

## ANALISIS SPASIAL TINGKAT KERUSAKAN KAWASAN SUAKA MARGASATWA PADANG SUGIHAN SUMATERA SELATAN (Spatial Analysis of Degradation Level of Padang Sugihan Wildlife Reserve South Sumatra)

Adi Kunarso<sup>1</sup>, Tubagus Angga Anugrah Syabana<sup>1</sup>, Shabiliani Mareti<sup>2</sup>, Fatahul Azwar<sup>1</sup>, Taufan Kharis<sup>2</sup>, dan/ and Nuralamin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Balai Litbang Lingkungan Hidup dan Kehutanan Palembang, Jl Kol H Burlian Km 6,5, Pundi Kayu, Palembang, Sumatera Selatan 30151

<sup>2</sup>Balai Konservasi Sumber Daya Alam Sumatera Selatan, Jl. Kol. H Burlian Km 6 No. 79, Palembang, Sumatera Selatan 30151

<b>Info artikel:</b>	<b>ABSTRACT</b>
<b>Keywords:</b> Padang Sugihan Wildlife Reserve, restoration, spatial analysis	<i>Padang Sugihan Wildlife Reserve is an important habitat for Sumatran elephants. However, it has been degraded mainly due to forest fires, illegal logging, and land encroachment. This study aims to map the level of damage to the Padang Sugihan Wildlife Reserve and identify the causes of the degradation as part of the ecosystem recovery planning activities. The area damage analysis was carried out using a geographic information system with overlapping scoring method and weighting of the parameters that affect the area damage. The parameters used were land cover, fire frequency, canal and peatland area, ecological sensitivity and social sensitivity. Each parameter was weighted differently based on its impact on the damage to the area and the survival of key species. The results showed the area with a severe degraded level was 13,219.60 Ha (15%), moderate degraded level was 31,867.20 Ha (36%), and low degraded level was about 42,555.91 Ha (49%). Areas that have been severely damaged or degraded are proposed areas as the top priority for ecosystem recovery activities. Ecosystem degradation in the study area is mainly caused by repeated forest fires, logging, and canal drainage. These three factors lead to loss of peat mass and reduced or even the loss of native vegetation composition.</i>
<b>Kata kunci:</b> Suaka Margasatwa Padang Sugihan, restorasi, analisis spasial	<b>ABSTRAK</b>
<b>Riwayat Artikel:</b> Tanggal diterima: 16 Maret 2019; Tanggal direvisi: 12 September 2019; Tanggal disetujui: 30 September 2019	<p>Kawasan Suaka Margasatwa Padang Sugihan merupakan habitat penting bagi gajah sumatera. Namun demikian kondisinya saat ini terus mengalami tekanan terutama akibat kebakaran, pembalakan liar, dan penguasaan lahan oleh oknum masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemetaan tingkat kerusakan Suaka Margasatwa Padang Sugihan dan mengidentifikasi penyebab kerusakan sebagai bagian kegiatan perencanaan pemulihan ekosistem. Analisis kerusakan kawasan menggunakan sistem informasi geografis dengan metode skoring tumpang susun dan pembobotan terhadap parameter-parameter yang berpengaruh terhadap kerusakan kawasan, yaitu tutupan lahan, frekuensi kebakaran, areal berkanal dan lahan gambut, sensitivitas ekologi dan sensitivitas sosial. Setiap parameter akan memiliki bobot yang berbeda berdasarkan pengaruhnya terhadap kerusakan kawasan dan kelangsungan hidup spesies kunci. Hasil penelitian menunjukkan kawasan dengan tingkat kerusakan berat seluas 13.219,60 Ha (15%), rusak sedang seluas 31.867,20 Ha (36%), dan rusak ringan seluas 42.555,91 Ha (49%). Areal yang mengalami kerusakan berat merupakan area yang diusulkan menjadi prioritas utama kegiatan pemulihan ekosistem. Kerusakan ekosistem di SM Padang Sugihan terutama disebabkan oleh kebakaran hutan yang terjadi secara berulang, pembalakan hutan, dan pembukaan kanal drainase. Ketiga faktor tersebut menyebabkan hilangnya masa gambut dan berkurang/hilangnya komposisi vegetasi asli.</p>

Editor: Rinaldi Imanuddin, S.Hut., M.Sc

Korespondensi penulis: Adi Kunarso \* (E-mail: adikunarso@yahoo.com)

Kontribusi penulis: **AK, TAAS, FA:** sebagai kontributor utama; **SM, TK, N:** sebagai kontributor anggota

**AK:** analisis peta, menulis dan memperbaiki draft publikasi; **TAAS:** analisis peta dan menulis; **SM:** mengumpulkan data-data sekunder dan menuliskannya dalam naskah; **FA:** analisis peta dan memperbaiki draft publikasi; **TK:** menyiapkan peta dasar; **N:** mengkompilasi data jenis-jenis vegetasi dan perapihan naskah

<https://doi.org/10.20886/jphka.2019.16.2.191-206>

©JPHKA - 2018 is Open access under CC BY-NC-SA license



## I. PENDAHULUAN

Total luas kawasan konservasi di Indonesia saat ini sekitar 27,1 juta hektar, yang mana sekitar 5 juta hektar (18%) diantaranya merupakan kawasan suaka margasatwa (Ditjen KSDAE, 2015). Pengelolaan kawasan konservasi yang luas bukanlah perkara yang mudah. Beberapa tantangan dalam pengelolaan kawasan konservasi antara lain terbatasnya tenaga pengelola, terbatasnya anggaran yang dimiliki pemerintah, tumpang tindih klaim pemilikan atau penguasaan atas kawasan, fragmentasi hutan, dan meningkatnya lahan kritis (Santosa & Setyowati, 2016; Bismark, 2010). Kondisi tersebut dapat menimbulkan permasalahan bagi konservasi biodiversitas, seperti kehilangan habitat, fragmentasi dan isolasi spesies, yang dapat memicu kepunahan spesies, terutama spesies yang berbadan besar (Prasetyo, 2017).

Suaka Margasatwa (SM) Padang Sugihan merupakan salah satu kawasan konservasi yang berada di Sumatera Selatan dan yang ditetapkan berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan Nomor 2585/Menhut-VII/KUH/2014 tanggal 16 April 2014 dengan luas 88.148,05 hektar. Secara administratif SM Padang Sugihan berada di Kabupaten Banyuasin dan Kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI). SM Padang Sugihan merupakan habitat alami gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) dan didalamnya terdapat pusat latihan gajah.

Sebelum ditetapkan menjadi suaka margasatwa, kawasan Padang Sugihan semula diperuntukkan sebagai areal transmigrasi pada awal tahun 1980-an. Kondisi SM Padang Sugihan pada saat itu digambarkan sebagai habitat yang paling kaya dan khas di landsekap Padang Sugihan (Nash & Nash, 1985; Mahanani, 2012). Kawasan ini juga merupakan representasi tipe hutan alam rawa gambut di Sumatera Selatan. Pohon-pohon yang ada banyak ditumbuhi epifit dan palem menjalar yang tersebar di dalam hutan.

Beberapa jenis pohon yang umum dijumpai di bentang lahan padang sugihan pada waktu itu menurut KPRGSS-TRGD Sumatera Selatan (2018) antara lain jelutung (*Dyera polyphylla*), pulai (*Alstonia pneumatophora*), kempas (*Kompassia malaccensis*), terentang (*Camptosperma sp.*), meranti rawa (*Shorea pauciflora*), bintangur (*Callophylum spp*), punak (*Tertamerista glabra*), nyatoh (*Palaquium spp.*), resak (*Vatica Rasak*) dan beberapa jenis pohon lainnya.

Namun demikian kondisi sekarang sudah sangat berubah, tutupan hutan SM Padang Sugihan saat ini secara umum didominasi jenis-jenis pionir seperti gelam (*Melaleuca cajuputi*), kelat (*Euginia, sp*), laban (*Vitex pubescens*), dan pelangas (*Aporosa, sp*) (Mahanani, 2012). Kondisi ini menuntut upaya pemulihan ekosistem sehingga terwujud keseimbangan alam hayati dan ekosistemnya dikawasan tersebut. Pemulihan ekosistem kawasan konservasi diatur dalam Permenhut Nomor P.48/Menhut-II/2014 tentang Tata Cara Pemulihan Ekosistem Kawasan Suaka Alam/Kawasan Pelestarian Alam.

Sebagai dasar dalam pengelolaan dan pengawasan kawasan SM Padang Sugihan, maka pada tahun 2015 telah dilakukan penataan blok yang membagi kawasan dalam tiga blok pengelolaan yaitu perlindungan (41.488,51 ha), rehabilitasi (38.230,46 ha), dan pemanfaatan (8.429,08 ha) (BKSDA Sumatera Selatan, 2015). Upaya rehabilitasi dan pemulihan kawasan SM Padang Sugihan telah dilakukan antara lain melalui kegiatan penanaman seluas 600 ha pada tahun 2017 serta kegiatan rehabilitasi seluas 40 ha dan pembangunansekat kanal (*canal blocking*) sebanyak 6 buah kanal primer pada tahun 2018 bekerjasama dengan Badan Restorasi Gambut (BRG). Namun demikian upaya-upaya ini masih belum sebanding dengan luas dan tingkat kerusakan kawasan sehingga masih

diperlukan dukungan dari berbagai pihak untuk mempercepat proses pemulihan ekosistem SM Padang Sugihan di masa mendatang.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemetaan tingkat kerusakan SM Padang Sugihan dan mengidentifikasi penyebab terjadinya kerusakan/degradasi sebagai bagian dari kegiatan perencanaan pemulihan ekosistem. Hasil dari penelitian ini sebagai bahan perencanaan dalam kegiatan pemulihan ekosistem kawasan SM Padang Sugihan.

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Waktu dan Lokasi Penelitian

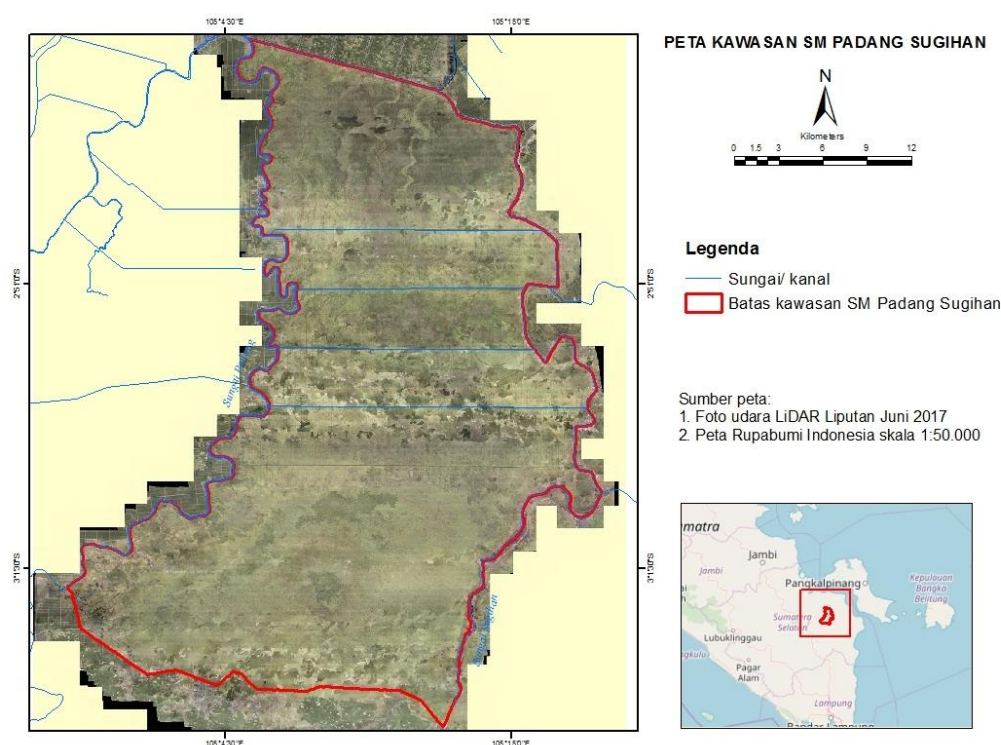
Penelitian dilakukan di kawasan SM Padang Sugihan Kabupaten Banyuasin dan Kabupaten OKI (Gambar 1). Pengambilan data dan analisis dilakukan pada bulan Oktober – Desember 2018.

### B. Bahan dan Alat Penelitian

Alat yang digunakan meliputi seperangkat komputer, perangkat lunak ArcGIS versi 10.2, perangkat lunak *Microsoft Office 2007*, serta peralatan lapang yang meliputi GPS, kamera, dan alat tulis. Sedangkan bahan yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

### C. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan sekunder terkait dengan kerusakan kawasan SM Padang Sugihan. Data primer diperoleh dengan metode pengamatan lapang dan wawancara terstruktur dan mendalam dengan informan kunci yang dipilih secara sengaja (*purposive*). Sedangkan data sekunder diperoleh dari beberapa sumber berupa laporan, dokumen rencana pengelolaan, citra satelit, peta, dan jenis dokumen lainnya.



Gambar (Figure)1. Lokasi Penelitian (*Location of study area*)

Tabel (Table) 1. Bahan/ data spasial yang digunakan (*Spatial data to be used*)

No (Number)	Data(Data)	Resolusi/ skala (Resolution/ scale)	Tanggal Liputan/ Tahun ( <i>Acquisition date/ year</i> )	Sumber(Source)
1	Citra Sentinel-2	10 m	13 September 2018	USGS
2	Foto udara LiDAR		Juni 2017	TRGD Sumsel
3	Peta sebaran gambut	1 : 50.000	2017	TRGD Sumsel
4	Peta kebakaran ( <i>burn scar</i> )	1 : 50.000	2006, 2009, 2014, 2015, 2018	Dishut Prov Sumsel dan KLHK
5	Peta jaringan kanal	1 : 50.000	2017	TRGD Sumsel
6	Peta sensitivitas ekologi	1 : 100.000	2015	BKSDA Sumsel
7	Peta sensitivitas sosial	1 : 100.000	2015	BKSDA Sumsel
8	Peta SRTM DEM	30 m	2018	USGS
9	Peta Rupabumi Indonesia	1 : 50.000	2010	Bappeda Sumsel
10	Hotspot Kabupaten OKI	1 km	2000 s/d 2018	Satelit MODIS

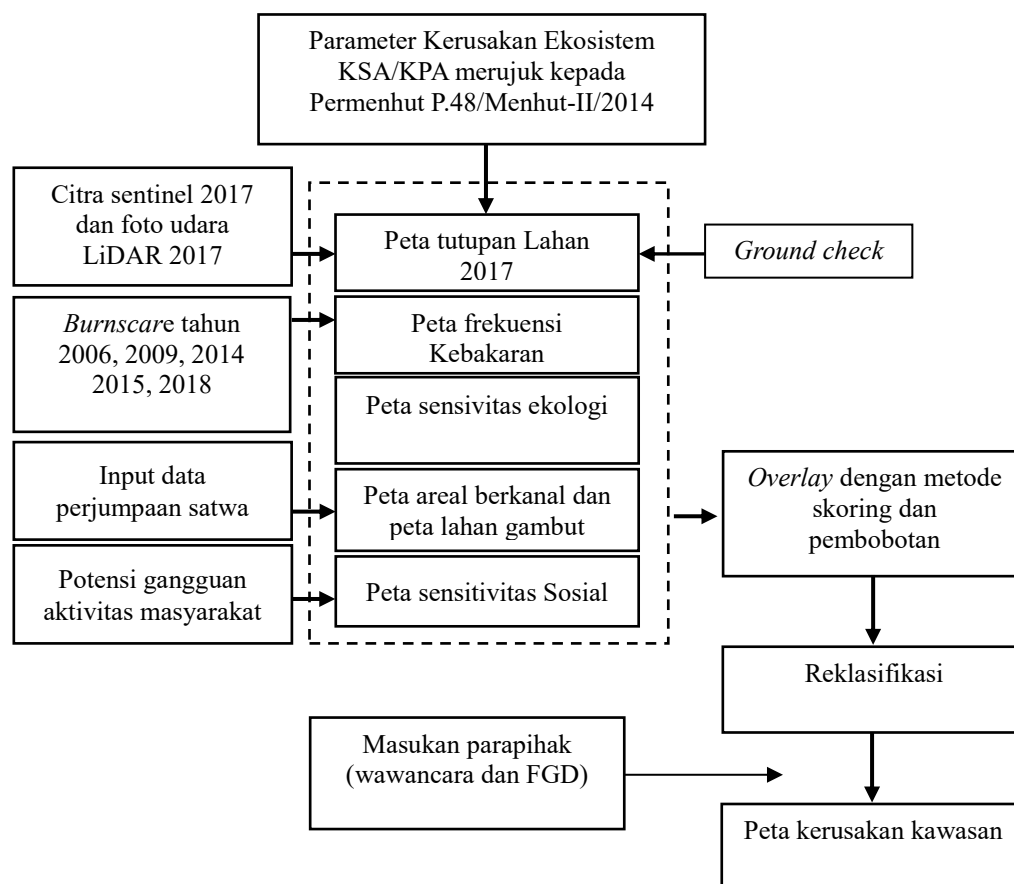
#### D. Analisis Data

Tahapan analisis spasial kerusakan kawasan disajikan pada Gambar 2. Analisis tingkat kerusakan kawasan menggunakan metode skoring tumpang-susun (*overlay*) dan pembobotan (*weighted*) dari parameter-parameter yang berpengaruh terhadap kerusakan kawasan (Herawati, 2010; Jaya, 2007). Parameter yang digunakan dalam analisis ini merujuk pada parameter kerusakan ekosistem seperti yang tertuang dalam Permenhut Nomor P.48/Menhut-II/2014, yaitu tutupan lahan, frekuensi kebakaran, areal berkanal dan distribusi lahan gambut, serta parameter lain yang mempengaruhi kondisi ekosistem dan tingkat kerusakan yaitu sensitivitas ekologi dan sensitivitas sosial.

Parameter sensitivitas ekologi menggambarkan tingkat daya dukung kawasan terhadap satwa liar yang dilindungi dengan spesies kunci yang telah ditetapkan yaitu gajah sumatra. Sementara itu, aktivitas manusia menjadi faktor penting yang menekan kelestarian habitat satwa dan keberadaan satwa-satwa itu sendiri. Peta kerentanan akibat aktivitas masyarakat diperoleh dengan meng-

gabungkan informasi sebaran spasial pusat-pusat aktivitas masyarakat, yang antara lain jalan, permukiman, pemanfaatan sumur bor, kebun, dan sebagainya (BKSDA Sumatera Selatan, 2015).

Skoring dilakukan terhadap masing-masing parameter untuk menentukan tingkat kerusakan. Nilai skoring ini memiliki nilai dari 1 (satu) sampai 3 (tiga). Prinsip dasar dari skoring adalah semakin mudah resiko terdegradasi, maka nilai skornya akan kecil (1), sedangkan parameter atau kondisi yang tahan terhadap degradasi, memiliki nilai skor besar (3). Pembobotan dilakukan terhadap masing-masing parameter untuk menentukan tingkat degradasi. Pembobotan ini akan mencerminkan kondisi yang diinginkan agar kriteria tertentu yang ditetapkan memberikan kontribusi terbesar dalam output alternatif yang dihasilkan. Untuk memvalidasi peta yang sudah dibuat maka dilakukan verifikasi lapang dan diskusi kelompok terfokus untuk menerima masukan terutama dari staf Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) Sumatera Selatan yang sangat mengenal kondisi kawasan.



Gambar (Figure) 2. Alur proses analisis kerusakan kawasan (*Analysis process of degradation level map*)

### 1. Parameter tutupan lahan

Analisis tutupan lahan dilakukan secara terbimbing (*supervised classification*) menggunakan metode *maximum likelihood classification* (Jaya, 2007; Puzinas, 2017). Kriteria pengelompokan kelas ditetapkan berdasarkan penciri kelas (*signature*) yang diperoleh melalui pembuatan *training area* (Jaya, 2007; Sampurno & Thoriq, 2016). *Training area* dibuat dengan memanfaatkan data pendukung yang diperoleh dari data lapang dan peta LiDAR tahun perekaman bulan Juni 2017 guna meningkatkan akurasi. Areal dengan tutupan tajuk yang rapat seperti misalnya kelas hutan sekunder akan memiliki resiko degradasi lahan yang kecil sehingga memiliki nilai skor yang besar (3). Sebaliknya kebun memiliki fungsi ketahanan lahan yang rendah sehingga mempunyai nilai skor rendah (1).

### 2. Parameter frekuensi kebakaran

Peta frekuensi kebakaran merupakan hasil tumpangtumpukan (*overlay*) peta areal bekas terbakar (*burnscar*) tahun 2006, 2009, 2014, dan 2018 (sumber Dinas Kehutanan Provinsi Sumsel), serta tahun 2015 (sumber KLHK). Areal yang mengalami kebakaran 3 kali atau lebih dikategorikan areal dengan fungsi ketahanan yang rendah atau mudah terdegradasi, sehingga mendapat skor rendah, sebaliknya areal yang tidak pernah terbakar dalam kurun waktu tersebut mempunyai fungsi ketahanan yang tinggi sehingga memiliki skor yang tinggi (3).

### 3. Parameter areal berkanal dan lahan gambut

Dalam Permenhut Nomor: P.48/Menhut-II/2014, secara jelas disebutkan bahwa pada ekosistem rawa gambut, kanal drainase menjadi salah satu

parameter penyebab kerusakan ekosistem. Jaringan kanal diperoleh dari analisis peta DEM, menggunakan *hydrology tools* dalam ArcGIS 10.2. Informasi yang disajikan dari analisis ini yaitu data/informasi hidrologi seperti jaringan sungai dan jaringan kanal/ drainase buatan (ESRI, 2018). Kemudian dilakukan *buffering* terhadap jaringan kanal yang diperoleh untuk mendeliniasi areal berkanal. Jangkauan pembasahan sangat bergantung pada konduktivitas hidrolik tanah. Bila konduktivitas hidrolik semakin rendah, maka jangkauan pembasahan akan semakin jauh (KPRGSS-TRGD Sumatera Selatan, 2018). *Buffering* menggunakan *distance unit* 249 m merujuk pada hasil studi yang dilakukan oleh (KPRGSS-TRGD Sumatera Selatan (2018) pada lanskap yang sama. Pada studi tersebut digunakan angka konduktivitas hidrolik sebesar 10m/hari, sehingga perkiraan jangkauan pembasahan di dalam dan di sekitar lahan gambut adalah 249 meter (KPRGSS-TRGD Sumatera Selatan, 2018).

Peta areal berkanal kemudian di-*overlay*-kan dengan peta lahan gambut. Hasil *overlay* berupa klasifikasi lahan dengan urutan tingkat degradasi dan urutan skor paling rendah yaitu lahan gambut berkanal, lahan gambut tidak berkanal, lahan bukan gambut berkanal, dan lahan bukan gambut tidak berkanal.

#### 4. Parameter sensitivitas ekologi dan sosial

Kawasan dengan nilai sensitivitas ekologi tinggi berarti bahwa kawasan tersebut masih mempunyai daya dukung yang tinggi terhadap satwa liar khususnya gajah sumatera, atau dapat dikatakan memiliki tingkat degradasi yang rendah sehingga diberi skor tinggi. Peta sensitivitas ekologi diperoleh dari BKSDA Sumsel.

Sementara itu, aktivitas manusia menjadi faktor penting yang mempengaruhi tingkat degradasi kawasan. Tekanan masyarakat terhadap lahan di dalam kawasan menyebabkan kelestarian

kawasan menjadi terancam akibat kegiatan-kegiatan seperti perambahan dan perkebunan. Peta kerentanan akibat aktivitas masyarakat diperoleh dari BKSDA Sumsel. Areal dengan sensitivitas sosial tinggi berarti potensi tekanan terhadap kawasan atau potensi degradasi tinggi, sehingga akan mempunyai nilai skor yang rendah.

Analisa statistik dilakukan untuk menggabungkan parameter-parameter tersebut menjadi penilaian tingkat kerusakan kawasan. Pembobotan didasarkan pada dua hal utama yang menjadi pertimbangan dalam pengelolaan kawasan SM Padang Sugihan, yaitu fungsi dan tujuan pengelolaan suaka margasatwa serta fakta dan kondisi terkini yang terjadi di kawasan SM Padang Sugihan. SM Padang Sugihan ditunjuk atas dasar potensi kekhasan/keunikan sebagai habitat tumbuhan dan satwa liar terutama gajah sumatera. Sehingga parameter-parameter yang berkaitan langsung terhadap keberadaan dan perlindungan spesies kunci akan memiliki bobot yang lebih besar.

Tutupan lahan menjadi salah satu indikator utama kerusakan kawasan. Kehilangan habitat akibat perubahan tutupan lahan menjadi ancaman utama terhadap keberadaan satwa liar (Sintayehu & Kassaw, 2019; Kaim, et al, 2019; Martinuzi et al, 2015). Disebutkan bahwa dengan habitat kurang tersedia, populasi satwa liar di seluruh dunia telah menurun 20–35% dari mamalia terancam punah (Schipper et al, 2008). Sehingga parameter tutupan lahan memperoleh bobot yang paling besar karena pengaruhnya terhadap kelangsungan hidup gajah sumatera.

Sementara itu, fungsi pokok kawasan suaka alam adalah sebagai kawasan pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa beserta ekosistemnya yang juga berfungsi sebagai wilayah sistem penyangga kehidupan. Sehingga daya dukung habitat dan faktor utama penyebab kerusakan kawasan yaitu

kebakaran menjadi parameter lainnya yang memperoleh bobot yang besar.

Pada saat ini, SM Padang Sugihan menghadapi persoalan tekanan sosial yang tinggi sebagai akibat banyaknya aktivitas masyarakat yang memanfaatkan akses di dalam dan sekitar kawasan SM Padang Sugihan. Akses transportasi dengan memanfaatkan sistem jaringan kanal yang terlanjur dibuat dimasa lalu, yang semula dibuat untuk kepentingan transmigrasi. Aktivitas masyarakat ini antara lain mencari kayu gelam dan mencari ikan yang kadangkala memicu terjadinya kebakaran. Sedangkan jaringan kanal mengakibatkan turunnya level air yang memicu terjadinya kebakaran. Hal ini yang menjadi pertimbangan dalam menentukan bobot sensitivitas sosial dan areal berkanal. Formula pembobotan mengacu pada petunjuk teknis Perdirjen Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial Nomor: P.4/V-Set/2013 tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis (Dirjen BPDASPS, 2013) dengan memodifikasi parameter-parameter yang digunakan seperti yang tertuang dalam Permenhut Nomor: P.48/Menhut-II/2014, sebagai berikut:

$$\text{Tingkat Kerusakan Kawasan} = (40 \times \text{tutupan lahan}) + (20 \times \text{frekuensi kebakaran}) + (20 \times \text{sensitivitas ekologi}) + (10 \times \text{areal berkanal}) + (10 \times \text{sensitivitas sosial})$$

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Tingkat kerusakan Kawasan SM Padang Sugihan

##### 1. Tutupan lahan

Sebagai dasar perencanaan kegiatan pemulihan ekosistem SM Padang Sugihan maka diperlukan peta tutupan lahan terkini dengan skala yang memadai. Hasil analisis citra menghasilkan 7 kelas tutupan lahan yaitu hutan sekunder kerapatan tinggi (8,10%), hutan sekunder kerapatan rendah (27,62%), hutan gelam kerapatan tinggi (12,61%), hutan gelam kerapatan rendah (10,78%), semak (35,99%),

padang rumput (3,54%), dan kebun (1,37%).

Kelas tutupan hutan sekunder, umumnya didominasi oleh beberapa jenis tumbuhan berkayu pionir antara lain mahang (*Macaranga pruinosa*), laban (*Vitex pubescens*), dan pelangas (*Aporosa sp*). Diantara dominasi jenis tersebut, dijumpai beberapa jenis pohon asli hutan rawa gambut seperti meranti (*Shorea spp.*), terentang (*Campnosperma spp.*), jelutung rawa (*Dyera polyphylla*), dan kempas (*Kompassia malaccensis*). Di lapangan, hutan sekunder ini memiliki kondisi kerapatan penutupan tajuk yang berbeda, sehingga dalam analisis ini kelas tutupannya dibagi menjadi kerapatan tinggi dan rendah. Tutupan dengan kerapatan tinggi yaitu bila terdapat penutupan tajuk 70% atau lebih, sedangkan kerapatan rendah apabila tutupan tajuk kurang dari 40% (Indriyanto, 2008).

Kelas tutupan hutan gelam, sesuai dengan penamaannya, berupa tegakan gelam (*Melaleuca cajuputi*) dengan kerapatan penutupan tajuk yang berbeda, yaitu rapat dan rendah. Umumnya lantai tegakan pada hutan gelam ditutupi oleh beberapa jenis rumput terutama rumput kerisan (*Schleria sumatrensis*).

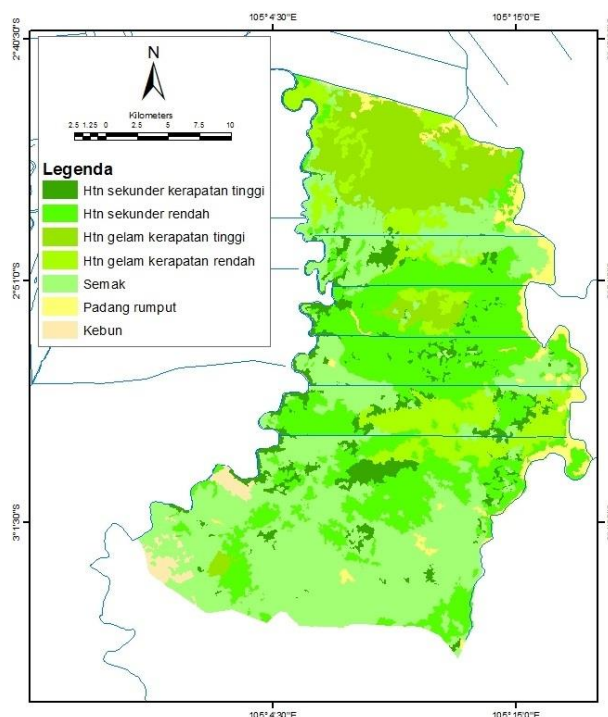
Semak merupakan kelas tutupan lahan yang umum dijumpai di lapangan. Semak didominasi penutupannya oleh beberapa jenis tumbuhan herba dan paku antara lain paku udang (*Stenochlaena palustris*), *Nephrolepis spp.*, *Pteridium spp.*, dan seduduk (*Melastoma malabathricum*), dengan ketinggian mencapai 2 meter di beberapa tempat.

Padang rumput dapat dijumpai pada dua jenis tanah, yaitu tanah mineral dan gambut-rawa. Di areal yang tanahnya mineral, jenis rumput yang umum dijumpai adalah alang-alang (*Imperata cylindrica*). Sementara untuk yang di areal gambut-rawa, jenis rumput yang umum dijumpai antara lain rumput kumpeh (*Hymenachne amplexicaulis*) dan kerisan (*Schleria sumatrensis*). Sedangkan kelas penutupan kebun yaitu perambahan

kawasan yang dilakukan oleh masyarakat sekitar SM Padang Sugihan untuk ditanami dengan kelapa sawit dan jeruk.

Perubahan tutupan lahan akan berdampak pada kemampuan daya dukung hutan sebagai habitat alami gajah sumatera yang merupakan spesies kunci di SM Padang Sugihan. Kerusakan hutan atau hilangnya tutupan lahan akan merubah perilaku gajah yang ada karena mereka harus mampu menyesuaikan diri atau beradaptasi dengan perubahan tutupan lahan yang ada. gajah sumatera

merupakan satwa yang habitat alaminya menyukai tutupan lahan yang lebih tertutup dibandingkan kawasan hutan yang terbuka. Menurut Abdullah, et al.(2009), gajah sumatera lebih banyak menghabiskan waktunya di hutan primer (daerah terlindung) untuk istirahat dan mencari makan, dengan kata lain bahwa tutupan vegetasi akan mempengaruhi perilaku gajah dalam hal mencari makan maupun mencari tempat perlindungan (*cover*).



Gambar (Figure)3. Peta tutupan lahan (*Land cover map of study area*)

Tabel (Table)2. Persentase tutupan lahan SM Padang Sugihan(*Percentage of land cover of Padang Sugihan Wildlife Reserve*)

No	Tutupan Lahan ( <i>Land cover</i> )	Luas( <i>Area</i> ) (hektar/ <i>hectare</i> )	%( <i>Percentage</i> )
1	Hutan sekunder kerapatan tinggi ( <i>Secondary forest high density</i> )	7,136.96	8.10
2	Hutan sekunder kerapatan rendah ( <i>Secondary forest low density</i> )	24,348.87	27.62
3	Hutan gelam kerapatan tinggi ( <i>Galam forest high density</i> )	11,117.42	12.61
4	Hutan gelam kerapatan rendah ( <i>Galam forest lowdensity</i> )	9499.97	10.78
5	Semak ( <i>Shrub</i> )	31,723.24	35.99
6	Padang rumput ( <i>Savana</i> )	3,117.01	3.54
7	Kebun ( <i>plantation</i> )	1,203.65	1.37
Total		88.148,05	100.00

## 2. Frekuensi kebakaran

Hasil tumpang susun peta kebakaran tahun 2006 – 2018 pada Gambar 4 menunjukkan hampir seluruh kawasan (85%) pernah terbakar dalam kurun waktu tersebut. Frekuensi kebakaran satu kali menempati areal yang paling luas yaitu sekitar 49 ribu hektar (56%). Sedangkan areal dengan frekuensi kebakaran lebih dari tiga kali pada periode yang sama seluas sekitar 6 ribu hektar (6,8%) (Tabel 3).

## 3. Sensivitas ekologi

Kawasan dengan nilai sensitivitas ekologi tinggi berarti bahwa kawasan tersebut masih mempunyai daya dukung yang tinggi terhadap satwa liar khususnya gajah sumatera, atau dapat dikatakan memiliki tingkat degradasi yang rendah sehingga diberi skor tinggi (Gambar 5). Peta sensitivitas ekologi diperoleh dari BKSDA Sumsel. Kebakaran hutan yang berulang akan mengakibatkan perubahan komposisi vegetasi penyusun hutan yang mana tentunya akan berhubungan langsung dengan potensi pakan dan daya dukung lingkungan lainnya bagi habitat gajah sumatera di lokasi penelitian. Tutupan vegetasi yang berkurang akibat kebakaran tentu saja akan merubah preferensi pakan dan perilaku harian dari gajah. Kebutuhan naungan akan menjadi sedikit atau terbatas akibat pengurangan tutupan vegetasi oleh kebakaran yang terjadi di kawasan SM Padang Sugihan, padahal gajah sumatera termasuk binatang

berdarah panas sehingga apabila kondisi cuaca panas mereka akan bergerak mencari naungan (*thermal cover*) untuk menstabilkan suhu tubuhnya agar sesuai dengan lingkungannya (Riba'i, et al, 2013).

## 4. Area berkanal dan lahan gambut

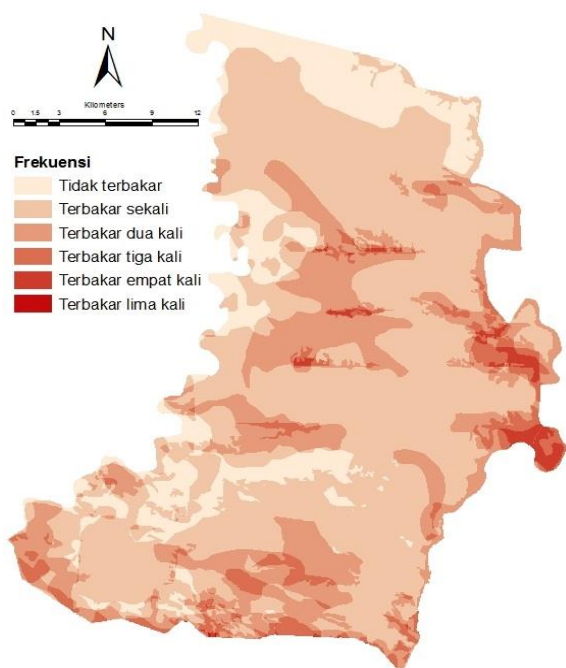
Kanal primer dan sekunder di dalam kawasan SM Padang Sugihan telah dibuat pada tahun 1980-an untuk kepentingan pembukaan areal transmigrasi. Akibatnya kondisi bentang lahan alami dan keseimbangan hidrologis gambut telah terganggu. Dari hasil analisis areal berkanal diperkirakan mencapai 21.892,12 Ha (24%), terdiri dari lahan gambut berkanal seluas 6.055,38 Ha (7,2%) dan lahan mineral berkanal seluas 15.836,75 Ha (17,97%) (Tabel 3).

## 5. Sensivitas sosial

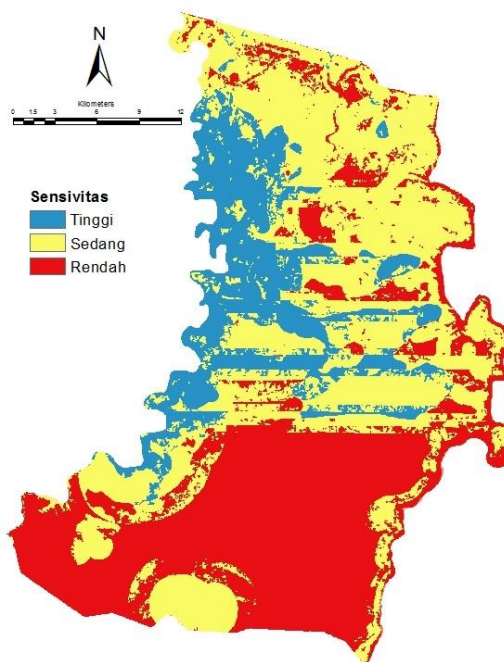
Aktivitas manusia menjadi faktor penting yang mempengaruhi tingkat degradasi kawasan. Tekanan masyarakat terhadap lahan di dalam kawasan menyebabkan kelestarian kawasan menjadi terancam akibat kegiatan-kegiatan seperti pembalakan liar dan perambahan. Peta kerentanan akibat aktivitas masyarakat diperoleh dari BKSDA Sumsel (Gambar 7). Areal dengan sensitivitas sosial tinggi berarti potensi tekanan terhadap kawasan atau potensi degradasi tinggi, sehingga akan mempunyai nilai skor yang rendah.

Tabel (Table) 3. Frekuensi dan luas kebakaran periode tahun 2006-2018 (*Frequency and extent of fires in the periods of 2006-2018*)

Frekuensi kebakaran ( <i>Frequency of fires</i> )	Luas ( <i>Area</i> ) (Ha)	% ( <i>percentage</i> )
Tidak Terbakar ( <i>No fire</i> )	12.575,96	14,3
Terbakar satu kali ( <i>Once fires</i> )	49.614,13	56,3
Terbakar dua kali ( <i>Twice fires</i> )	19.959,75	22,6
Terbakar tiga kali ( <i>Three time fires</i> )	4.851,89	5,5
Terbakar empat kali ( <i>Four time fires</i> )	1.140,68	1,29
Terbakar lima kali ( <i>Five time fires</i> )	5,64	0,01
Grand Total	88.148,05	100



Gambar (Figure) 4. Peta frekuensi kebakaran tahun 2006 -2018 (Map of fire frequencies in the period of 2006 – 2018)



Gambar (Figure)5. Peta sensitivitas ekologi (Ecological sensitivity map)

Tabel (Table) 4. Luas areal berkanal dan lahan gambut (canals and peatland area)

Kondisi lahan (Land condition)	Luas (Area) (Ha)	% (percentage)
gambut berkanal (drainage peatland)	6.055,38	6,87
gambut tidak berkanal (peatland)	40.647,20	46,11
non gambut berkanal (drainage mineral soil)	15.836,75	17,97
nongambut tdk berkanal (mineral soil)	25.608,72	29,05
Total	88.148,05	100,00

#### 6. Peta tingkat kerusakan kawasan

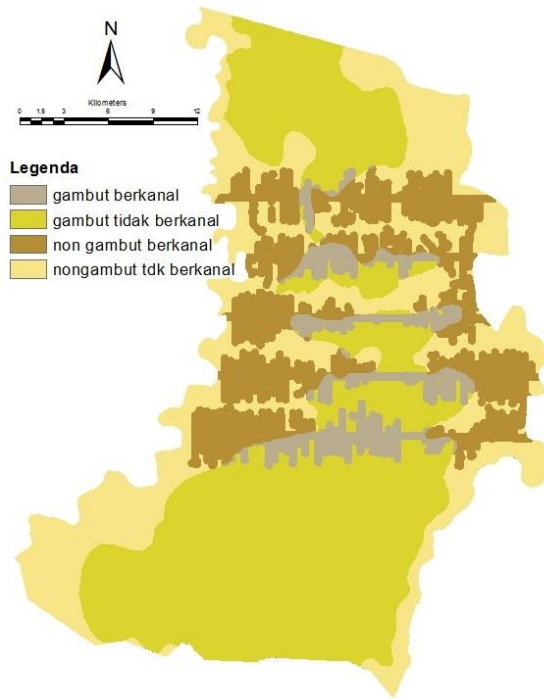
Hasil analisis dengan metode tumpang susun (overlay) peta adalah berupa peta tingkat kerusakan kawasan. Areal dengan tingkat kerusakan berat seluas 13.219,60 Ha (15%), rusak sedang seluas 31.867,20 Ha (36%), dan rusak ringan seluas 42.555,91 Ha (49%). Distribusi areal dengan kerusakan berat sebagian besar terletak di pinggir Sungai Air Sugihan pada areal dengan tutupan lahan padang rumput dan bagian selatan kawasan yang terdapat aktivitas masyarakat berupa konversi untuk kebun

dan budidaya padi dengan sistem bakar (sonor) pada saat musim kemarau panjang. Sedangkan areal dengan tingkat kerusakan ringan secara umum berada di sepanjang sungai Air Padang, dimana masih dijumpai tutupan hutan sekunder dan tegakan gelam rapat yang menjadi tempat berlindung bagi gajah sumatera (Gambar 8).

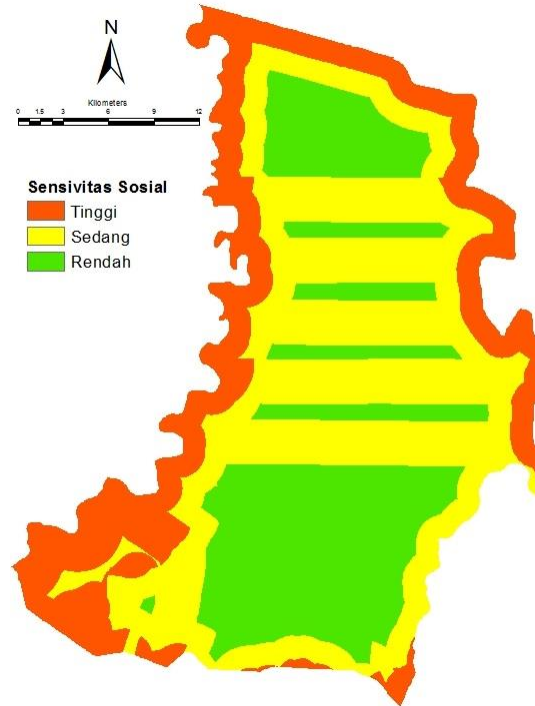
Dari uraian diatas dapat dikatakan bahwa secara umum seluruh kawasan SM Padang Sugihan telah mengalami kerusakan, sehingga perlu dilakukan pemulihan ekosistem. Oleh karena itu target utama rencana pemulihan ekosistem

adalah meningkatkan kualitas ekosistem seluruh kawasan SM Padang Sugihan. Akan tetapi mengingat keterbatasan sumber daya, maka perlu ditetapkan lokasi-lokasi prioritas sebagai target

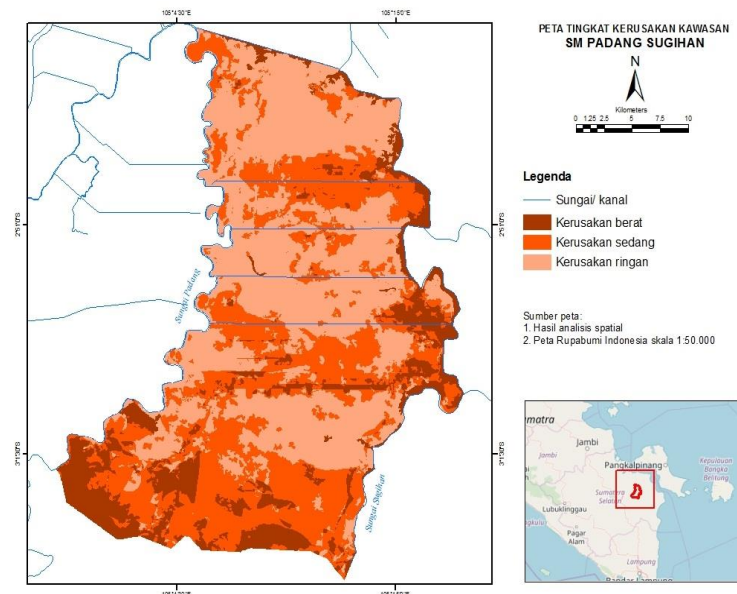
tindakan pemulihan ekosistem. Sehingga areal yang mengalami kerusakan berat menjadi areal prioritas utama dalam intervensi pemulihan ekosistem.



Gambar (Figure) 6. Peta lahan gambut dan areal berkanal (*Map of peat and canals areas*)



Gambar (Figure) 7. Peta sensitivitas sosial (*Social sensitivity map*)



Gambar (Figure) 8. Peta tingkat kerusakan SM Padang Sugihan (*Map of degradation level of Padang Sugihan Wildlife Reserve*)

## B. Faktor Penyebab Kerusakan Kawasan SM Padang Sugihan

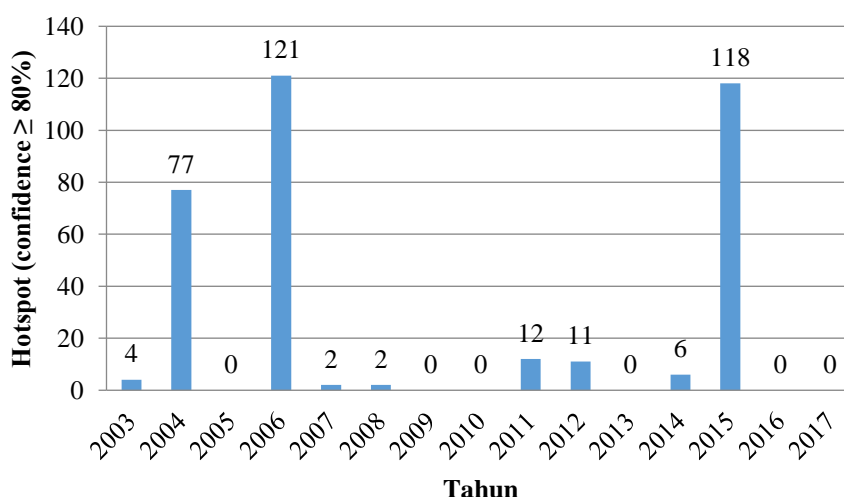
Kerusakan ekosistem di SM Padang Sugihan umumnya disebabkan oleh kebakaran hutan yang terjadi secara berulang, pembalakan hutan, dan pembukaan saluran/kanal (Suyanto & Grahame, 2001; Chokkalingam et al, 2007). Ketiga faktor tersebut akan saling terkait menyebabkan hilangnya masa gambut, berkurang/hilangnya komposisi vegetasi asli dan sulitnya suksesi alami dapat dicapai.

Frekuensi kebakaran dapat diketahui dari jumlah *hotspot* yang terpantau oleh satelit pemantau *hotspot* baik Terra/Aqua maupun Modis. Gambar 9 menunjukkan frekuensi kebakaran di SM Padang Sugihan dalam kurun waktu 15 tahun terakhir. Data yang disajikan adalah titik *hotspot* dengan *confidence level* atau tingkat kepercayaan  $\geq 80\%$  atau yang secara kuat dapat diduga sebagai titik api (*firespot*) (Pramesti, et al, 2017; Zubaidah, et al, 2014). Dalam kurun waktu tersebut tercatat setidaknya terjadi tiga kali kebakaran besar yaitu pada tahun 2003,

2006, dan 2015 disamping kebakaran secara sporadis yang terjadi pada tahun-tahun lainnya.

Hasil temuan di lapangan, beberapa kasus kebakaran lahan di SM Padang Sugihan disebabkan oleh perilaku manusia yang secara sengaja membakar lahan untuk tujuan tertentu, diantaranya budidaya padi sonor serta akses untuk mencari gelam dan ikan. Selain menghanguskan alang-alang dan semak belukar dengan cepat, kebakaran juga menghambat pertumbuhan tegakan pohon lainnya.

Selain kebakaran, pembukaan kanal serta pembalakan hutan yang telah berlangsung sekian lama, menyebabkan berubahnya komposisi vegetasi penyusun SM Padang Sugihan. Berdasarkan *database* BKSDA tahun 1983, diketahui vegetasi penyusun kawasan SM Padang Sugihan antara lain rengas (*Glutta* sp), terentang (*Camptosperma* sp), jelutung (*Dyera* sp), kempas (*Koompassia* sp), dan lain-lain (Mahanani, 2012).



Gambar (Figure) 9. Jumlah hotspot dengan confidence  $\geq 80\%$  dalam 15 tahun terakhir (*Hotspot with confidence level  $\geq 80\%$  recorded by MODIS satellite in the last 15 years*)

Sementara berdasar hasil wawancara dengan masyarakat beberapa jenis yang dahulu dengan mudah mereka temukan di lansekap Padang Sugihan antara lain meranti (*Shorea* sp), jelutung (*Dyera costulata*), terentang (*Camnosperma* sp), medang (*Litsea spp*), gerunggang (*Cratoxylum arborescens*), manggeris (*Kompassia spp*), simpur (*Dillenia obovata*), ramin (*Gonystylus bancanus*), perupuk (*Lophopetalum javanicum*), resak (*Vatica spp.*), dan kempas (*Koompassia-malaccensis*). Namun demikian saat ini jenis-jenis ini hampir tidak ditemukan lagi di kawasan SM Padang Sugihan.

### C. Implikasi Pengelolaan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum kondisi SM Padang Sugihan mengalami kerusakan/degradasi ditandai dengan berubahnya vegetasi asli penyusun hutan dan drainase secara massif yang telah merubah bentang alam asli kawasan, sehingga perlu dilakukan pemulihan ekosistem. Namun demikian mengingat keterbatasan sumber daya yang ada, maka perlu ditetapkan lokasi-lokasi prioritas sebagai target tahunan dalam tindakan pemulihan ekosistem. Dalam hal ini pertimbangan-pertimbangan non-spatial juga menjadi faktor yang diperhitungkan, antara lain tujuan pengelolaan kawasan dan ketersediaan sumberdaya baik sumberdaya manusia maupun anggaran.

Padang Sugihan ditetapkan pemerintah menjadi Suaka Margasatwa berdasarkan SK Menhut Nomor 2585/Menhut-VII/KUH/2014 mempunyai tujuan sebagai tempat perlindungan gajah sumatera. Untuk itu kegiatan-kegiatan yang dilakukan dalam rangka pemulihan ekosistem juga harus mendukung upaya perbaikan daya dukung habitat gajah sumatera, misalnya untuk menjamin ketersediaan naungan dan pengkayaan jenis pakan.

Sementara itu, berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan

Kehutanan (Permen LHK) Nomor P.16/Menlhk/Setjen/Kum.1/2/2017 Tentang Pedoman Teknis Pemulihan Fungsi Ekosistem Gambut, kegiatan pemulihan fungsi ekosistem gambut dilakukan dengan cara: rehabilitasi, suksesi alami, restorasi, dan/atau cara lain yang sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Kegiatan restorasi dilakukan untuk menjadikan ekosistem gambut atau bagian-bagiannya berfungsi kembali sebagaimana semula. Kondisi ekosistem gambut SM Padang Sugihan yang telah terdrainase akibat pembukaan kanal dimasa silam harus diperbaiki. Oleh karena itu pemulihan ekosistem yang dilaksanakan di SM Padang Sugihan tidak hanya ditujukan pada upaya penambahan vegetasi tapi juga diarahkan untuk perlindungan dan normalisasi fungsi gambut dengan cara pembasahan kembali (*rewetting*), baik dengan pembangunan sekat kanal atau penimbunan kanal, pada seluruh areal yang telah terdrainase, sekaligus sebagai upaya untuk pencegahan kebakaran.

Revegetasi dilakukan pada areal terbuka dan tidak bervegetasi, padang rumput dan semak/belukar yaitu areal dengan tingkat kerusakan berat, dalam rangka mengembalikan penutupan lahan sehingga mendekati kondisi aslinya. Kegiatan revegetasi dilakukan dengan mengutamakan jenis tanaman asli dan dengan mempertimbangkan kesesuaian lahan, aspek lingkungan, dan tujuan pengelolaan SM Padang Sugihan.

Pengayaan jenis dilakukan pada area dengan tingkat kerusakan ringan dan sedang, yaitu areal yang masih memiliki vegetasi pohon dengan jumlah tertentu atau kelas tutupan kelas tutupannya berupa hutan gelam, dan semak/belukar guna mengembalikan struktur vegetasi mendekati aslinya. Jenis-jenis tanaman asli yang dapat digunakan untuk kegiatan revegetasi tercantum dalam lampiran Permen LHK P.16/Menlhk/Setjen/Kum.1/2/2017.

Revegetasi dengan cara suksesi alami/mekanisme alam dilakukan pada area dengan tingkat kerusakan ringan dan sedang yaitu secara umum dijumpai pada tutupan hutan sekunder. Suksesi alami, juga dapat dilakukan terhadap ekosistem gambut berkanal yang telah disekat dan tidak terdapat gangguan dari aktivitas manusia.

Salah satu tantangan dalam pemulihan ekosistem di SM Padang Sugihan adalah tingkat kerawanan kebakaran hutan yang sangat tinggi. Tindakan untuk menekan ancaman bahaya kebakaran melalui perlindungan dan pengamanan mutlak diperlukan. Peningkatan sarana prasarana pemadaman dan aktivitas penjagaan secara intensif melalui patroli keamanan kawasan harus lebih diprioritaskan.

Selain itu, dari peta tingkat kerusakan dapat dilihat bahwa kerusakan tingkat berat berada di area yang berbatasan dengan pemukiman warga. Hal ini menggambarkan sensitivitas sosial yang tinggi antara masyarakat terhadap kawasan. Untuk itu diperlukan kegiatan-kegiatan yang dapat mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap sumberdaya alam di kawasan SM Padang Sugihan. Masyarakat disekitar kawasan belum memiliki persepsi konservasi yang baik mengenai norma hukum kepemilikan kawasan dan fungsi ekologi dari keberadaan hutan SM Padang Sugihan. Hal ini senada dengan Purbawiyatna, et al.(2011), yang menyatakan pada umumnya masyarakat sekitar kawasan konservasi belum memiliki kesadaran akan arti penting fungsi ekologi, khususnya terkait dengan kelestarian jenis (konservasi spesies). Untuk itu perlu adanya pendekatan dan kesadaran dari pihak pengelola kawasan yang dilakukan secara terus menerus. Hal ini mengingat bahwa perambahan kawasan SM Padang Sugihan tentu akan menambah konflik antara satwa liar gajah dengan manusia karena pada dasarnya kawasan SM Padang Sugihan adalah habitat dan jalur

jelajah alami gajah sumatera.

Pengelolaan kawasan SM Padang Sugihan kedepan perlu dilakukan secara kolaboratif dengan melibatkan para pihak terkait mengingat keterbatasan-keterbatasan yang dimiliki oleh pihak pengelola kawasan. Agar pengelolaan secara kolaboratif dapat berjalan efektif dan efisien, harus berdasarkan prinsip-prinsip holistik, integratif dan keberlanjutan (Falah, 2013; Rachman, 2012).

#### **IV. KESIMPULAN DAN SARAN**

##### **A. Kesimpulan**

Secara umum seluruh kawasan SM Padang Sugihan telah mengalami kerusakan. Areal dengan tingkat kerusakan berat diperkirakan seluas 13.219,60 Ha (15%), rusak sedang seluas 31.867,20 Ha (36%), dan rusak ringan seluas 42.555,91 Ha (49%). Dalam rangka pemulihan ekosistem perlu mempertimbangkan ketersediaan sumberdaya yang dimiliki. Oleh karena itu, penetapan lokasi prioritas sebagai target intervensi merupakan strategi terbaik dalam upaya pemulihan ekosistem tersebut. Areal yang mengalami kerusakan berat merupakan area yang diusulkan menjadi prioritas utama kegiatan pemulihan ekosistem. Kerusakan berat terutama disebabkan oleh pembalakan hutan, kebakaran hutan yang terjadi secara berulang, dan pembukaan kanal drainase.

##### **B. Saran**

Kegiatan dan bentuk pemulihan ekosistem yang akan dilaksanakan hendaknya disesuaikan dengan tingkat kerusakan areal dan tujuan pengelolaan kawasan, melalui kegiatan restorasi, rehabilitasi, dan mekanisme/suksesi alam serta dengan melibatkan peran serta masyarakat sekitar kawasan.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Pada kesempatan ini penulis menyam-

paikan ucapan terimakasih kepada Badan Restorasi Gambut yang telah membiayai kegiatan penelitian ini, Kepala Balai Litbang LHK Palembang dan Kepala BKSDA Sumatera Selatan yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Pak Aziz Abdul Latif dan Pak Riono beserta seluruh staf resort Air Padang serta kepada seluruh anggota tim.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Iskandar, J. T., Choesin, D. N., & Sjarmidi, A. (2009). Estimasi Daya Dukung Habitat Gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus* Temmick) Berdasarkan Aktivitas Harian dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis (GIS) sebagai Solusi Konflik dengan Lahan Pertanian. *Berk. Penel. Hayati*, 3B, 29–36.
- Bismark, M. (2010). Model Pengelolaan Kawasan Konservasi Berbasis Ekosistem. dalam *Rencana Penelitian Integratif Tahun 2010-2014*. Jakarta: Badan Litbang Kehutanan, Kementerian Kehutanan.
- BKSDA Sumatera Selatan. (2015). *Blok Pengelolaan Suaka Margasatwa (SM) Padang Sugihan Sumatera Selatan*. Palembang.
- Chokkalingam, U., Suyanto, Permana, R. P., Kurniawan, I., Mannes, J., Darmawan, A., ... Susanto, R. H. (2007). Community fire use, resource change, and livelihood impacts: The downward spiral in the wetlands of southern Sumatra. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12(1), 75–100. <https://doi.org/10.1007/s11027-006-9038-5>
- Ditjen BPDASPS. Peraturan Dirjen Bina Pengelolaan DAS dan Perhutanan Sosial Nomor P.4/V-SET/2013 tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis (2013). Jakarta.
- Ditjen KSDAE. (2015). *Rencana Strategis Tahun 2015 - 2019*. Jakarta.
- ESRI. (2018). An overview of the Hydrology toolset. Retrieved June 22, 2019, from <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/spatial-analyst/an-overview-of-the-hydrology-tools.htm>
- Falah, F. (2013). Kajian Efektifitas Pengelolaan Kolaboratif Taman Nasional Kutai (Study on the Effectiveness of Collaborative Management of Kutai National Park). *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 10(1), 37–57.
- Herawati, T. (2010). Analisis spasial tingkat bahaya erosi di wilayah Cisadane kabupaten Bogor. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, VII(No 4), 413–424.
- Indriyanto. (2008). *Pengantar Budidaya Hutan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Jaya, N. S. (2007). *Analisis Citra Digital: Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam*. Bogor: IPB Press.
- Kaim, D., Ziolkowska, E., Szwagrzyk, M., Price, B., & Kozak, J. (2019). Impact of Future Land Use Change on Large Carnivores Connectivity in The Polish Carpathians. *Land*. <https://doi.org/10.3390/land8010008>
- KPRGSS-TRGD Sumatera Selatan. (2018). *Rencana Tindak Tahunan (RTT) Tahun 2018 Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG) Sungai Saleh - Sungai Sugihan Provinsi Sumatera Selatan*. Bogor.
- Mahanani, A. I. (2012). *Strategi Konservasi Gajah Sumatra (Elephas maximus sumatranus Temminck) di Suaka Margasatwa Padang Sugihan*

*Provinsi Sumatera Selatan Berdasarkan Daya Dukung Habitat.* Universitas Diponegoro.

- Martinuzi, S., Withney, J. C., Pidgeon, A. M., Plantinga, A. J., McKerrow, A., Williams, S. G., ... C, R. V. (2015). Future land-use scenarios and the loss of wildlife habitats in the southeastern United States. *Ecological Applications*, 25(1), 160–171.
- Nash, S. V, & Nash, A. D. (1985). *The Status and Ecology of the Sumatran Elephant (Elephas maximus sumatranus) in the Padang Sugihan Wildlife Reserve South Sumatra.*
- Pramesti, D. F., Furqon, M. T., & Dewi, C. (2017). Implementasi Metode K-Medoids Clustering Untuk Pengelompokan Data Potensi Kebakaran Hutan / Lahan Berdasarkan Persebaran Titik Panas ( Hotspot ). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 1(9), 723–732. Retrieved from <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Prasetyo, L. B. (2017). *Pendekatan Ekologi Lanskap untuk Konservasi Biodiversitas* (Vol. 2020). Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Purbawiyatna, A., Kartodihardjo, H., Alikodra, H. S., & Prasetyo, L. B. (2011). Analisis Kelestarian Pengelolaan Hutan Rakyat di Kawasan Berfungsi Lindung (Analysis of Sustainability of Private Forest Management in Protection Area). *JPSL*, 1(2), 84–92.
- Puzinas, J. (2017). *Land Cover Classification Using Satellite Imagery and LiDAR.* Aalborg University Copenhagen. Retrieved from [https://projekter.aau.dk/projekter/files/259739872/THESIS\\_FINAL.pdf](https://projekter.aau.dk/projekter/files/259739872/THESIS_FINAL.pdf)
- Rachman, M. (2012). Konservasi Nilai dan Warisan Budaya. *Indonesian Journal of Conservation*, 1(1), 30–39.
- Riba'i, I., Setiawan, A., & Darmawan, A. (2013). Perilaku Makan Gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) di Pusat Konservasi Gajah Taman Nasional Way Kambas (Feeding Behavior of Sumateranus Elephants - *Elephas maximus sumatranus* in Elephant Conservation Center Way Kambas National Park. *Media Konservasi*, 18(2), 89–95.
- Sampurno, R. M., & Thoriq, A. (2016). Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) di Kabupaten Sumedang. *Jurnal Teknotan*, 10(2).
- Santosa, A., & Setyowati, A. B. (2016). *Pengelolaan Kawasan Konservasi Secara Kolaboratif.* Retrieved from <https://www.lestari-indonesia.org/?s=pengelolaan+kawasan+konservasi>
- Schipper JI, Chanson JS, Chiozza F, Cox NA, Hoffmann M, Katariya V, Lamoreux J, Rodrigues AS, Stuart SN, Temple HJ, Baillie J, Boitani L, Lacher TE Jr, Mittermeier RA, Smith AT, Absolon D, Aguiar JM, Amori G, Bakkour N, Baldi R, Berridge RJ, Bielby J, Bla, Y. B. (2008). The Status of the World's Land and Marine Mammals: Diversity, Threat, and Knowledge. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.1165115>
- Sintayehu, D. W., & Kassaw, M. (2019). Impact of land cover changes on elephant conservation in babile elephant sanctuary, Ethiopia. *Biodiversity International Journal*, 3(2), 65–71. <https://doi.org/10.15406/bij.2019.03.00129>
- Suyanto, & Applegate, G. (2001). Akar Penyebab dan Dampak Kebakaran

Hutan dan Lahan di Sumatra: Ringkasan Hasil Penelitian ICRAF/CIFOR. In G. A. Suyanto, Rizki Pandu Permana, Djoko Setijono (Ed.), *Kebijakan Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Aktivitas Sosial Ekonomi dalam Kaitannya Dengan Penyebab dan Dampak Kebakaran Hutan dan Lahan di Sumatera* (pp. 1–176). Bogor.

Zubaidah, A., Vetrira, Y., & Khomarudin, M. R. (2014). Validasi Hotspot Modis di Wilayah Sumatera dan Kalimantan Berdasarkan Data Penginderaan Jauh SPOT-4 Tahun 2012. *Jurnal Penginderaan Jauh*, 11(1), 1–15. Retrieved from <http://j-ptiik.ub.ac.id>