



Website : <http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/index.php/JPKS>

Jurnal Penelitian Kehutanan Sumatera

Jurnal Penelitian Kehutanan Sumatera. Vol. 2. No. 1. (2018) 1 - 11

eISSN 2581-270X pISSN 2598-0572



Analisis Penginderaan Jauh Multi-Temporal Terhadap Perubahan Penutupan Lahan Di Daerah Penyangga Dan Dalam Kawasan Taman Nasional Way Kambas, Lampung

(Analysis of Multi-temporal Remote Sensing for Land Cover Changes at Buffer Zone and Within Way Kambas National Park, Lampung)

Gebyar Andyono^{1*}, Djoko Marsono¹, Ronggo Sadono¹ dan M. Ali Imron¹

¹Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada
Jalan Agro No. 1 Bulaksumur, Yogyakarta, Indonesia Telp/Fax (0274) 550541

*Email: javaneagle@gmail.com

Article History:

Received 21 February 2018; Received in revised form 21 August 2018;
Accepted 3 September 2018; Available online since 31 December 2018

ABSTRAK

Tulisan ini meneliti mengenai perubahan penutupan lahan yang terjadi di Taman Nasional Way Kambas, Lampung, Indonesia. Perubahan penutupan lahan ini penting karena merupakan penyebab dari perubahan iklim global dan regional serta mendorong perubahan ekologi, siklus biogeokimia, dan hidrologi serta perubahan sosial kemasyarakatan. Data penutupan lahan tahun 1990, 2000, dan 2010 di kawasan penyangga dan di dalam kawasan Taman Nasional Way Kambas dianalisis dengan menggunakan teknik penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis. Data dikumpulkan dari Landsat 5 TM liputan Januari 1990, Landsat 7 (ETM) Maret 2000, Mei 2010, dan Landsat 8 OLI/TIRS Mei 2013. Kelas penutupan lahan menggunakan Standard Nasional Indonesia 7645:2010, dengan hasil ditemukan 17 kelas penggunaan lahan. Perubahan terbesar pada kawasan penyangga terjadi pada kelas sawah (sawah, sawah irigasi, dan sawah pasang surut) sebesar 44,5% dan pemukiman (30,4%). Di dalam kawasan taman nasional, perubahan terbesar terjadi pada penurunan penutupan lahan hutan primer (51,3%) dan naiknya penutupan hutan rawa (37,6%), dan hutan sekunder (7,6%). Pemantauan secara berkesinambungan diperlukan untuk membantu pengelola menentukan strategi pengelolaan yang efektif. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memodelkan hubungan antara perubahan penutupan lahan dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya yaitu faktor kebijakan, sosio-ekonomi masyarakat, dan bio-fisik lingkungan.

Kata Kunci: perubahan penutupan lahan, Taman Nasional Way Kambas, penginderaan jauh, Sistem Informasi Geografis

ABSTRACT

This paper examines land cover changes in the Way Kambas National Park, Lampung, Indonesia. This change is important because it can cause global and regional climate change and encourage ecological, biogeochemical and hydrological cycle changes and social change. Data of land cover in 1990, 2000 and 2010 in Way Kambas National Park were analyzed by using remote sensing and Geographic Information System. The analysis carried out in the buffer zone and within Way Kambas National Park. Data collected from the Landsat 5 TM coverage in January 1990, the Landsat 7 (ETM) in March 2000, May 2010 and Landsat 8 OLI / TIRS May 2013. Land cover classification was conducted using the Indonesian National Standard (SNI) 7645:2010, the results showed the 17 of land cover classes. The biggest change in the buffer zone occurs in the paddy field classes (paddy, irrigated fields and tidal rice paddies) which are account of 44.5%, and settlement (30.4%). In the national park area, the biggest change is in the decreased of the primary forest class (51.3%) and in the increased of the swamp forest (37.6%) as well as in the secondary forest class (7.6%). Continuous monitoring is needed to help managers in determining effective

management strategies. In addition, further research is needed to model the relationship between land cover changes and the influence factors which are policy, socio-economic and bio-physical environment.

Keywords: *landcover change, Way Kambas National Park, remote sensing, Geographic information System*

I. PENDAHULUAN

Secara global selama empat dekade terakhir telah terjadi penurunan biodiversitas dunia yang disebabkan oleh fragmentasi dan konversi lahan yang sangat besar (Butchart *et al.*, 2010; Krauss *et al.*, 2010; Nagendra *et al.*, 2013; Torres *et al.*, 2014). Fragmentasi habitat dan konversi lahan merupakan salah satu bentuk perubahan penutupan lahan. Perubahan penutupan lahan ini merupakan penyebab penting dari perubahan iklim global dan regional, ekologi, perubahan siklus biogeokimia, hidrologi, dan perubahan sosial kemasyarakatan (Campbell *et al.*, 2005; Turner *et al.*, 2003; Wondie *et al.*, 2011). Perubahan penutupan lahan yang mengakibatkan hilangnya diversitas biologi dunia, akan menyebabkan terhentinya proses-proses ekologi yang penting dan merusak fungsi ekosistem yang penting bagi umat manusia (Butchart *et al.*, 2010; Worm *et al.*, 2006).

Kawasan-kawasan negara berkembang di Asia merupakan kawasan dengan lanskap yang sangat dipengaruhi oleh aktivitas manusia karena dominasinya (Nagendra *et al.*, 2006). Beberapa kawasan diperuntukkan bagi tujuan perlindungan atau area konservasi alam. Area konservasi merupakan bagian dari sistem ekologi yang lebih besar dan interaksinya dengan lanskap sekeliling sangat penting untuk melindungi spesies-spesies terancam punah dan melindungi ekosistem dari dampak-dampak antropogenik (Davis & Hansen, 2011; Margules & Pressey, 2012). Lanskap di sekeliling area konservasi mempengaruhi kemampuan area konservasi tersebut untuk menjaga fungsi-fungsi ekosistem, menurunkan kemampuan menjaga biodiversitas, dan menurunkan pencapaian tujuan konservasi (Bailey *et al.*, 2015; Balme *et al.*, 2010; Jones *et al.*, 2009). Hutan-hutan tropika di kawasan ini berdampingan dengan

lanskap yang didominasi manusia termasuk pada kebanyakan area konservasi (Nagendra *et al.*, 2006). Tekanan yang diakibatkan oleh keberadaan manusia secara langsung atau tidak akan menekan fungsi-fungsi ekologi dan integritas dari area konservasi (Gross *et al.*, 2013). Walau terdapat perdebatan mengenai dampak konservasi dari keberadaan manusia yang berada di sekitar atau di dalam kawasan area konservasi (Nagendra *et al.*, 2006), area konservasi termasuk unit-unit taman nasional menghadapi tantangan dalam pengelolaannya karena perubahan penutupan lahan di dalam dan di sekeliling batas kawasan konservasi (Wang *et al.*, 2009).

Informasi perubahan penutupan lahan yang diakibatkan oleh tekanan populasi manusia merupakan hal penting sebagai bahan pengelolaan area konservasi dan pencegahan dini konflik konservasi (Gross *et al.*, 2013; Wondie *et al.*, 2011). Perubahan di dalam dan di luar area konservasi memerlukan monitoring yang berkesinambungan karena perubahan ini dapat mengubah kualitas air, masuknya spesies invasif baik tumbuhan maupun hewan, dan rusaknya hutan (Wang *et al.*, 2009)

Teknik penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis digunakan sebagai alat mengukur dan memantau perubahan penutupan lahan yang efektif untuk data spasial yang luas dan data temporal yang panjang serta dapat digunakan untuk memodelkan prediksi perubahan di masa depan (Chowdhury, 2006; Dewitte *et al.*, 2012; Gross *et al.*, 2013; Houghton, 1994; Lamptey *et al.*, 2005; Singh, 1989). Lambin & Geist, (2006) memberikan definisi mengenai penutupan lahan sebagai fitur dari permukaan bumi, termasuk di dalamnya adalah biota, tanah, topografi, air permukaan, dan air bawah tanah serta struktur buatan manusia. Pemanfaatan teknik penginderaan jauh dan

Sistem Informasi Geografis tidak terbatas pada penilaian terhadap kawasan-kawasan lindung atau kawasan hutan (Chowdhury, 2006; Fraser et al., 2009; Sisongkham et al., 2015; Syam et al., 2012; Wondie et al., 2011), tetapi juga penilaian terhadap kawasan perairan (Doydee & Siregar, 2006), pertanian (Widiatmaka et al., 2014), hidrologi (Nugroho et al., 2013), dan iklim (Hermon, 2014).

Taman Nasional Way Kambas juga tidak lepas dari tekanan perubahan penutupan lahan, baik di dalam kawasan maupun di sekitar kawasan (zona penyangga). Penelitian mengenai perubahan penutupan lahan di Taman Nasional Way Kambas pernah dilakukan oleh Maulana dan Darmawan (2014) tetapi terbatas hanya pada perubahan penutupan lahan di dalam kawasan. Penelitian mengenai perubahan penutupan lahan di dalam dan di sekitar kawasan konservasi pernah dilakukan oleh Bailey et al. (2015) di *Mapatland-Pondoland-Albany Biodiversity Hotspot*. Pemantauan tekanan yang ditunjukkan dengan perubahan penutupan lahan di sekitar kawasan konservasi menggunakan teknik penginderaan jauh dan sistem informasi geografi belum pernah dilakukan baik di Taman Nasional Way Kambas maupun di kawasan konservasi lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan penutupan lahan untuk tahun

1990, 2000 dan 2010 di kawasan penyangga taman nasional dan di dalam kawasan Taman Nasional Way Kambas.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan mengadopsi penelitian yang dilakukan oleh Kusena (2009) dengan modifikasi pada klasifikasi citra satelit. Klasifikasi citra satelit yang dilakukan pada penelitian ini adalah berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 7645:2010 tentang Klasifikasi Penutup Lahan (Badan Standardisasi Nasional, 2010).

A. Tempat dan Waktu

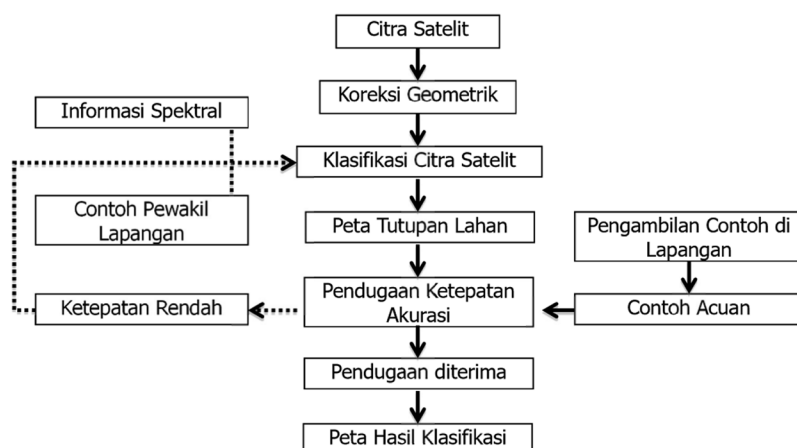
Penelitian dilaksanakan di kawasan Taman Nasional Way Kambas dan kawasan penyangga Taman Nasional Way Kambas. Untuk kepentingan analisis spasial, kawasan penyangga ditentukan sejauh 10 km dari batas kawasan.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Data penginderaan jauh yang digunakan dalam penelitian ini adalah Landsat 4 TM liputan Januari 1990, Landsat 7 (ETM) Maret 2000, Mei 2010, dan Landsat 8 OLI/TIRS Mei 2013.

C. Tahapan Pelaksanaan/Rancangan Penelitian

Analisa spasial dilakukan mengikuti bagan alir dalam Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir analisis spasial perubahan penutupan lahan di Taman Nasional Way Kambas, Lampung

Figure 1. Flowchart of spatial analysis land cover changed in the Way Kambas National Park, Lampung

D. Analisis Data

Perubahan penutupan lahan diperoleh dari analisis penginderaan jauh multi-temporal kawasan Taman Nasional Way Kambas, Lampung, Indonesia. Data citra satelit melalui koreksi citra menghasilkan klasifikasi citra satelit tutupan lahan. Koreksi citra dilakukan melalui tiga koreksi yaitu koreksi geometrik, koreksi atmosferik, dan koreksi radiometrik. Klasifikasi citra dilakukan secara *unsupervised* dengan dasar klasifikasi lahan milik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Klasifikasi dilakukan dengan melakukan *band combination* pada landsat 4 dan landsat 7 (band 3, 2, 1) dan landsat 8 (band 4, 3, 2). Dari kombinasi *band* tersebut dihasilkan perbedaan warna berbasis *pixel* yang dapat dikelompokkan dengan cara *on screen digitizing*. Klasifikasi *on screen digitizing* tersebut dilakukan dengan panduan penutupan lahan tahun 2010 dari *webgis* Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Nilai validasi interpretasi citra menggunakan nilai koefisien Cohen's Kappa (K). Secara umum nilai Kappa dapat digunakan untuk mengukur tingkat kesepakatan dari dua penilai dalam mengklasifikasikan obyek kedalam kelompok dan mengukur

kesepakatan alternatif metode baru dengan metode yang sudah ada. Nilai Kappa (K) didapat dari penilaian kuantitas dari dua peta yang diamati yaitu peta yang dianalisis dan peta yang digunakan sebagai acuan (Stehman, 1996). Nilai Kappa (K) diperoleh dari analisis berdasarkan matriks kesalahan yang dihitung dengan perangkat lunak Erdas Imagine.

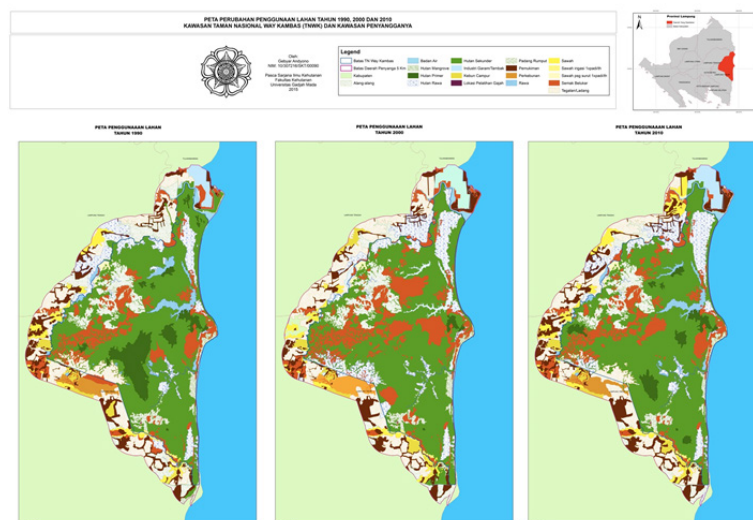
Rumus dari Koefisien Cohen's Kappa adalah (Stehman, 1996):

$$K = \frac{\sum_{i=1}^I \pi_{ii} - \sum_{i=1}^I \pi_{i+} \pi_{+i}}{1 - \sum_{i=1}^I \pi_{i+} \pi_{+i}}$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis penutupan lahan penting dilakukan oleh manajemen kawasan konservasi agar dapat memantau tekanan yang akan didapat oleh kawasan. Nilai Kappa yang diperoleh dalam analisis untuk Landsat 4 sebesar 0,872; Landsat 7 sebesar 0,895; dan Landsat 8 sebesar 0,856. Nilai Kappa yang didapat menunjukkan bahwa akurasi interpretasi citra cukup untuk dilakukan analisis perubahan penutupan lahan. Peta perubahan penggunaan lahan di tahun 1990, 2000, dan 2010 dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan peta penutupan lahan di



Gambar 2. Peta perubahan penutupan lahan Taman Nasional Way Kambas dan Kawasan Penyangga tahun 1990, 2000, 2010

Figure 2. Map of land used and land cover changed in the buffer zone and within the Way Kambas National Park, year 1990, 2000, 2010

daerah penyangga dan di dalam kawasan Taman Nasional Way Kambas, dapat diperoleh kelas-kelas penggunaan lahan yang berubah fungsi. Kelas-kelas penggunaan lahan menggunakan Standard Nasional Indonesia (SNI) 7645:2010 tentang Klasifikasi Penutup Lahan. Identifikasi pada peta menghasilkan 17 kelas penggunaan lahan.

Kelas dan luas perubahan penutupan lahan di kawasan penyangga dan di dalam menggunakan Standard Nasional Indonesia

(SxNI) 7645:2010 tentang Klasifikasi Penutup Lahan. Identifikasi pada peta menghasilkan 17 kelas penggunaan lahan.

Kelas dan luas perubahan penutupan lahan di kawasan penyangga dan di dalam kawasan Taman Nasional Way Kambas ditunjukkan dalam Tabel 1. Dalam peta dapat dilihat bahwa selama 10 tahun terjadi penurunan hutan primer sebesar 51,3% atau 2,6% per tahun. Pemukiman menunjukkan peningkatan sebesar 30,4% atau 1,5% per tahun. Sawah

Tabel 1. Ringkasan perubahan penutupan lahan di kawasan penyangga dan Kawasan Nasional Way Kambas antara tahun 1990 sampai dengan 2010

Table 1. Summary of land cover change at buffer zone and within Way Kambas National Park between year 1990 through 2010

	Luas Total (HA)		Perubahan (HA)	Persentase Perubahan	Rerata perubahan Per tahun
	1990	2010			
AA	16,206.77	10,679.68	-5,527.09	-34.10	-1.71
BA	2,074.81	2,079.16	4.35	0.21	0.01
HM	2,502.69	1,634.39	-868.29	-34.69	-1.73
HP	11,557.70	5,628.45	-5,929.25	-51.30	-2.57
HR	14,232.83	16,462.50	2,229.67	15.67	0.78
HS	74,292.80	76,165.05	1,872.25	2.52	0.13
Tbk	2,609.11	3,651.32	1,042.21	39.94	2.00
KC	2,063.79	2,258.91	195.12	9.45	0.47
PR	2,574.18	2,215.15	-359.02	-13.95	-0.70
Pmkm	12,359.28	16,109.72	3,750.44	30.35	1.52
Pkbn	3,071.36	2,762.86	-308.50	-10.04	-0.50
Rw	4,037.99	3,600.08	-437.91	-10.84	-0.54
Sw	5,121.79	7,077.88	1,956.09	38.19	1.91
SI	395.63	403.74	8.11	2.05	0.10
Sps	652.00	679.89	27.89	4.28	0.21
SB	21,367.96	21,870.55	502.59	2.35	0.12
Ldng	20,533.24	22,374.58	1,841.34	8.97	0.45

AA (Alang-alang); BA (Badan Air); HM (Hutan Mangrove); HP (Hutan Primer); HR (Hutan Rawa); HS (Hutan Sekunder); Tbk (Tambak); KC (Kebun Campur); PR (Padang Rumput); Pmkm (Pemukiman); Pkbn (Perkebunan); Rw (Rawa); Sw (Sawah); SI (Sawah Irigasi); Sps (Sawah Pasang Surut); SB (Semak Belukar); Ldng (Ladang)

menunjukkan peningkatan sebesar 38,2% atau 1,9% per tahun. Distribusi terbesar kelas penutupan lahan dapat dilihat pada Gambar 3 yaitu hutan sekunder, disusul semak belukar dan tegalan/ladang.

Perubahan penggunaan lahan di informasi penting bagi pengelolaan kawasan

sekeliling kawasan konservasi merupakan informasi penting bagi pengelolaan kawasan konservasi tersebut. Adanya aktifitas manusia di sekitar kawasan konservasi secara langsung atau tidak langsung dapat mempengaruhi fungsi-fungsi ekologis dan keutuhan kawasan konservasi tersebut

(Davis & Hansen, 2011; Gross *et al.*, 2013).

Perubahan penutupan lahan di kawasan penyangga Taman Nasional Way Kambas ditunjukkan pada Tabel 2. Tekanan terhadap kawasan konservasi ditunjukkan dengan berkembangnya densitas populasi manusia yang ditunjukkan dengan naiknya pemukiman, serta penggunaan lahan dalam pertanian atau perkebunan (Davis & Hansen, 2011; Hartter & Southworth, 2009). Hasil analisis menunjukkan bahwa pemukiman menunjukkan perubahan positif sebesar 30,35% atau 1,52% per tahun. Sedangkan kelas perubahan agrikultur (pertanian/

perkebunan), walau perkebunan menunjukkan penurunan sebesar 10,13% atau 0,51% per tahun, sawah (sawah, sawah irigasi dan sawah pasang surut) menunjukkan peningkatan. Tantangan yang dihadapi pengelola dalam menghadapi tingginya laju pertumbuhan penduduk dan perkembangan pertanian/perkebunan adalah terisolasinya kawasan taman nasional secara ekologis. Dengan adanya intensitas konflik manusia dan gajah liar yang tinggi di Taman Nasional Way Kambas (Hedges & Gunaryadi, 2009; Santiapillai & Ramono, 1993), isolasi ekologis ini akan tidak menguntungkan pengelola taman nasional

Tabel 2. Ringkasan perubahan penutupan lahan di kawasan penyangga Taman Nasional Way Kambas antara tahun 1990 sampai dengan 2010

Table 2. Summary of land cover change at buffer zone Way Kambas National Park between year 1990 through 2010

	Luas Total (HA)		Perubahan (HA)	Persentase Perubahan	Rerata Perubahan Per tahun
	1990	2010			
AA	9,020.03	3,440.82	-5,579.21	-61.85	-3.09
BA	1,812.33	1,816.05	3.72	0.21	0.01
HM	851.72	329.40	-522.32	-61.33	-3.07
HP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HR	6,039.34	5,190.68	-848.66	-14.05	-0.70
HS	2,483.52	1,091.06	-1,392.46	-56.07	-2.80
Tbk	2,609.11	3,651.32	1,042.21	39.94	2.00
KC	2,044.39	2,234.37	189.98	9.29	0.46
PR	45.02	0.00	-45.02	-100.00	-5.00
Pmkm	12,358.91	16,109.35	3,750.44	30.35	1.52
Pkbn	3,065.19	2,754.70	-310.49	-10.13	-0.51
Rw	410.97	410.49	-0.48	-0.12	-0.01
Sw	5,078.60	7,034.45	1,955.85	38.51	1.93
SI	138.68	162.03	23.35	16.84	0.84
Sps	44.55	72.49	27.94	62.72	3.14
SB	5,177.92	4,020.09	-1,157.83	-22.36	-1.12
Ldng	17,022.11	20,067.23	3,045.12	17.89	0.89

AA (Alang-alang); BA (Badan Air); HM (Hutan Mangrove); HP (Hutan Primer); HR (Hutan Rawa); HS (Hutan Sekunder); Tbk (Tambak); KC (Kebun Campur); PR (Padang Rumput); Pmkm (Pemukiman); Pkbn (Perkebunan); Rw (Rawa); Sw (Sawah); SI (Sawah Irigasi); Sps (Sawah Pasang Surut); SB (Semak Belukar); Ldng (Ladang)

karena tidak memungkinkan pembuatan koridor bagi gajah liar untuk bergerak. Makin tingginya laju pertumbuhan penduduk diikuti dengan

bertambahnya pemukiman dan juga areal perkebunan/pertanian, maka konflik antara manusia dan gajah liar akan semakin meningkat tinggi.

Informasi mengenai perubahan penutupan lahan di dalam kawasan Taman Nasional Way Kambas ditunjukkan pada Tabel 3. Penurunan penutupan lahan hutan primer sebesar 51,3% atau 2,6% per tahun merupakan hal yang harus diperhatikan oleh pengelola. Di lain pihak, kelas penutupan lahan hutan rawa dan hutan sekunder mengalami peningkatan luas. Kebakaran yang setiap tahun terjadi di Taman Nasional Way Kambas (Amalina *et al.*, 2016) kemungkinan besar menjadi penyebab penurunan penutupan lahan hutan primer

selain karena pembalakan liar. Pengelola taman nasional perlu mengembangkan strategi agar hutan primer tidak terus turun dan menjaga hutan dari kebakaran dan pembalakan liar.

Berdasarkan kelas penutupan lahan, distribusi penutupan lahan tiap tahun dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil penelitian Maullana & Darmawan (2014) di Taman Nasional Way Kambas mendapatkan hasil 9 kelas penutupan lahan, sedangkan dalam penelitian ini didapatkan 17 kelas penutupan lahan. Perbedaan ini

Tabel 3. Ringkasan perubahan penutupan lahan di kawasan Taman Nasional Way Kambas antara tahun 1990 sampai dengan 2010

Table 3. Summary of land cover change within the Way Kambas National Park between year 1990 through 2010

Luas Total	Luas Total (HA)		perubahan (HA)	Persentase Perubahan	Rerata Perubahan Per tahun
	1990	2010			
AA	7,186.74	7,238.86	52.12	0.73	0.04
BA	262.48	263.11	0.63	0.24	0.01
HM	1,650.97	1,304.99	-345.98	-20.96	-1.05
HP	11,557.70	5,628.45	-5,929.25	-51.30	-2.57
HR	8,193.49	11,271.82	3,078.33	37.57	1.88
HS	71,809.28	77,256.11	5,446.83	7.59	0.38
KC	19.39	24.54	5.15	26.56	1.33
PR	2,529.15	2,215.15	-314.00	-12.42	-0.62
Pmkm	0.37	0.37	0.00	0.00	0.00
Pkbn	6.17	8.16	1.99	32.25	1.61
Rw	3,627.01	3,189.59	-437.42	-12.06	-0.60
Sw	43.19	43.43	0.24	0.56	0.03
SI	256.95	241.71	-15.24	-5.93	-0.30
Sps	607.44	607.40	-0.04	-0.01	0.00
SB	16,190.04	17,850.45	1,660.41	10.26	0.51
Ldng	3,511.13	2,307.35	-1,203.78	-34.28	-1.71

AA (Alang-alang); BA (Badan Air); HM (Hutan Mangrove); HP (Hutan Primer); HR (Hutan Rawa); HS (Hutan Sekunder); Tbk (Tambak); KC (Kebun Campur); PR (Padang Rumput); Pmkm (Pemukiman); Pkbn (Perkebunan); Rw (Rawa); Sw (Sawah); SI (Sawah Irigasi); Sps (Sawah Pasang Surut); SB (Semak Belukar); Ldng (Ladang)

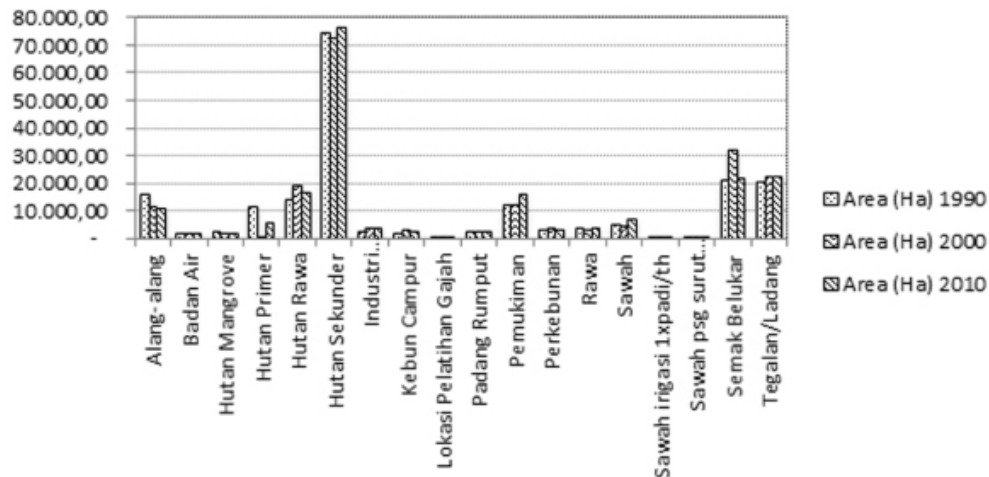
disebabkan karena dalam penelitian ini juga membahas area di sekitar kawasan/ zona penyangga taman nasional sehingga memberikan hasil kelas penutupan lahan yang lebih banyak. Selain itu, perbedaan metode dan sumber citra landsat dapat memberikan

hasil yang berbeda (Gong & Howarth, 1990; Mahmon *et al.*, 2015). Selain perbedaan jumlah kelas penutupan lahan tersebut, hasil yang didapat oleh Maullana & Darmawan (2014) mendukung penelitian ini bahwa di dalam kawasan taman nasional terjadi perubahan

penurunan penutupan lahan hutan.

Perubahan penutupan lahan pada daerah penyangga dan juga di dalam kawasan Taman Nasional Way Kambas perlu untuk selalu dipantau agar lingkungan dapat selalu lestari melalui strategi yang dijalankan oleh pengelola taman nasional. Agar pengelola dapat merumuskan strategi

dengan tepat, perlu diketahui penyebab dari perubahan penutupan lahan tersebut. Beberapa penyebab yang perlu diperhatikan dan dipantau oleh pengelola adalah faktor kebijakan seperti kebijakan tata ruang dan pengembangan wilayah (Messina *et al.*, 2006; Redo *et al.*, 2012), faktor-faktor sosio-ekonomi seperti pendapatan masyarakat, kepemilikan



Gambar 3. Distribusi kelas penutupan lahan di daerah penyangga dan di kawasan Taman Nasional Way Kambas tahun 1990, 2000, dan 2010.

Figure 3. Distribution of land cover classes in the buffer zone and within the Way Kambas National Park in year 1990, 2000 and 2010

lahan, tekanan jumlah penduduk, aksesibilitas, dan keberadaan padang gembalaan (Bailey *et al.*, 2015; Figueroa *et al.*, 2009; Matusch, 2014; Putiksari *et al.*, 2014; Wassenaar *et al.*, 2007) serta faktor biofisik seperti iklim lokal, cuaca, air, dan kebakaran (Achmad *et al.*, 2016; Chowdhury, 2006; Sreenivasulu *et al.*, 2014).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Pemanfaatan data penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis merupakan alat yang sangat efektif dan efisien untuk memantau kawasan konservasi terutama dalam hal perubahan penutupan lahan. Perubahan-perubahan penutupan lahan baik di dalam dan terutama pada kawasan penyangganya juga terjadi di Taman Nasional Way Kambas, dimana dari

hasil analisis didapatkan 17 kelas penutupan lahan di dalam dan di sekitar taman nasional/ kawasan penyangga Taman Nasional Way Kambas. Perubahan terbesar pada kawasan penyangga adalah terjadinya kenaikan kelas sawah (sawah, sawah irigasi, dan sawah pasang surut) dan pemukiman. Perubahan penutupan lahan di dalam kawasan taman nasional terbesar ada pada penurunan penutupan lahan hutan primer dan naiknya penutupan hutan rawa dan hutan sekunder. Di masa yang akan datang perlu dilakukan pemantauan secara berkesinambungan sehingga akan membantu pengelola dalam menentukan strategi pengelolaan kawasan.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan memodelkan hubungan antara perubahan penutupan lahan dan masalah-masalah konservasi seperti konflik antara manusia dan

satwa liar, perburuan liar, dan pembalakan yang terjadi di taman nasional secara umum, khususnya di Taman Nasional Way Kambas serta faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya perubahan penutupan lahan. Model ini akan dapat menghubungkan lebih banyak data kompleks seperti data sosial, ekonomi, dan kebijakan selain data ekologi. Model ini juga dapat memberikan rekomendasi pengelolaan yang lebih komprehensif. Pengelola akan dapat memprioritaskan strategi, pemantauan, dan penelitian yang lebih tepat untuk menurunkan dan mencegah konflik konservasi lebih lanjut dan dampak negatif perubahan penutupan lahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, E., Nursanti, & Mora, A. M. (2016). Perubahan penutupan lahan dan analisis faktor yang memengaruhi perubahan di kawasan Taman Nasional Berbak Provinsi Jambi. *In Seminar Nasional Peran Geospasial dalam Membingkai NKRI* (pp. 309–321).
- Amalina, P., Prasetyo, L. B., & Rushayati, S. B. (2016). Forest Fire Vulnerability Mapping in Way Kambas National Park. *Procedia Environmental Sciences*, 33, 239–252. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.03.075>
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 7645:2010 tentang Klasifikasi Penutup Lahan, SNI 7645:2 § (2010).
- Bailey, K. M., McCleery, R. A., Binford, M. W., & Zweig, C. (2015). Land-cover change within and around protected areas in a biodiversity hotspot. *Journal of Land Use Science*. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2015.1086905>
- Balme, G. A., Slotow, R., & Hunter, L. T. B. (2010). Edge effects and the impact of non-protected areas in carnivore conservation: Leopards in the Phinda-Mkhuze Complex, South Africa. *Animal Conservation*, 13(3), 315–323. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2009.00342.x>
- Butchart, S. H., Walpole, M., Collen, B., Strien, A. van, Scharlemann, J. P., Almond, R. E., ... Watson, R. (2010). Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. *Science*, 328(May), 1164–1169. <https://doi.org/10.1126/science.1187512>
- Campbell, D. J., Lusch, D. P., Smucker, T. A., & Wangui, E. E. (2005). Multiple Methods in the Study of Driving Forces of Land Use and Land Cover Change: A Case Study of SE Kajiado District, Kenya. *Human Ecology*, 33(6), 763–794. <https://doi.org/10.1007/s10745-005-8210-y>
- Chowdhury, R. R. (2006). Landscape change in the Calakmul Biosphere Reserve, Mexico: Modeling the driving forces of smallholder deforestation in land parcels. *Applied Geography*, 26, 129–152. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2005.11.004>
- Davis, C. R., & Hansen, A. J. (2011). Trajectories in land use change around U.S. National Parks and challenges and opportunities for management. *Ecological Applications*, 21(8), 3299–3316.
- Dewitte, O., Jones, A., Elbelrhiti, H., Horion, S., & Montanarella, L. (2012). Satellite remote sensing for soil mapping in Africa: An overview. *Progress in Physical Geography*, 36(4), 514–538. <https://doi.org/10.1177/0309133312446981>
- Doydee, P., & Siregar, V. (2006). Assessment of Coastal Land Use Changes in Banten Bay, Indonesia Using Different Change Detection Methods. *Biotropia*, 13(2), 122–131.
- Figueroa, F., Sánchez-Cordero, V., Meave, J. a., & Trejo, I. (2009). Socioeconomic context of land use and land cover change in Mexican biosphere reserves. *Environmental Conservation*, 36(03), 180–191. <https://doi.org/10.1017/S0376892909990221>
- Fraser, R. H., Olthof, I., & Pouliot, D. (2009). Monitoring land cover change and ecological integrity in Canada's national parks. *Remote Sensing of Environment*, 113(7), 1397–1409. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.06.019>
- Gong, P., & Howarth, P. J. (1990). An assessment of some factors influencing multispectral land-cover classification. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 56(5), 597–603.
- Gross, D., Dubois, G., Pekel, J., Mayaux, P., Holmgren, M., Prins, H., ... Boitani, L. (2013). Monitoring land cover changes in African protected areas in the 21st century. *Ecological Informatics*, 14, 31–37. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2012.12.002>
- Harter, J., & Southworth, J. (2009). Dwindling resources and fragmentation of landscapes around parks: Wetlands and forest patches around Kibale National Park, Uganda. *Landscape Ecology*, 24,

- 643–656. <https://doi.org/10.1007/s10980-009-9339-7>
- Hedges, S., & Gunaryadi, D. (2009). Reducing human–elephant conflict: do chillies help deter elephants from entering crop fields? *Oryx*, 44(1), 139–146. <https://doi.org/10.1017/S0030605309990093>
- Hermon, D. (2014). Impacts of land cover change on climate trend in Padang Indonesia. *Indonesian Journal of Geography*, 46(2), 138–142.
- Houghton, R. A. (1994). The Worldwide Extent of Land-Use Change. *BioScience*, 44(5), 305–313.
- Jones, D. A., Hansen, A. J., Bly, K., Doherty, K., Verschuyf, J. P., Paugh, J. I., ... Story, S. J. (2009). Monitoring land use and cover around parks: A conceptual approach. *Remote Sensing of Environment*, 113(7), 1346–1356. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.08.018>
- Krauss, J., Bommarco, R., Guardiola, M., Heikkinen, R. K., Helm, A., Kuussaari, M., Steffan-Dewenter, I. (2010). Habitat fragmentation causes immediate and time-delayed biodiversity loss at different trophic levels. *Ecology Letters*, 13, 597–605. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01457.x>
- Kusena, K. (2009). *Land cover change and its impact on human-elephant conflicts in the Zimbabwe, Mozambique and Zambia (ZiMoZa) Transboundary natural resource management*. Retrieved from <http://stud.epsilon.slu.se/651/>
- Lambin, E. F., & Geist, H. (Eds.). (2006). *Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts*. Springer.
- Lamprey, B. L., Barron, E. J., & Pollard, D. (2005). Impacts of agriculture and urbanization on the climate of the Northeastern United States. *Global and Planetary Change*, 49, 203–221. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2005.10.001>
- Mahmon, N. A., Ya'acob, N., & Yusof, A. L. (2015). Differences of Image Classification Techniques for Land Use and Land Cover Classification. In *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* (pp. 6–8).
- Margules, C. R., & Pressey, R. L. (2012). Systematic conservation planning. *Nature*, 405, 243–53. <https://doi.org/10.1038/35012251>
- Matusch, T. (2014). Islands of felicity ? – The effect of land cover changes in and around protected areas : a case study of Bach Ma National Park, Vietnam. *American Journal of Environmental Protection*, 3(3), 152–161. <https://doi.org/10.11648/j.ajep.20140303.17>
- Maullana, D. A., & Darmawan, A. (2014). Perubahan penutupan lahan di Taman Nasional Way Kambas (Land cover changes in Way Kambas National Park). *Jurnal Sylva Lestari*, 2(1), 87–94.
- Messina, J. P., Walsh, S. J., Mena, C. F., & Delamater, P. L. (2006). Land tenure and deforestation patterns in the Ecuadorian Amazon: Conflicts in land conservation in frontier settings. *Applied Geography*, 26(2), 113–128. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2005.11.003>
- Nagendra, H., Pareeth, S., & Ghate, R. (2006). People within parks - forest villages, land-cover change and landscape fragmentation in the Tadoba Andhari Tiger Reserve, India. *Applied Geography*, 26(2), 96–112. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2005.11.002>
- Nagendra, H., Reyers, B., & Lavorel, S. (2013). Impacts of land change on biodiversity: Making the link to ecosystem services. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(5), 503–508. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.05.010>
- Nugroho, P., Marsono, D., Sudira, P., & Suryatmojo, H. (2013). Impact of Land-use Changes on Water Balance. *Procedia Environmental Sciences*, 17, 256–262. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2013.02.036>
- Putiksari, V., Dahlan, E. N., & Prasetyo, L. B. (2014). Analisis perubahan penutupan lahan dan faktor sosial ekonomi penyebab deforestasi di Cagar Alam Kamojang. *Media Konservasi*, 19(2), 126–140.
- Redo, D. J., Aide, T. M., Clark, M. L., & Andrade-Núñez, M. J. (2012). Impacts of internal and external policies on land change in Uruguay, 2001–2009. *Environmental Conservation*, 39(2), 122–131. <https://doi.org/10.1017/S0376892911000658>
- Santiapillai, C., & Ramono, W. S. (1993). Why do elephants raid crop in Sumatra. *Gajah*, 11, 55–58. Retrieved from <http://www.asesg.org/PDFfiles/Gajah/11-55-Santiapillai.pdf>
- Singh, A. (1989). Review Article: Digital change detection techniques using remotely-sensed data. *International*

- Journal of Remote Sensing*, 10(6), 989–1003. <https://doi.org/10.1080/01431168908903939>
- Sisongkham, B., Rebanco, C. M., Alcantara, A. J., & Espaldon, M. V. O. (2015). Land Cover Changes and Resource Use Patterns of Selected Communities in Phou Phanang National Protected Area, Sangthong District, Vientiane Capital, Lao PDR. *Journal of Environmental Science and Management*, 18(2), 33–43.
- Sreenivasulu, G., Jayaraju, N., Kishore, K., & Prasad, T. L. (2014). Landuse and landcover analysis using remote sensing and GIS: a case study in around Rajampet, Kadapa District, Andhra Pradesh, India. *Indian Journal of Scientific Research*, 8(1), 123–129.
- Stehman, S. V. (1996). Estimating the Kappa coefficient and its variance under stratified random sampling. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 62(4), 401–407. Retrieved from http://asprs.org/a/publications/pers/96journal/april/1996_apr_401-402.pdf
- Syam, T., Darmawan, A., Banuwa, I. S., & Ningsih, K. (2012). Pemanfaatan citra satelit dalam mengidentifikasi perubahan penutupan lahan: studi kasus hutan lindung Register 22 Way waya Lampung Tengah. *Globe*, 14(2), 146–156.
- Torres, R., Gasparri, N. I., Blendinger, P. G., & Grau, H. R. (2014). Land-use and land-cover effects on regional biodiversity distribution in a subtropical dry forest: A hierarchical integrative multi-taxa study. *Regional Environmental Change*, 14(4), 1549–1561. <https://doi.org/10.1007/s10113-014-0604-1>
- Turner, W., Spector, S., Gardiner, N., Fladeland, M., Sterling, E., & Steininger, M. (2003). Remote sensing for biodiversity science and conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 18(6), 306–314. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00070-3](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00070-3)
- Wang, Y., Mitchell, B. R., Nugranad-marzilli, J., Bonyng, G., Zhou, Y., & Shriver, G. (2009). Remote sensing of land-cover change and landscape context of the National Parks: A case study of the Northeast Temperate Network. *Remote Sensing of Environment*, 113, 1453–1461. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.09.017>
- Wassenaar, T., Gerber, P., Verburg, P. H., Rosales, M., Ibrahim, M., & Steinfeld, H. (2007). Projecting land use changes in the Neotropics: The geography of pasture expansion into forest. *Global Environmental Change*, 17, 86–104. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.007>
- Widiatmaka, Ambarwulan, W., Tambunan, R. P., Nugroho, Y. A., Suprajaka, Nurwadjadi, & Santoso, P. B. K. (2014). Land use planning of paddy field using geographic information system and land evaluation in West Lombok, Indonesia. *Indonesian Journal of Geography*, 46(1), 89–98.
- Wondie, M., Schneider, W., Melesse, A. M., & Teketay, D. (2011). Spatial and Temporal Land Cover Changes in the Simen Mountains National Park, a World Heritage Site in Northwestern Ethiopia. *Remote Sensing*, 3, 752–766. <https://doi.org/10.3390/rs3040752>
- Worm, B., Barbier, E. B., Beaumont, N., Duffy, J. E., Folke, C., Halpern, B. S., & Watson, R. (2006). Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services. *Science*, 314, 787–790. <https://doi.org/10.1126/science.1132294>