hutan primer (*Vegetation is primery type*)	- Tipe vegetasi hutan primer dengan kerapatan tumbuhan pada tingkat pohon sebesar 445 ind./ha., pada tingkat belta sebesar 2.590 ind./ha dan pada tingkat semai dan tumbuhan bawah sebesar 68.750 ind./ha.
(4) Potensi tumbuhan tinggi (*Plant potential is high*)	- Terdapat berbagai jenis hoteng, medang, damar dan meranti. - Terdapat jenis-jenis endemik yaitu *Hopea beccariana* Burck dan *Shorea acuminata* Dyer yang status keterancamannya berdasarkan IUCN adalah "kritis untuk punah".
(5) Potensi satwa tinggi (*Wildlife potential is high*)	- Terdapat jenis-jenis satwa dilindungi yaitu ungko (*H.agilis*), siamang (*S.syndactylus*), beruang (*H.malayanus*), trengggiling (*M.javanica*), rangkong (*Buceros spp.*) dan berbagai jenis dari Klas Aves.
(6) Spesies penting ada (*Existence of important/key species*)	- Terdapat beruang madu (*H.malayanus*) dengan status kelangkaan "terancam punah".
(7) Tingkat kelangkaan (*Scarcity level*) nyaris punah, genting (*endangered*), dan atau jarang, terbatas (*restricted),* dan atau penurunan pesat, rawan (*Depleted/vulnereble*), dan atau terancam punah, terkikis (*indeterminate*)	- Terdapat damar dan meranti dengan status "kritis untuk punah" - Terdapat jenis burung endemik sumatera, seperti kuau (*Argusianus argus* Linnaeus) dan beberapa jenis burung yang dilindungi.

Keterangan (*Remarks*): ** Berdasarkan Kwatrina dan Mukhtar, 2006 (*Based on Kwatrina and Mukhtar, 2006*)

Zona inti bagian Selatan ini secara umum termasuk hutan dataran tinggi dengan ketinggian rata-rata diatas 1.200 m dpl. Penutupan lahan pada zona inti hampir semuanya terdiri dari hutan primer dengan kondisi yang masih sangat baik. Hal ini dapat dilihat dari tingginya indeks keanekaragaman jenis tumbuhan pada ketiga tingkat vegetasi yang diamati di atas 3,0. Kondisi hutan yang demikian merupakan habitat yang baik bagi beberapa jenis satwa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kawasan ini merupakan habitat bagi burung migran terutama berbagai jenis elang. Dilihat dari parameter satwa, maka zona inti wilayah Selatan memiliki potensi biotik yang sangat tinggi.

2. Zona Rimba

Dalam rencana penataan zonasi TNBG (BKSDA II Sumatera Utara, 2006) disebutkan bahwa zona rimba TNBG yang ditunjuk berbatasan langsung dengan batas fungsi luar kawasan TNBG dengan luas total ± 65.947 Ha. Mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 68 Tahun 1998 tentang Kawasan Suaka Alam dan Kawasan Pelestarian Alam, dan Peraturan Menteri Kehutanan No.P.56/Menhut-II/ 2006 tentang Pedoman Zonasi Taman Nasional, maka alasan-alasan yang terkait dengan ekosistem, satwa dan tumbuhan, yang dijadikan dasar dalam penunjukkan zona rimba TNBG, sudah memenuhi kriteria zona rimba sebagaimana yang dimaksud oleh peraturan tersebut. Mengacu pada Kwatrina dan Mukhtar (2006), maka indikator-indikator yang mencirikan kondisi zona rimba TNBG adalah: a) kondisi vegetasi rapat (baik), b) keanekaragaman jenis tumbuhan tinggi, c) bagian habitat dan atau ruang jelajah satwa langka.

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, maka indikator ekologis zona rimba TNBG disajikan pada Tabel 3.

Tabel (*Table*) 3. Indikator ekologis pada zona rimba TNBG bagian Utara (*Ecological indicator of the north side of BGNP sanctuary zone*)

Indikator ekologis zona rimba (***Ecological indicator of sanctuary zone)*****	**Indikator ekologis zona rimba TNBG** (***Ecological indicator of the north side of BGNP sanctuary zone***)
(1) Kondisi vegetasi masih baik (*Vegetation condition is good*)	- Hutan alam tropika dengan perwakilan beberapa tipe ekosistem. - Penutupan lahan berupa hutan primer, sekunder dan areal bekas tebangan. - Kerapatan pohon 550 ind/ha di hutan primer, 430 ind/ha di hutan sekunder dan 235 ind/ha di lahan bekas tebangan
(2) Potensi dan keanekaragaman jenis satwa dan tumbuhan sedang - tinggi (*Wildlife and plant diversity is moderat-high*)	- Potensi dan keanekaragaman jenis satwa tinggi dengan H' tertinggi pada klas Aves, yaitu 2,93 pada hutan areal bekas tebangan, 3,37 pada hutan sekunder dan 3,19 pada hutan primer. - Potensi dan keanekaragaman jenis tumbuhan tingkat pohon sedang - tinggi dengan H' yaitu 3,4 pada hutan primer, 3,13 pada hutan sekunder dan 2,77 pada areal bekas tebangan. - Jenis-jenis tumbuhan utama pada tingkat pohon dengan INP tertinggi adalah *Shorea gibbosa* Brandis dan *H. beccariana* yang status keterancaman berdasarkan daftar merah IUCN adalah "kritis untuk punah".
(3) Bagian habitat dan/ atau ruang jelajah (*home range)* satwa langka/dilindungi (*Part of habitat and/or home range of important/key species*)	- Terdapat empat jenis satwa langka yaitu beruang (*H. malayanus*), harimau (*P.tigris*), macan (*Neofelis nebulosa* Griffith), kucing emas (*C.temminckii*), dan rangkong (*Buceros* spp.)yang termasuk satwa dilindungi. - Terdapat 29 jenis satwa dilindungi yang terdiri dari 17 jenis Aves, 3 jenis Primata dan 9 jenis Mamalia darat - Daerah persinggahan burung migran, seperti jenis-jenis elang (Accipitridae) dan cekakak cina *(Halcyon pileata* Boddaert*).*

Keterangan (*Remarks*): ** Berdasarkan Kwatrina dan Mukhtar, 2006) (*Based on Kwatrina and Mukhtar, 2006*)

Secara umum kondisi vegetasi pada zona rimba di bagian Utara masih utuh dan alami. Parameter satwa menunjukkan bahwa zona rimba pada bagian Utara memiliki potensi yang tinggi antara lain dengan dijumpainya lima jenis satwa langka dan 29 jenis satwa dilindungi yang tersebar di hutan primer, hutan sekunder bahkan pada areal bekas tebangan.

Tabel (*Table*) 4. Indikator ekologis pada zona rimba TNBG bagian selatan (*Ecological indicator of the south side of BGNP sanctuary zone*)

Indikator ekologis zona rimba (***Ecological indicator of sanctuary zone)*****)	**Indikator ekologis zona rimba TNBG** (***Ecological indicator of the south side of BGNP sanctuary zone***)
(1) Kondisi vegetasi masih baik (*Vegetation condition is good*)	- Hutan alam tropika dengan perwakilan beberapa tipe ekosistem. - Penutupan lahan berupa hutan primer dan sedikit sekunder. - Kerapatan tumbuhan pada tingkat pohon 497,5 ind/ha, tingkat belta 2330 ind/ha, dan semai dam tumbuhan bawah 84.000 ind/ha.
(2) Potensi dan keanekaragaman jenis satwa dan tumbuhan sedang – tinggi (*Wildlife and plant diversity is moderat-high*)	- Potensi dan keanekaragaman jenis satwa tinggi dengan H' tertinggi pada klas Aves, yaitu 3,51, klas primata 1,45; dan klas mamalia darat 2,24. - Potensi dan keanekaragaman jenis tumbuhan tingkat pohon tinggi dengan H' yaitu pada tingkat pohon sebesar 3,29, pada tingkat belta sebesar 3,15 dan pada tingkat semai dan tumbuhan bawah sebesar 3,46. - Jenis-jenis tumbuhan utama pada tingkat pohon dengan INP tertinggi adalah *Cinnamomum parthenoxylon* Meissn. dan *Dracontomelon dao* Err.&Rolfe
(3) Bagian habitat dan atau ruang jelajah (*home range)* satwa langka/dilindungi (*Part of habitat and/or home range of important/key species*)	- Terdapat beberapa jenis satwa langka seperti empat jenis satwa langka yaitu ungko, harimau, dan rangkong yang termasuk satwa dilindungi. - Daerah persinggahan burung migran, seperti jenis-jenis elang.

Keterangan (*Remarks*): ** Berdasarkan Kwatrina dan Mukhtar, 2006) (*Based on Kwatrina and Mukhtar, 2006*)

Kondisi vegetasi pada zona rimba bagian Selatan merupakan hutan primer. Apabila dibandingkan dengan zona rimba TNBT yang sebagian besar penutupan lahannya berupa hutan sekunder, maka zona rimba TNBG jauh lebih baik. Penafsiran citralandsat wilayah TNBG tahun 2005 menunjukkan keberadaan hutan primer yang masih cukup luas di wilayah utara TNBG. Hasil pengamatan lapangan juga menunjukkan bahwa hutan primer kawasan Utara ini masih baik kondisinya. Selain itu, juga diindikasikan dari masih banyaknya ditemukan jenis meranti (*S. gibbosa*) dan damar (*H. beccariana)* yang memiliki status keterancaman "kritis untuk punah" pada zona rimba. Keberadaan hutan primer di zona rimba ini penting artinya bagi kehidupan dan perkembangan beberapa jenis satwa yang tergantung pada keberadaan hutan terutama hutan primer, seperti rangkong (*Buceros rhinoceros* Linnaeus).

3. Zona Pemanfaatan

Zona pemanfaatan adalah bagian taman nasional yang letak, kondisi, dan potensi alamnya dimanfaatkan terutama untuk kepentingan pariwisata alam dan jasa lingkungan lainnya. Berdasarkan peta peruntukkan zonasi yang dikeluarkan oleh Balai KSDA Sumatera Utara (2006), zona pemanfaatan di bagian selatan TNBG meliputi tujuh lokasi dengan luas keseluruhan ± 2.022 ha. Mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 68 Tahun 1998 tentang Kawasan Suaka Alam dan Kawasan Pelestarian Alam, dan Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.56/Menhut-II/2006 tentang Pedoman Zonasi Taman

Nasional, maka alasan-alasan yang terkait dengan ekosistem, satwa dan tumbuhan, yang dijadikan dasar dalam penunjukkan zona pemanfaatan TNBG seperti yang disusun oleh BKSDA Sumatera Utara II (2006) sebagian besar sudah memenuhi kriteria zona pemanfaatan sebagaimana yang dimaksud oleh peraturan tersebut.

Dalam menjabarkan kriteria zona pemanfaatan, maka digunakan indikator zonasi TNBT (Kwatrina dan Mukhtar, 2006), yaitu: a) potensi biotik sedang-tinggi, b) potensi wisata tinggi, c) bukan bagian dari ruang jelajah satwa penting. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, maka parameter ekologis yang dapat dijadikan indikator ekologis zona pemanfaatan TNBG disajikan pada Tabel 5.

Tabel (*Table*) 5. Indikator ekologis pada zona pemanfaatan TNBG (*Ecological indicator of BGNP use zone*)

Indikator ekologis zona pemanfaatan (*Ecological indicator of use zone)*****	**Indikator ekologis zona pemanfaatan TNBG (*Ecological indicator of BGNP use zone*)**
(1) Potensi biotik sedang – tinggi (*Biotic level is moderate –high*)	- Hutan alam tropika dengan perwakilan beberapa tipe ekosistem, seperti danau dan hutan pegunungan diatas 1.500 m dpl. - Penutupan lahan sebagian besar masih berupa hutan primer. - Ditemukan sekitar 24 jenis tumbuhan tingkat pohon. - Ditemukan sekitar 33 jenis burung, 5 jenis primata, dan 8 jenis mamalia darat
(2) Potensi wisata tinggi (*Potential of tourism is high*)	- Habitat beberapa satwa langka dan dilindungi, seperti ungko, siamang, dan macan dahan - Terdapat danau tempat minum beberapa jenis mamalia, seperti rusa (*Cervus unicolor* Kerr) dan kambing hutan (*N.sumatraensis*) - Beragam jenis tumbuhan khas dataran tinggi yang unik dan menarik. - Habitat beragam jenis burung srigunting (*Dicrurus spp.*).
(3) Bukan bagian dari ruang jelajah satwa penting (*No part of important species homerange*)	- Lintasan rusa (*C.unicolor*) dan macan dahan (*N.nebulosa*)

Keterangan (*Remarks*): ** Berdasarkan Kwatrina dan Mukhtar, 2006) (*Based on Kwatrina and Mukhtar, 2006*)

D. Arti Penting Indikator Ekologis Bagi Pengelolaan TNBG

Pentingnya indikator ekologis dalam pengelolaan suatu ekosistem dan kawasan dinyatakan oleh Carignan dan Villard (2002), bahwa sangat sulit untuk mengukur semua komponen pada suatu ekosistem untuk kepentingan pengelolaan, sehingga indikator ekologis sangat penting diketahui. Lebih lanjut De Leo dan Levin (1997) menyatakan bahwa satu indikator tunggal saja tidak cukup untuk mengukur suatu ekosistem atau kawasan, namun diperlukan satu set indikator.

Keberadaan spesies tertentu dapat menjadi parameter penting untuk menentukan indikator suatu zonasi. Spesies-spesies tersebut ada yang tergolong spesies payung (*umbrella species*), *flagship species*, spesies endemik, spesies langka, dan spesies dilindungi. Sebagaimana dinyatakan Lambeck (1997) dan Noss (1999) *dalam* Carignan dan Villard (2002), bahwa pada level spesies ada beberapa indikator ekologis yang dapat digunakan, diantaranya adalah *keystone species, area-limited umbrella species, dispersal-limited species, resource-limited species, process-limited species,* dan *flagship species*. Untuk TNBG, beberapa diantaranya adalah harimau sumatera (*P. tigris*) dan macan dahan (*N. nebulosa*) sebagai spesies payung (*umbrella species*); kucing emas (*C. temmincki*) sebagai spesies langka; orang utan (*P. abelli* Lesson) sebagai *flagship spesies* dengan status konservasi kritis terancam punah; trenggiling (*M. Javani-*

ca), siamang (*S. Syndactylus* Raffles), kelompok elang, kelompok rangkong, damar (*H. beccariana*), meranti (*Hopea* spp.), dan *S. acuminata* sebagai spesies dengan beberapa status konservasi dan dilindungi; serta *A. argus* sebagai spesies endemik.

Keberadaan spesies pada suatu zonasi harus ditindaklanjuti melalui pengelolaan kawasan yang sesuai dengan karakteristik zonasi. Sebagai contoh adalah tingginya potensi satwa pada kawasan terbuka bekas tebangan zona rimba. Kondisi ini menunjukkan bahwa kawasan tersebut merupakan bagian dari habitat dan ruang jelajah satwa-satwa tersebut. Dengan demikian, dalam pengelolaan selanjutnya pada kawasan hutan bekas tebangan perlu dilakukan kegiatan rehabilitasi, pemulihan, dan pengayaan habitat. Areal ini dapat ditunjuk sebagai zona rehabilitasi untuk selanjutnya ditetapkan kembali sebagai zona rimba.

Pada zona pemanfaatan, selain adanya potensi alam dan wisata alam yang tinggi, juga adanya tempat minum beberapa jenis mamalia dan habitat beberapa jenis burung srigunting (*Dicrurus* spp.) merupakan obyek penelitian dan pendidikan yang cukup penting. Selain itu, dengan adanya keberadaan lintasan rusa (*C. unicolor*) dan macan dahan (*N. nebulosa*) maka diperlukan identifikasi ruang jelajah kedua spesies tersebut agar tidak terjadi tumpang tindih dengan kawasan hutan yang sering dikunjungi manusia. Hal ini untuk mengurangi dampak akibat tingginya intensitas kontak satwa dengan manusia. Indikator ekologis menunjukkan bahwa potensi ekosistem zona pemanfaatan masih cukup baik. Oleh sebab itu perlu disusun konsep pengembangan wisata alam yang mendukung kelestarian obyek wisata alam dan potensi biotik yang terdapat di dalamnya. Beberapa kawasan yang sangat potensial untuk pengembangan wisata alam tersebut adalah Danau Saba Begu dan Puncak Sorek Merapi.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Indikator ekologis utama di TNBG meliputi keberadaan, keanekaragaman, dan kepadatan spesies penting dari kategori dilindungi, langka, spesies payung, endemik, dan *flagship spesies.*
2. Berdasarkan pedoman zonasi taman nasional dan indikator zonasi wilayah Sumatera maka tersusun 52 indikator ekologis untuk tiga zona utama di TNBG, yaitu 15 indikator untuk zona inti bagian Utara, 12 indikator untuk zona inti bagian Selatan, sembilan indikator untuk zona rimba bagian Utara, delapan indikator untuk zona rimba bagian Selatan, dan delapan indikator untuk zona pemanfaatan.
3. Dua dari 52 indikator tidak sesuai dengan indikator acuan, yaitu terdapatnya lahan terbuka pada zona rimba, serta wilayah yang merupakan bagian ruang jelajah rusa (*Rusa unicolor* Kerr.) dan macan dahan (*Neofelis nebulosa* Griffith) di zona pemanfaatan.

B. Saran

Pengelola TNBG dapat melakukan monitoring spesies indikator secara berkala sebagai dasar pengelolaan keanekaragaman hayati pada masing-masing zona. Untuk kawasan zona pemanfaatan yang terdapat ruang jelajah satwa, dapat dipertimbangkan untuk dikeluarkan dari kawasan zona pemanfaatan dan masuk pada zona rimba, karena dikhawatirkan akan menimbulkan gangguan dan ancaman bagi satwa maupun manusia.

DAFTAR PUSTAKA

Balai KSDA II Sumatera Utara. 2005. Rencana pengelolaan Taman Nasional Batang Gadis, Kabupaten Mandailing Natal Propinsi Sumatera Utara 2006-2025. Direktorat Jenderal Perlindungan Hutan dan

Konservasi Alam. Kementerian Kehutanan. Medan.

Balai KSDA II Sumatera Utara. 2006. Zonasi Taman Nasional Batang Gadis. Direktorat Jendral Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam. Kementerian Kehutanan. Medan.

Carignan, V. dan MA. Villard. 2002. Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. Environmental Monitoring and Assessment 78:45-61

Caro, T., A. Engilis, E. Fitzherbert, & T. Gardner. 2004. Preliminary assessment of the flagship species concept at a small scale. Animal Conservation 7:63-70

Conservation International Indonesia. 2004. Keanekaragaman jenis mamalia dan burung di Kawasan Taman Nasional Batang Gadis. Laporan Teknik. Northern Sumatra Corridor Program. Medan. Tidak Dipublikasikan. Balai KSDA II Sumatera Utara. 2006. Zonasi Taman Nasional Batang Gadis. Direktorat Jendral Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam. Kementerian Kehutanan. Medan.

De Leo, G.A. and S. Levin. 1997. The multifaceted aspect of ecosystem integrity. Conservation Ecology [online] 1(1):3. http://www.consecol.org/vol1/1ss1/art3/. Diakses 11 Agustus 2010.

Fleishman, E.,DD. Murphy and P.F. Brussard. 2000. A new method for selection of umbrella species for conservation planning. *Ecological Applications* 10:569-579.

Kartawinata. K., S. Soenarko, IGM. Tantra dan T. Samingan. 1976. Pedoman inventarisasi flora dan ekosistem. Direktorat Jendral Perlindungan Hutan dan Pelestarian Alam. Bogor.

Kwatrina, R. T. dan A. S. Mukhtar. 2006. Kriteria dan indikator zonasi Taman Nasional Bukit Tigapuluh. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam Vol. III No. 5. Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi. Bogor.

Ludwig JA. and JF Reynolds. 1988. Statistical ecology: a primer on method and computing. New York: Wiley.

Mukhtar, A.S. 2006. Evaluasi kegiatan penelitian tahun 2003-2009: UKP model pengelolaan taman nasional. Makalah dalam Rapat Koordinasi UKP Lingkup Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi. Bogor,18-19 Agustus 2005.

Reynold, T.T., J.M. Scott, and R.A. Nussbaum. 1980. A variable circular-plot method for estimating bird numbers. The Cooper Ornithological Society. Condor 82: 309-313.

Santosa, Y. 1993. Strategi kuantitatif untuk pendugaan beberapa parameter demografi dan pemanenan populasi satwaliar berdasarkan pendekatan ekologi perilaku: studi kasus terhadap populasi kera ekor panjang (*Macaca fascicularis* Reffles). Laporan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Lampiran (*Appendix*) 1. Kepadatan dan Indeks keanekaragaman jenis tumbuhan pada zona inti, rimba, dan pemanfaatan (*Species diversity index and density of plant at core zone, sanctuary zone, and use zone*)

Lampiran (*Appendix*) 1a. Kepadatan dan Indeks keanekaragaman jenis tumbuhan pada zona inti (*Species diversity index and density of plant of core zone*)

Tingkat pertumbuhan (*Growth level*)	Zona inti bagian Utara (*North side of core zone*)		Zona inti bagian Selatan (*South side of core zone*)	
	K (ind.ha)	H'	K (ind.ha)	H'
Pohon (*Tree*)	455	3,15	662,5	3,51
Belta (*Belta*)	2590	3,25	2540	3,48
Semai (*Seedling*)	68,75	3,37	65.250	3,41

Lampiran (*Appendix*) 1b. Kepadatan dan Indeks keanekaragaman jenis tumbuhan pada zona rimba (*Species diversity index and density of plant of sanctuary zone*)

Tingkat pertumbuhan (*Growth level*)	Zona rimba bagian Utara (*North side of sanctuary zone*)						Zona rimba bagian Selatan (*South side of sanctuary zone*)	
	Hutan primer		Hutan sekunder		Lahan terbuka			
	K (ind.ha)	H'	K (ind.ha)	H'	K (ind.ha)	H'	K (ind.ha)	H'
Pohon (*Tree*)	550	3,4	430	3,13	235	2,77	497,5	3,29
Belta (*Belta*)	1720	3,27	2260	3,3	1160	2,74	2330	3,15
Semai (*Seedling*)	53.750	3,37	59.750	3,22	31.250	2,56	84	3,46

Lampiran (*Appendix*) 1c. Kepadatan dan Indeks keanekaragaman jenis tumbuhan pada zona pemanfaatan (*Species diversity index and density of plant of use zone*)

Tingkat pertumbuhan (*Growth level*)	Zona pemanfaatan (*Use zone*)	
	K (ind.ha)	H'
Pohon (*Tree*)	455	3,15
Belta (*Belta*)	2590	3,25
Semai (*Seedling*)	68,75	3,37

Lampiran (*Appendix*) 2. Kepadatan dan Indeks keanekaragaman jenis satwaliar pada zona inti, rimba, dan pemanfaatan (*Species diversity index and density of wildlife at core zone, sanctuary zone, and use zone*)

Lampiran (*Appendix*) 2a. Kepadatan dan Indeks keanekaragaman jenis satwaliar pada zona inti (*Species diversity index and density of wildlife of core zone*)

Kategori satwaliar (*Wildlife category*)	Zona inti bagian Utara (*North side of core zone*)		Zona inti bagian Selatan (*South side of core zone*)	
	K (ind.ha)	H'	K (ind.ha)	H'
Burung (*Birds*)	35,1	3,94	32	3,09
Primata (*Primate*)	4,9	2,0	1,8	1,06
Mamalia (*Mammals*)	6,9	2,54	1,8	1,68

Lampiran (*Appendix*) 2b. Kepadatan dan Indeks keanekaragaman jenis satwaliar pada zona rimba (*Species diversity index and density of wildlife of sanctuary zone*)

Kategori satwaliar (*Wildlife category*)	Zona rimba bagian Utara (*North side of sanctuary zone*)						Zona rimba bagian Selatan (*South side of sanctuary zone*)	
	Hutan primer		Hutan sekunder		Lahan terbuka			
	K (ind.ha)	H'	K (ind.ha)	H'	K (ind.ha)	H'	K (ind.ha)	H'
Burung (*Birds*)	43,20	3,19	37,4	3,37	24,8	2,93	53,4	3,514
Primata (*Primate*)	4,2	0,98	4,8	1,45	3	1,29	7	1,45
Mamalia (*Mammals*)	2,6	1,95	3,6	1,08	2,2	1,85	4,6	2,24

Lampiran (*Appendix*) 2c. Kepadatan dan Indeks keanekaragaman jenis satwaliar pada zona pemanfaatan (*Species diversity index and density of wildlife of use zone*)

Tingkat pertumbuhan (*Growth level*)	Zona pemanfaatan (*Use zone*)	
	K (ind.ha)	H'
Burung (*Birds*)	37,4	3,20
Primata (*Primate*)	3,2	1,37
Mamalia (*Mammals*)	4,6	1,82