Forest Cover and Change in Sumatra 1990-2000 · Tutupan dan Perubahan Hutan di Sumatera 1990-2000

The forests of Aceh are an extremely urgent research priority. This region is likely to hold a number of additional KBAs, but these sites cannot be identified due to a nearly complete lack of historical or current data on occurrence of KBA trigger species. Surveys are currently underway, and these new data will be incorporated as they become available. As a result, this area of the map may change significantly over the next year.

Kawasan hutan di Aceh merupakan prioritas tinggi untuk penelitian. Kawasan ini diperkirakan akan memiliki sejumlah KBA tambahan, namun kawasan-kawasan ini tidak dapat didentifikasi karena tidak lengkapnya data historis tentang keberadaan spesies pemicu keberadaan KBA. Saat ini beberapa penelitian tengah dilaksanakan dan data baru ini akan segera digabungkan. Oleh sebab itu, kawasan pada peta ini akan berubah secara signifikan dalam tahun-tahun mendatang.

Deforestation Results

Total forest loss across the mapped area was 25%, representing over 50,000 km², from over 206,000 km² in 1990 to approximately 155,000 km² in 2000. The largest percentage loss occurred in the province of Sumatera Selatan, where over half of the forest was cleared between 1990 and 2000. The lowest percentage losses were found in Aceh and Sumatera Balat, with just over 8% forest loss. Both areas retain a high percentage of their land cover as forest, and both areas contain forest within national parks.

Hasil Analisis Deforestasi

Total luasan kehilangan hutan yang terpetakan mencapai 25%, atau sekitar lebih dari 50.000 km², dari luas hutan sekitar 206.000 km² pada tahun 1990 menjadi sekitar 155.000 km² pada tahun 2000. Laju kehilangan hutan terbesar terjadi di propinsi Sumatera Selatan, dimana hampir setengah luas kawasan hutannya telah dibuka antara tahun 1990-2000. Angka laju kehilangan hutan terendah terjadi pada hutan di Aceh dan Sumatera Barat, yaitu hanya 8%. Kedua daerah tersebut mempertahankan sebagian besar tutupan lahannya sebagai hutan, dan kawasan hutannya berada dalam taman nasional.

Province *Provinsi*	Forest 1990 *Hutan 1990* (km²)	Forest 2000 *Hutan 2000* (km²)	Forest loss *Kehilangan Hutan* (km²)	change *Perubahan*
Aceh	36,130	33,036	3,094	-8.6%
Bengkulu	10,780	8,495	2,266	-21.0%
Jambi	27,133	19,901	6,898	-25.4%
Lampung	5,063	3,362	1,686	-33.3%
Riau	55,697	37,874	17,640	-31.7%
Sumatera Balat	23,456	21,297	2,048	-8.7%
Sumatera Selatan	24,316	10,071	14,148	-58.2%
Sumatera Utara	23,807	20,661	3,102	-13.0%
total	206,383	154,696	50,883	-25.4%*(Average)*

Forest cover and forest loss statistics by province

Change in forest cover from 1990 to 2000 within Key Biodiversity Areas (KBAs)

Most species are best conserved by safeguarding where they live. Thus, the single most effective means of conserving biodiversity worldwide is by safeguarding sites of global conservation significance (Key Biodiversity Areas). Monitoring habitat loss within KBAs is an important measure of both overall threat to biodiversity and of the success of current conservation efforts. Thus, we mapped change in natural forest cover within KBAs in Sumatra between 1990 and 2000.

Figure 1 shows change in the proportion of forest cover between 1990 and 2000 within all KBAs, compared to within AZE sites (the highest priority subset of KBAs). A higher rate of decline in habitat cover is seen in all KBAs as compared to AZE sites during the 10 year period. However, the proportion of overall forest cover was lower for AZE sites compared to all KBAs.

Figure 2 compares change in forest cover between 1990 and 2000 within protected KBAs and unprotected KBAs. The proportion of overall forest cover within protected KBAs remains higher over the 10 year period.

Perubahan tutupan hutan dari tahun 1990 sampai 2000 didalam wilayah Kawasan Kunci Keanekaragaman Hayati (KBA)

Sebagian besar keanekaragaman hayati dapat dilestarikan dengan cara menjaga kawasan habitatnya. Jadi, cara yang paling efektif untuk melindungi keanekaragaman hayati dunia adalah dengan melindungi daerah yang sangat signifikan secara global seperti Kawasan Penting Keanekaragaman hayati (KBA). Memonitor laju kerusakan habitat dalam wilayah KBA sangat penting untuk mengetahui ancamannya dan juga mengukur keberhasilan program konservasi. Untuk itu kami melakukan kegiatan pemetaan perubahan tutupan hutan alam di dalam wilayah KBA di Sumatera tahun 1990 hingga 2000.

Gambar 1 menunjukan perubahan tutupan hutan antara tahun 1990 hingga 2000 didalam KBA, dibandingkan dengan wilayah AZE (subset KBA dengan prioritas tertinggi). Tingkat perubahan tutupan hutan di KBA lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah AZE selama kurun waktu 10 tahun. Akan tetapi, proporsi perubahan tutupan hutan secara keseluruhan di wilayah AZE lebih rendah dibandingkan dengan KBA.

Gambar 2 membandingkan perubahan tutupan hutan antara 1990 dan 2000 di dalam KBA yang dilindungi dan KBA yang tidak dilindungi. Proporsi keseluruhan tutupan hutan di dalam KBA yang dilindungi tetap lebih tinggi dalam rentang waktu 10 tahun.

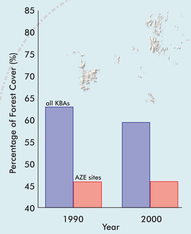


Figure 1: Change in forest cover extent in Key Biodiversity Areas, including AZE sites
Gambar 1: Perubahan pada tutupan hutan berlanjut pada daerah KBA termasuk Daerah AZE

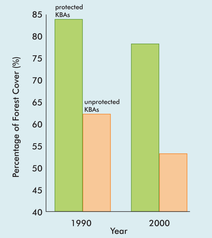


Figure 2: Change in forest cover extent in protected and unprotected Key Biodiversity Areas
Gambar 2: Tingkat Perubahan Tutupan Hutan dalam KBA yang dilindungi dan tidak dilindungi

Background and Methodology

The island of Sumatra has experienced extremely high levels of forest loss in the recent past, but estimates of the actual rate of forest loss have varied greatly. Since habitat loss is the single greatest threat to biodiversity, analyzing and mapping forest loss is vital to conservation efforts in the region. In 2005, the Wildlife Conservation Society, the Indonesian Ministry of Forestry, Conservation International, and the Critical Ecosystem Partnership Fund initiated a project to map change in forest cover in Sumatra between 1990 and 2000. Forest is defined here as closed-canopy, mature, and natural forest and therefore does not include plantation or agro-forests.

Forest cover was mapped by analyzing Landsat satellite imagery from circa 1990 to circa 2000. The bulk of the image data are part of NASA's global orthorectified dataset, freely available for download at the University of Marlyland's Global Land Cover Facility (www.landcover.org). However, additional scenes were purchased in order to fill in data gaps caused by cloud contamination.

The analysis was conducted at a spatial resolution of 28.5m. All images were co-registered at sub-pixel precision to minimize classification error caused by positional error between dates. The classification process involved directly mapping both the circa 1990 and circa 2000 image data simultaneously. This technique reduces errors caused by differences in vegetation phenology and illumination conditions between image dates and also improves image interpretation by simultaneously interpreting two images of the same area rather than one.

A supervised training methodology was used to classify each two-date "image pair." Training areas were drawn on these image pairs for areas of known forest, nonforest, water, forest clearance, cloud, and shadow. A decision tree classifier (http://rulequest.com/see5-win.html) was then used to divide the image data into appropriate classes. Multiple iterations were run for each image pair, with each new iteration either altering the existing training polygons or including additional subclasses until the classification reached an acceptable level of accuracy. The final classification results were also manually edited to correct misclassifications in areas with complex terrain, cloud, shadow and haze and also for plantation agriculture and secondary growth that was misclassified as forest. We found no acceptable method for accurately mapping such areas and so used expert knowledge and manual editing to improve the accuracy of the resulting classification.

After each image pair was classified and manually edited, a mosaic of all 31 Landsat tiles was created and filtered to remove clumps of pixels smaller than 2 ha. Because the majority of logging roads were filtered out in the process described above, these roads were manually digitized and then added to the data following completion. Roads present prior to 1990 are included, as well as roads created between 1990 and 2000.

Average accuracy for the land cover classification was validated using high-resolution Ikonos and Quickbird imagery acquired between 2000 and 2001. Close to 1000 randomly selected points were used in the accuracy assessment and the overall average accuracy for the land cover classification was estimated at 95.85%. The forest clearance class was not validated, however, because no high-resolution data were available for circa 1990.

Analysis conducted by / analisis dilakukan oleh:
David Gaveau, Boni Dewantara, Indra Kumara
Wildlife Conservation Society, Indonesia
Justin Epting, Daniel Juhn, Marc Steininger, and Hendi Sumantri
Conservation International
Bambang Suyikno
Indonesia Ministry of Forestry

Latar Belakang dan Metodologi

Laju kerusakan hutan di pulau Sumatera sangat luar biasa dimasa lalu, tetapi perkiraan tingkat kerusakan yang sebenarnya masih berbeda-beda. Karena hilangnya habitat merupakan salah satu ancaman terbesar terhadap keanekaragaman hayati, analisa dan pemetaan kerusakan hutan menjadi penting bagi upaya konservasi. Pada tahun 2005, Wildlife Conservation Society, Departemen Kehutanan, Conservation International dan Critical Ecosystem Partnership Fund berinisiatif untuk memetakan perubahan tutupan hutan Sumatera antara tahun 1990 dan 2000. Hutan yang dimaksud disini adalah semua tutupan tajuk hutan, primer dan alami tetapi tidak mencakup perkebunan atau hutan tanaman.

Tutupan hutan ini dipetakan dengan menganalisis citra satelit landsat 1990 dan 2000. Seluruh data citra satelit merupakan set data yang telah di ortorektifikasi, yang dapat diunduh secara gratis dari Global Land Cover Facility Universitas Maryland (www.landcover.org). Namun demikian, beberapa citra satelit tambahan dibeli untuk mengantisipasi kesenjangan data akibat adanya tutupan awan.

Analisis dilakukan dengan menggunakan resolusi spasial 28.5 m. Semua citra digabungkan dan dikoreksi pada tingkat presisi sub-piksel untuk meminimalkan kesalahan klasifikasi yang disebabkan kesalahan posisi antar tahun. Proses klasifikasi ini dilakukan dengan menggabungkan citra satelit antara tahun 1990 dan 2000 secara bersamaan. Teknik ini dapat meminimalkan kesalahan yang disebabkan oleh perbedaan dalam fenologi vegetasi dan kondisi pencahayaan antara kedua citra dan juga mempercepat proses interpretasi dengan menganalisa dua citra secara bersamaan daripada satu persatu.
Metode klasifikasi terbimbing digunakan untuk mengklasifikasikan setiap pasangan citra untuk kedua tahun tersebut. Daerah-daerah pelatihan di gambar pada gabungan citra satelit untuk kawasan-kawasan hutan, non-hutan, badan air, bukaan hutan dan bayangan awan yang telah diketahui. Suatu alat klasifikasi "Decision Tree" (http://rulequest.com/see5-win.html) dipergunakan untuk memilah data citra kedalam kelas-kelas yang sesuai. Proses klasifikasi dilakukan beberapa kali untuk setiap pasang citra, dimana pada setiap proses baru dilakukan perbaikan pada poligon sampel yang sudah ada sebelumnya atau menambahkan sub-sub kelas sampai klasifikasi mencapai tingkat akurasi yang dapat diterima. Hasil klasifikasi akhir diperbaiki secara manual untuk memperbaiki kesalahan klasifikasi terutama pada daerah dataran yang rumit, berawan, bayangan awan dan kabut dan juga daerah perkebunan, pertanian dan tumbuhan sekunder yang terkadang diklasifikasikan sebagai hutan. Kami tidak menemukan metoda yang lebih baik untuk memetakan secara akurat kawasan yang di seburkan tadi dan tetap menggunakan pengetahuan para ahli dan mengedit secara manual untuk memperbaiki akurasi klasifikasi yang dihasilkan.
Setelah setiap pasangan citra diklasifikasi dan diedit secara manual, kemudian disusun suatu mosaik dari 31 citra landsat dan dilakukan proses untuk menghilangkan kumpulan piksel yang kurang dari 2 hektar. Karena sebagian besar dari jalan-jalan HPH telah dikeluarkan dalam proses yang disebutkan di atas, jalan-jalan tersebut kemudian di digitasi secara manual dan kemudian ditambahkan ke dalam data setelah selesai. Jalan-jalan tersebut termasuk jalan yang dibuat sebelum tahun 1990 dan juga jalan yang dibuat antara tahun 1990 dan 2000.
Rata-rata akurasi untuk klasifikasi tutupan lahan di validasikan menggunakan citra Ikonos dan Quickbird resolusi tinggi yang diambil antara 2000 dan 2001. Hampir 1000 titik yang dipilih secara acak dipergunakan dalam analisa akurasinya dan rata-rata akurasi keseluruhan untuk klasifikasi tutupan lahan diperkirakan hampir 95.85%. Namun klasifikasi untuk pembukaan hutan tidak dapat divalidasi karena tidak diperoleh data citra satelit resolusi tinggi untuk circa 1990.

Roster of Key Biodiversity Areas
Daftar Kawasan Kunci Keanekaragaman Hayati

* Denotes Alliance for Zero Extinction (AZE) site
* *Menandakan Kawasan AZE*
note: only KBAs within extent of analysis are displayed
hanya KBA didalam batasan analisis yang ditampilkan

1	Angkola	31	Leuser
* 2	Baleq	*32	Lubuk Selasih
3	Batang Gadis	33	Malampah Alahan Panjang
4	Batang Toru	34	Marawang
5	Baturidjal	35	Mareno
6	Berbak	36	Merang
7	Bikang	37	Pagai Selatan
8	Bintan Utara	38	Pagai Utara
9	Bukit Bahar - Tojau Pecah	*39	Pagar Alam
10	Bukit Baling	40	Pesisir Pantai Jambi
11	Bukit Barisan Selatan	41	Pesisir Riau Tenggara
12	Bukit Tigapuluh	42	Pesisir Timur Pantai Sumatera Utara
13	Danau Laut Tawar	* 43	Pulau Enggano
14	Danau Toba	44	Pulau Natuna
15	Dataran Banjir Ogan Komering Lebaks	45	Pulau Simeulue
16	Dirgahayu Rimba	*46	Pulau Sipora
17	Geureudong	47	Rawa Lunang
18	Gunung Dempo	48	Rawa Tapus
19	Gunung Sagu	49	Rawa Tripa
20	Gunung Singgalang	50	Siak Kecil
* 21	Gunung Talakmau	51	Siberut
22	Hutan Meranti	52	Sidiangkat
23	Hutan Rawa Gambut Barumun Rokan	53	Sipurak
24	Hutan Rawa Gambut Siak Kampar	54	Soraya
25	Hutan Raya Bukit Barisan	55	Sungai Sembilang
26	Hutan Siberut Utara	56	Tahura Bengkulu
27	Jambo (Seulawah)	57	Tanjung Koyan-Selokan
* 28	Kerinci - Seblat	58	Tesso Nilo
29	Kerumutan	59	Toboali
30	Lae Raso	60	Trumon - Singkil
		61	Ulu Masin
		62	Way Kambas

Change in forest fragmentation in Sumatra

It is recognized that habitat fragmentation is one of the biggest threats to ecosystem integrity, so limiting fragmentation is essential in order to support wide-ranging species and maintain the ecological processes that allow biodiversity to persist. Habitat fragmentation can be measured through two indicators: change in the proportion of habitat located beyond 1 km from non-habitat edge, and change in the proportion of habitat that is in isolated patches over 100 km². We analyzed both edge and isolation fragmentation for the whole of Sumatra (including the island of Siberut). Overall, between 1990 and 2000, both forest edge and isolation fragmentation have continued to increase at a moderate rate.

Perubahan Fragmentasi Hutan di Sumatera

Fragmentasi habitat adalah salah satu ancaman terbesar bagi keutuhan ekosistem, jadi upaya membatasi fragmentasi hutan sangat penting untuk melestarikan spesies dengan daerah jelajah yang luas dan menjaga keberlangsungan proses ekologi agar keanekaragaman hayati dapat bertahan hidup. Fragmentasi habitat dapat diukur melalui dua indikator: yaitu perubahan proporsi habitat yang berlokasi lebih dari 1 km dari batas non-habitat, dan perubahan proporsi kantong-kantong habitat yang terisolasi dengan luas lebih dari 100 km². Kami telah menganalisis kedua jenis fragmentasi tersebut untuk keseluruhan Pulau Sumatera (termasuk pulau Siberut). Secara keseluruhan, antara tahun 1990 hingga 2000, kedua jenis fragmentasi terus mengalami peningkatan dengan tingkat moderat.

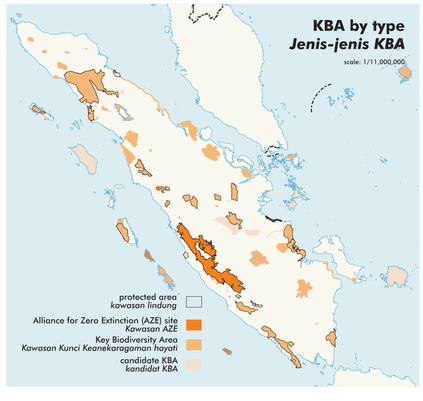
Proportion of habitat in isolated patches greater than 100 km²
Proporsi dari habitat yang terisolasi lebih besar dari 100 km²

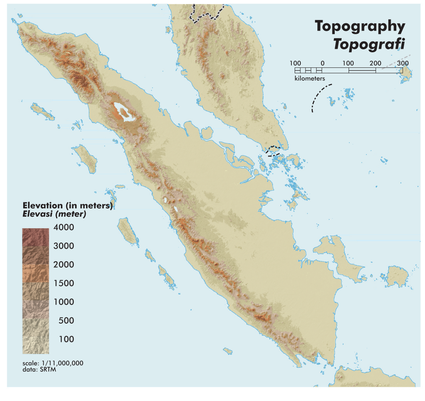
1990	2000	change/*perubahan*
88.28%	84.14%	-4.14%

Proportion of habitat located more than 1 km from non-habitat edge
Proporsi habitat yang berlokasi lebih dari 1 km dari tepi bukan habitat

1990	2000	change/*perubahan*
50.40%	45.94%	-4.46%

Change in the proportion of habitat located more than 1 km from non-habitat edge, and the proportion of habitat in isolated patches greater than 100 km²
Perubahan proporsi habitat yang berlokasi lebih dari 1 km dari tepi bukan habitat, dan proporsi dari habitat yang terisolasi lebih besar dari 100 km²





data:
Center for Applied Biodiversity Science at Conservation International - USA
Conservation International - Indonesia
Global Shoreline Database, January 2001, Veridian (GDAIS)
Indonesia Ministry of Forestry
Nature Conservation Information Center, Forest Protection and Nature Conservation, Ministry of Forestry (2005)
VMap0, National Geospatial-Intelligence Agency
Wildlife Conservation Society

this map was produced by the Conservation Mapping Program
Mark Denil - Chief Cartographer
Keller Kroetz - Cartographer
Center for Applied Biodiversity Science
Conservation International
2011 Crystal Drive
Arlington, VA 22202 USA

50 0 50 100 150
kilometers
scale: 1/2,500,000
projection: Sinusoidal
central meridian: 107.5° east longitude

forest change · *Perubahan Hutan*

- forest lost by 2000 / *kehilangan hutan sampai 2000*
- forest both dates / *hutan pada kedua tahun*
- forest 1990s cloud 2000 / *hutan 1990 awan 2000*
- mangroves / *hutan bakau*
- mangrove lost by 2000 / *hutan bakau hilang sampai 2000*
- nonforest both dates / *bukan hutan pada kedua tahun*
- cloud 1990s nonforest 2000 / *awan 1990 bukan hutan 2000*
- cloud both dates / *awan pada kedua tahun*
- open water / *tubuh air*
- sea (outside of analysis) / *laut (diluar analisis)*
- Alliance for Zero Extinction (AZE) site / *Kawasan AZE*
- Key Biodiversity Area / *Kawasan Kunci Keanekaragaman Hayati*
- international political border / *batas administrasi internasional*
- provincial border / *batas propinsi*

Forest Cover and Change in Sumatra 1990-2000
Tutupan dan Perubahan Hutan di Sumatera 1990-2000

1 / 2,500,000

DEPARTEMEN KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA · LIPI · CONSERVATION INTERNATIONAL · CRITICAL ECOSYSTEM PARTNERSHIP FUND · WILDLIFE CONSERVATION SOCIETY