

ANALISIS PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP KEBERLANGSUNGAN FUNGSI KAWASAN HUTAN SUAKA MARGASATWA BAKIRIANG

Ali Amar Akbar¹, Adam Malik², Sulbadana³, Rudy Gosal⁴

¹Dosen Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota

Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Tadulako Palu

²Dosen Program Studi Kehutanan

Jurusan Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako Palu

³Dosen Program Studi Ilmu Hukum

Jurusan Ilmu Hukum Fakultas Hukum Universitas Tadulako Palu

⁴Mahasiswa Program Doktorat Ilmu Sosial

Pada Program Pascasarjana Universitas Tadulako Palu

Jl. Soekarno Hatta Km. 9 Palu – Sulawesi Tengah 94118

¹ Email : amarakbarali@gmail.com

Diterima (received): 18 Januari 2021

Disetujui (accepted): 04 Maret 2021

ABSTRAK

Suaka Margasatwa Bakiriang (SM Bakiriang) merupakan salah satu kawasan hutan lindung yang memiliki keanekaragaman hayati di Provinsi Sulawesi Tengah. Berbagai aktivitas pemanfaatan lahan di dalam kawasan menyebabkan tidak berfungsinya kawasan sesuai arah peruntukannya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan penggunaan lahan periode 1997-2012 dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan metode ALUCT (Analysis of Land-Use and Land-Cover Changes and Trajectories) untuk memahami dinamika penggunaan lahan pada suatu bentang lahan dalam periode waktu tertentu melalui interpretasi data penginderaan jauh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama periode 1997-2012 luas penggunaan lahan pada kawasan SM Bakiriang mengalami perubahan yang cukup signifikan yakni 20,52% untuk kategori Kelompok Non-Suaka dan 79,48% yang masih dapat dikategorikan sebagai Kelompok Suaka. Faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan antara lain minimnya informasi tentang kawasan, ketidakjelasan batas deliniasi, lemahnya monitoring dan evaluasi serta pertumbuhan penduduk yang relatif cepat.

Kata Kunci : *Perubahan Penggunaan Lahan, Kawasan Hutan, Suaka Margasatwa.*

A. PENDAHULUAN

Terdapat banyak kawasan hutan di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia yang peruntukannya sudah ditetapkan atau ditunjuk secara Nasional dan beberapa diantaranya terletak di wilayah Propinsi Sulawesi Tengah. Salah satu kawasan hutan yang dimaksud adalah "Kawasan Suaka Margasatwa Bakiriang" yang terletak di Kabupaten Banggai. Suaka Margasatwa (SM) Bakiriang ditetapkan berdasarkan SK Menteri Kehutanan dan Perkebunan Nomor 398/Kpts-II/1998 Tanggal 21 April 1998 tentang *Penunjukan Areal Hutan Bakiriang Yang Terletak Di Kabupaten Banggai Daerah Tingkat II Banggai, Propinsi Daerah Tingkat I Sulawesi Tengah Seluas ± 12.500 (Dua Belas Ribu Lima Ratus) Hektar sebagai Kawasan Hutan Dengan Fungsi Suaka Margasatwa.* Suaka Margasatwa Bakiriang

ini di dalam Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional (RTRWN) disebutkan dengan nama “**Suaka Margasatwa Bakiriang**” yang dikategorikan sebagai Kawasan Lindung Nasional (Lampiran VIII PP No. 26 Tahun 2008, Nomor Urut 53) dan dikelompokkan ke dalam Kawasan Suaka Alam, Pelestarian Alam, dan Cagar Budaya (Pasal 52, Ayat (3) point g).

Suaka Margasatwa adalah kawasan suaka alam yang mempunyai ciri khas berupa keanekaragaman dan atau keunikan jenis satwa yang untuk kelangsungan hidupnya dapat dilakukan pembinaan terhadap habitatnya. Fungsi pokok kawasan ini adalah sebagai kawasan perlindungan dan pengawetan jenis-jenis satwa beserta habitatnya, sebagai kawasan yang dimanfaatkan untuk penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan, pendidikan, wisata terbatas, dan kegiatan lain yang menunjang budidaya, serta sebagai kawasan perlindungan sistem penyangga kehidupan (1).

Ditengarai, lokasi yang telah diarahkan sebagai Kawasan SM Bakiriang tersebut sudah tidak berfungsi sepenuhnya sesuai peruntukan kegiatan perlindungan dan pengawetan jenis-jenis satwa beserta habitatnya dan penggunaan lahannya pun telah terjadi tumpang tindih dengan berbagai bentuk peruntukan penggunaan lahan, antara lain : lahan permukiman, perkebunan, dan pertambangan yang apabila diamati patut diduga bahwa penggunaan-penggunaan lahan tersebut telah memasuki dan bahkan berada di dalam Kawasan SM Bakiriang. Selain itu, disinyalir di kawasan ini juga telah terjadi pembukaan lahan perkebunan oleh masyarakat sekitar dikarenakan ketidaktahuan informasi tentang keberadaan kawasan SM Bakiriang, terutama terkait dengan kesimpangsiuran batas dan deliniasi kawasan tersebut (2).

Kondisi ini tentunya sangat berpengaruh terhadap keberadaan dan keberlangsungan pemanfaatan ruang pada lokasi SM Bakiriang, terutama terkait dengan aktivitas masyarakat sekitar dan para pengusaha perkebunan, yang karena ketidakjelasan batas deliniasi kawasan serta terjadinya beberapa kali perubahan luas kawasan dan kurangnya sosialisasi tentang penetapan kawasan SM Bakiriang tersebut, mengakibatkan terjadinya infasi ke kawasan tersebut oleh masyarakat sekitar maupun pengusaha untuk dimanfaatkan sebagai lahan perkebunan, baik secara permanen maupun dengan sistem perkebunan berpindah-pindah (3).

Perubahan penggunaan lahan dapat diketahui secara faktual dengan melakukan pemantauan terhadap berbagai faktor seperti fisik, sosial, ekonomi, dan kebijakan (4). Perubahan penggunaan lahan adalah perubahan pemanfaatan lahan yang berbeda dengan pemanfaatan sebelumnya, baik untuk tujuan sosial, ekonomi, budaya, maupun industri. Sumberdaya fisik suatu wilayah seperti tanah, iklim, topografi, dan geologi sangat menentukan potensi suatu wilayah untuk berbagai jenis penggunaan (5). Dinamika perubahan penggunaan lahan seringkali menyebabkan perubahan kualitas lahan dikarenakan ketidaksesuaian antara kemampuan lahan dan fungsi pemanfaatan dan penggunaannya.

Mengingat dampak yang ditimbulkan sangat signifikan, aspek penggunaan lahan merupakan salah satu subyek pokok dalam ranah pemodelan. Berbagai pendekatan model telah disajikan pada telaah literatur, salah satunya adalah Markov Chain. Metode Markov Chain merupakan salah satu model yang paling tua

dan telah diaplikasikan oleh berbagai peneliti. Muller and Middleton memanfaatkan teknik ini dalam mempelajari dinamika perubahan lahan di Ontario, Kanada (6). Peneliti lain yaitu Vandever and Drummond menggunakannya untuk mengkaji dampak konstruksi sebuah reservoir (7). Walaupun telah ditunjukkan kurang berdampak signifikan pada tahapan *forecasting*, konsep Markov Chain seringkali berperan menjadi konsep dasar yang digunakan pada pengembangan lanjutan, seperti model CA-Markov (8); dan (9).

Selain itu, perubahan penggunaan lahan dapat juga ditelaah dari data penginderaan jauh melalui dua pendekatan besar. Pendekatan pertama merupakan pendekatan yang umum digunakan yaitu perbandingan peta tematik. Berbagai teknik klasifikasi dapat dimanfaatkan dalam pendekatan ini, seperti telah dijelaskan pada bagian sebelumnya. Langkah selanjutnya adalah membandingkan dua atau lebih data tematik dalam suatu proses analisis, umumnya dikenal dengan analisis *Land Use/Cover Change* (LUCC). Pendekatan kedua tidak melibatkan prosedur klasifikasi, sehingga tidak ada data tematik yang dihasilkan sebagai data intermedier. Berbagai prosedur statistika dapat digunakan pada pendekatan ini, diantaranya adalah *Multivariate Alteration Detection* (MAD) yang diperkenalkan oleh Nielsen (10). Pendekatan kedua ini umumnya dikenal dengan *Change Detection*.

Penelitian ini lebih menekankan pada pendekatan perbandingan peta tematik, mengingat tujuan utama dari kegiatan ini adalah mengkaji dan menganalisis perubahan penggunaan lahan (*Land Use Change Analysis*) di kawasan SM Bakiriang periode 1997-2012 dan faktor-faktor yang mempengaruhinya, serta merumuskan upaya-upaya yang diperlukan terhadap keberlangsungan fungsi kawasan tersebut di masa yang akan datang.

B. METODOLOGI PENELITIAN

Jenis, Bahan dan Alat Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian lapangan (*field research*) yang berlokasi di kawasan SM Bakiriang yang secara administrasi terletak di Kabupaten Banggai Provinsi Sulawesi Tengah (lihat Gambar 1). Bahan yang akan digunakan adalah citra Landsat tahun 1997 dan citra *Quickbird* tahun 2012, peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), peta administrasi, peta jenis tanah, peta geologi, peta elevasi, peta kelerengan, peta curah hujan, dan data Potensi Desa Kabupaten Banggai tahun 1997 dan 2012. Sedangkan alat yang digunakan adalah *receiver* GPS, kamera digital, dan seperangkat komputer yang dilengkapi dengan *software*: ERDAS Imagine, Google Earth, ArcGIS, SPSS dan Microsoft Excel.

Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer meliputi data penggunaan lahan hasil interpretasi penginderaan jauh dan data pengecekan lapangan. Data sekunder meliputi data fisik lahan, data aksesibilitas, dan data sosial-ekonomi di wilayah penelitian.

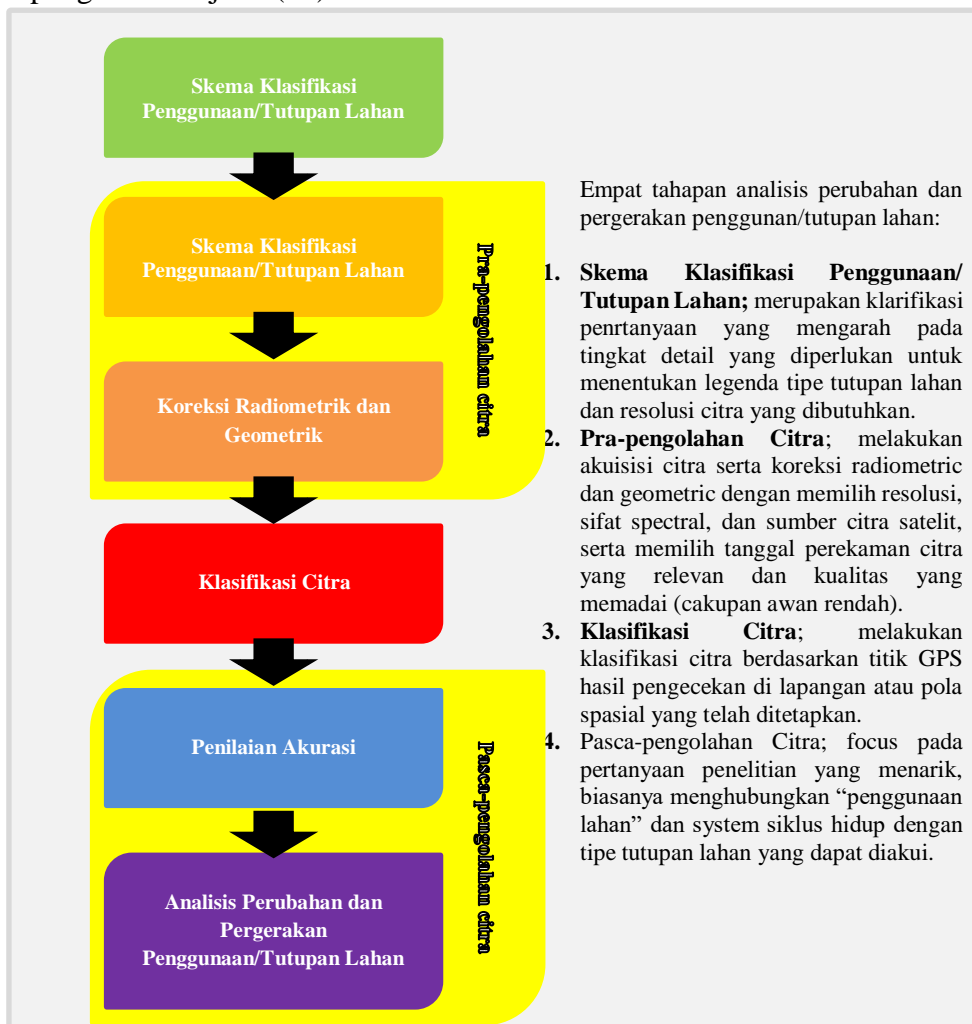
Metode Analisis

Dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian, yaitu analisis perubahan penggunaan lahan yang dilakukan dengan melakukan analisis citra Landsat tahun 1997 dan Quick Bird tahun 2012. Klasifikasi penggunaan lahan

terdiri atas 8 kelas, yaitu: badan air, hutan, kebun campuran, kebun teh, ladang, lahan terbangun, sawah, dan semak. Klasifikasi penggunaan lahan yang digunakan mengacu pada sistem klasifikasi Badan Planologi Kementerian Kehutanan berdasarkan kepada Permenhut No.67/Menhut-II/2006 tentang Kriteria dan Standar Inventarisasi Hutan.

Klasifikasi dilakukan dengan menggunakan metode interpretasi visual (*digitize on screen*) pada skala 1:5.000, dengan pendekatan unsur yang meliputi rona (berkaitan dengan warna/derajat keabuan suatu objek), tekstur (frekuensi perubahan rona), pola (susunan keruangan objek), ukuran, bentuk (berkaitan langsung terhadap bentuk umum, konfigurasi atau kerangka dari bentuk objek tunggal), bayangan dan situs (lokasi suatu objek terhadap objek yang lain) (11); dan (12).

Kondisi perubahan penggunaan lahan dapat dianalisis melalui pendekatan metode berbasis spasial, salah satunya adalah ALUCT (*Analysis of Land-Use and Land-Cover Changes and Trajectories*) untuk memahami dinamika penggunaan lahan pada suatu bentang lahan dalam periode waktu tertentu melalui interpretasi data penginderaan jauh (13).



Gambar 2 Alur kerja Analisa Perubahan dan Pergerakan Penggunaan dan Penutup Lahan

Prediksi perubahan penggunaan lahan dapat dianalisis melalui pendekatan Metode ALUCT (*Analysis of Land-Use and Land-Cover Changes and Trajectories*) yang merupakan sebuah kerangka kerja standar untuk memahami dinamika penggunaan lahan pada suatu bentang lahan dalam periode waktu tertentu melalui interpretasi data penginderaan jauh. Alur kerja ALUCT dikelompokkan ke dalam empat tahapan: (1) skema klasifikasi penggunaan/tutupan lahan; (2) pra-pengolahan citra; (3) klasifikasi citra; dan (4) analisis pasca interpretasi (13).

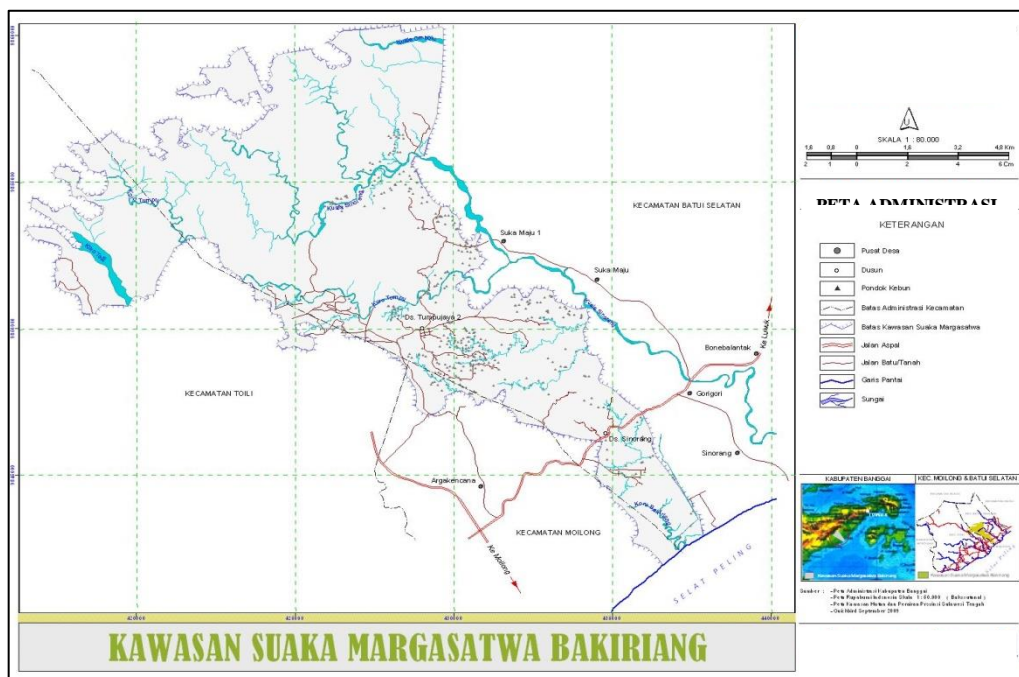
C. HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL PENELITIAN

1. Gambaran Umum Kawasan SM Bakiriang

Berdasarkan PERDA No. 21 Tahun 2009 tanggal 14 Agustus 2009 tentang Pembentukan Kecamatan Moilong, Kecamatan Batui Selatan, Kecamatan Lobu, Kecamatan Simpang Raya dan Kecamatan Balantak Selatan, maka secara administratif Kawasan Suaka Margasatwa Bakiriang ini terletak pada 3 (tiga) kecamatan yaitu : Kecamatan Toili, Kecamatan Batui Selatan (hasil pemekaran Kecamatan Batui) dan Kecamatan Moilong (hasil pemekaran Kecamatan Toili) yang berjarak ± 100 Km dari Kota Luwuk sebagai Ibukota Kabupaten Banggai dan ± 700 Km dari Kota Palu sebagai Ibukota Provinsi Sulawesi Tengah.

Secara geografis letak Kawasan Suaka Margasatwa Bakiriang berada dalam koordinat $1^{\circ} 16' 02''$ sampai dengan $1^{\circ} 25' 40''$ Lintang Selatan (LS) dan $122^{\circ} 15' 59''$ sampai dengan $122^{\circ} 26' 41''$ Bujur Timur (BT) (lihat Gambar 3).



Gambar 3. Peta Administrasi Kawasan SM Bakiriang

Kawasan Suaka Margasatwa Bakiriang pertama kali ditetapkan berdasarkan Surat Keputusan Raja Banggai No. 4 Tahun 1936 dengan luas \pm

3.500 Ha yang terletak di kompleks hutan pegunungan Batui, memanjang ke Selatan sampai ke pantai. Komplek hutan ini di apit oleh 2 (dua) kampung besar yaitu Moilong dan Sinorang Kecamatan Batui. Suaka Margasatwa ini merupakan habitat/tempat hidup satwa endemik Sulawesi yaitu Burung Maleo (*Macrocephalon Maleo*) (lihat Gambar 4). Areal hutan tersebut merupakan areal koridor hutan yang memanjang dari pegunungan Batui ke Selatan sampai ke pantai muara Sungai Bakiriang.

Sebagai tempat perlindungan bagi satwa endemik Sulawesi maka Suaka Margasatwa Bakiriang memiliki hubungan yang sangat erat dengan adat istiadat yang dilakukan masyarakat adat Banggai, khususnya masyarakat adat Batui, antara lain penyelenggaraan pengantaran “**Tumpe**” (Telur Pertama) Burung Maleo setiap tahun kepada “**Tomundo**” (Raja) di Banggai sebagai pemegang amanah Tumondo yang berarti kawasan tersebut harus dipertahankan sekaligus dilestarikan keberadaannya sebagai kawasan hutan lindung yang oleh masyarakat Batui mempunyai nilai historis dengan konsekuensinya harus bertanggung jawab secara moral untuk mengamankan kawasan hutan tersebut (2).

Suaka Margasatwa Bakiriang sebagai habitat utama satwa maskot Propinsi Sulawesi Tengah selanjutnya “**ditunjuk**” oleh Menteri Kehutanan dan Perkebunan sesuai Surat Keputusan Nomor : 398/Kpts-II/1998 tanggal 21 April 1998 dengan luas ± 12.500 Ha. Luasan tersebut bertambah ± 8.600 Ha dari Surat Keputusan Gubernur dengan pertimbangan yang didasarkan atas kepentingan perluasan habitat bagi satwa Burung Maleo sesuai jalur jelajah satwa tersebut dan perwakilan ekosistem pegunungan yang perlu dipertahankan dari kerusakan.

Pertimbangan Menteri Kehutanan dan Perkebunan untuk menunjuk SM Bakiriang seluas ± 12.500 Ha telah mengakomodir Surat Keputusan Gubernur (± 3.900 Ha), Peta TGHK (± 9.240 Ha), dan Peta Paduserasi berdasarkan STRP yang telah disahkan Gubernur pada tahun 1996 serta mengacu pula pada hasil tata batas temu gelang kawasan SM Bakiriang yang telah dilaksanakan secara bertahap oleh Sub BIPHUT seluas ± 11.386 Ha.



Gambar 4. Burung Maleo dan kondisi sarana penangkaran Burung Maleo yang sudah rusak dan tidak terurus sehingga tidak dapat lagi digunakan. Pada sisi lain terlihat hamparan pasir di Pesisir Pantai Sinorang sebagai lokasi penangkaran tempat Burung Maleo bertelur.

Kemudian, dengan telah terbitnya Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional (RTRWN) nama Suaka Margasatwa Bakiriang ini tetap disebutkan dengan nama “**Suaka Margasatwa Bakiriang**” yang dikategorikan sebagai Kawasan Lindung Nasional dan dikelompokkan ke dalam Kawasan Suaka Alam, Pelestarian Alam, dan Cagar Budaya.

2. Batas Deliniasi Kawasan

Secara eksisting di lapangan batas deliniasi kawasan (*temu gelang*) yang telah dilakukan secara bertahap sejak tahun 1991 sampai dengan tahun 1997 oleh *Departemen Kehutanan Kantor Wilayah Propinsi Sulawesi Tengah Sub Balai Inventarisasi dan Perpetaan Hutan Palu* yang ditandai dengan keberadaan patok-patok beton relatif sudah tidak terlihat lagi, dan kalau pun ada jumlahnya relatif sangat sedikit.

Kondisi ini tentunya sangat berpengaruh terhadap keberadaan dan keberlangsungan pemanfaatan ruang pada lokasi SM Bakiriang, terutama terkait dengan aktivitas masyarakat sekitar dan para pengusaha perkebunan, yang karena ketidakjelasan batas deliniasi kawasan serta terjadinya beberapa kali perubahan luas kawasan dan kurangnya sosialisasi tentang penetapan kawasan SM Bakiriang tersebut, mengakibatkan terjadinya infasi ke kawasan tersebut oleh masyarakat sekitar maupun pengusaha untuk dimanfaatkan sebagai lahan perkebunan, baik secara permanen maupun dengan sistem perkebunan berpindah-pindah.

Berdasarkan hasil *overlay* dan digitalisasi dengan bantuan olahan Foto Citra *Quickbird* yang relatif sangat detail dalam menggambarkan kondisi

eksisting kawasan SM Bakiriang tersebut diperoleh luas bersih 12.140,45 Ha. Luasan ini lebih kecil 3,55 Ha dari luasan hasil digitasi tata batas yang dilakukan oleh pihak Departemen Kehutanan Kantor Wilayah Propinsi Sulawesi Tengah Sub Balai Inventarisasi dan Perpetaan Hutan Palu, karena adanya penyesuaian terhadap garis pantai yang lebih tepat dan akurat setelah dipaduserasikan dengan Foto Citra Satelit *Quickbird* terkini. Selanjutnya batas deliniasi dengan luas 12.140,45 Ha inilah yang digunakan dalam melakukan pemantauan dan analisis penggunaan lahan di kawasan Suaka Margasatwa Bakiriang (seperti terlihat pada Gambar 1).

3. Kondisi Penggunaan Lahan Kawasan

Berdasarkan Peta Kawasan Hutan Propinsi Sulawesi Tengah Tahun 2006 yang dikeluarkan oleh Dinas Kehutanan Propinsi Sulawesi Tengah, penggunaan lahan di Kawasan SM Bakiriang diarahkan sebagai Fungsi *Kawasan Hutan Lindung* dengan status sebagai *Kawasan Lindung Lainnya* sebagaimana penjelasan pada Pasal 5 ayat (2) pada Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang.

Terkait dengan fenomena tentang batas deliniasi kawasan di atas serta keberadaan aktivitas permukiman, perkebunan masyarakat, perkebunan Kelapa Sawit dan eksplorasi pertambangan gas Matindok (Pertamina-EP) di sekitar maupun yang berada dalam Kawasan SM Bakiriang, maka kondisi penggunaan lahan di kawasan ini ditengarai telah mengalami pergeseran yang cukup signifikan. Demikian pula halnya dengan aktivitas masyarakat sekitar yang juga telah menggarap tanah perkebunan di dalam kawasan tersebut.

Perlu dijelaskan, bahwa untuk mendapatkan data dan informasi yang akurat tentang penggunaan, luasan serta jenis penutupan lahannya (*land cover*), maka salah satu langkah yang paling efektif dan akurat digunakan oleh konsultan adalah memanfaatkan teknologi foto Citra Satelit "*Quickbird*" dengan tingkat ketelitian sampai dengan 0,61 x 0,61 meter atau skala 1 : 5.000 dan 1 : 1.000.

Seperti yang telah dikemukakan sebelum bahwa berdasarkan hasil paduserasi dan digitalisasi antara batas deliniasi dan Foto Citra *Quickbird* terkini dengan bantuan alat GPS diperoleh luas bersih Kawasan SM Bakiriang sebesar 12.140,45 Ha. Secara lebih rinci jenis penggunaan dan luasan lahan di dalam Kawasan Suaka Margasatwa Bakiriang pada Tahun 2012 berdasarkan hasil analisis dan digitalisasi Foto Citra *Quickbird* dapat dilihat pada uraian Tabel 1 berikut ini.

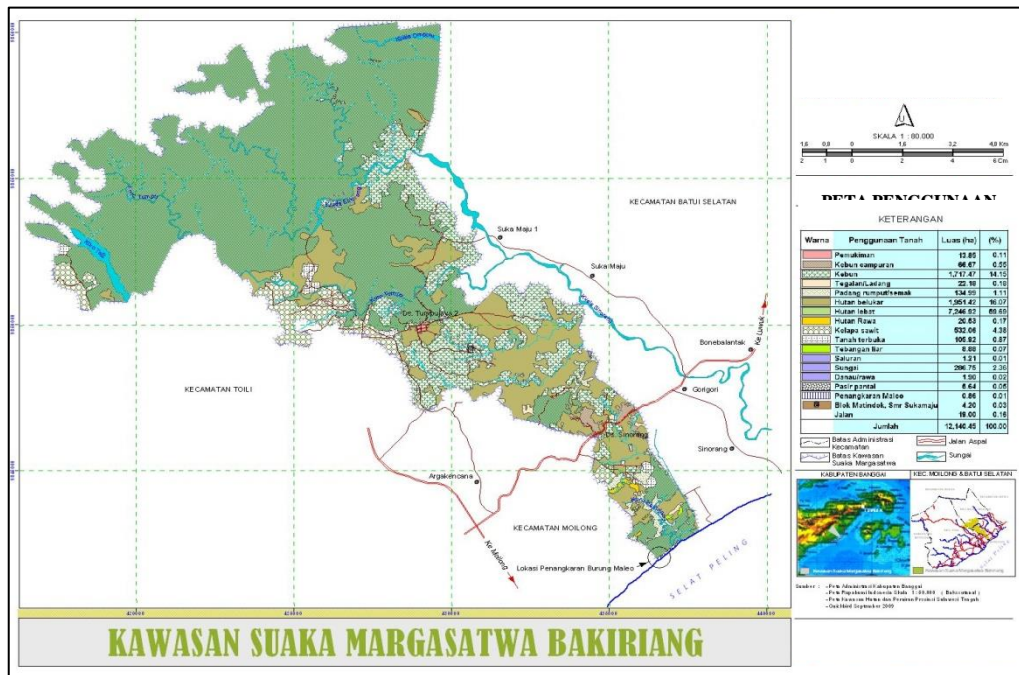
Tabel 1. Jenis dan Luas Penggunaan Lahan Di Dalam Kawasan Suaka Margasatwa Bakiriang Tahun 2012

| No. | Jenis Penggunaan Lahan | Luasan (Ha) | Prosentase (%) |
|---------------|---------------------------------|------------------|----------------|
| 1. | Permukiman | 13,85 | 0,11 |
| 2. | Kebun campuran | 66,67 | 0,55 |
| 3. | Kebun | 1.717,47 | 14,15 |
| 4. | Tegalan/Ladang | 22,18 | 0,18 |
| 5. | Padang rumput/semak | 134,99 | 1,11 |
| 6. | Hutan belukar | 1.951,42 | 16,07 |
| 7. | Hutan lebat | 7.246,92 | 59,69 |
| 8. | Hutan Rawa | 20,53 | 0,17 |
| 9. | Kelapa sawit | 532,06 | 4,38 |
| 10. | Tanah terbuka *) | 105,92 | 0,87 |
| 11. | Tebangan liar | 8,88 | 0,07 |
| 12. | Saluran | 1,21 | 0,01 |
| 13. | Sungai | 286,75 | 2,36 |
| 14. | Danau/rawa | 1,90 | 0,02 |
| 15. | Pasir pantai | 5,64 | 0,05 |
| 16. | Penangkaran Maleo | 0,86 | 0,01 |
| 17. | Jalan | 19,00 | 0,16 |
| 18. | Blok Matindok, Sumur Sukamaju-1 | 4,20 | 0,03 |
| Jumlah | | 12.140,45 | 100,00 |

Sumber : Hasil Analisis dan Digitalisasi Peta Citra Quickbird 2012

*)Persiapan Kebun Kelapa Sawit seluas 41,64 Ha.

Dari uraian tabel di atas terlihat bahwa kawasan ini masih didominasi oleh penggunaan lahan sebagai Hutan Lebat seluas 7.246,92 (59,69%) yaitu hutan yang memiliki pohon relatif besar dengan diameter batang pohon >50 Cm, serta diikuti oleh penggunaan lahan sebagai Hutan Belukar seluas 1.951,42 Ha (16,07%) yaitu hutan yang memiliki pohon relatif kecil dengan diameter batang pohon <50 Cm, Kebun Masyarakat seluas 1.717,47 (14,15%) dan Kelapa Sawit seluas 532,06 Ha (4,38%). Selain itu, penggunaan lahan sebagai Padang Rumput/Semak seluas 134,99 Ha (1,11%), Tanah Terbuka (termasuk persiapan kebun Kelapa Sawit) seluas 105,92 Ha (0,87%), dan untuk Kebun Campuran yang telah mencapai angka 66,67 Ha (0,55%) yang tersebar secara parsial di areal SM Bakiriang perlu mendapat perhatian serius dan penanganan sedini mungkin, mengingat lokasi perkebunan yang dilakukan dengan sistem “Kebun Tetap dan Kebun Berpindah” terletak di areal Hutan Belukar dan Hutan Lebat yang masih memiliki flora dan fauna endemik (lihat Gambar 5). Hal ini kalau tidak diantisipasi tentunya akan dapat merusak tatanan lingkungan dan karakteristik kawasan SM Bakiriang ke depan.



Gambar 5. Jenis dan Luas Penggunaan Lahan Di Dalam Kawasan Suaka Margasatwa Bakiriang Tahun 2012

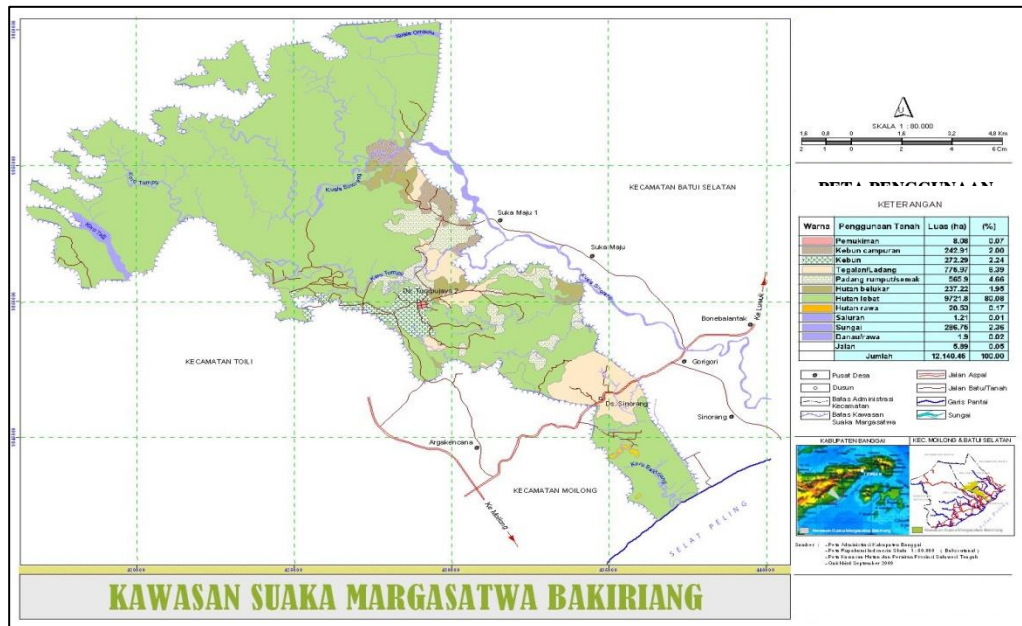
Selanjutnya dapat pula dikemukakan tentang luasan rencana penggunaan lahan untuk Kegiatan Eksplorasi Tambang Migas Blok Matindok pada Sumur Sukamaju-1 oleh Pertamina-EP yang tengarai berada tepat di dalam kawasan SM Bakiriang yang hingga saat ini masih menjadi polemik, baik di masyarakat setempat maupun di tingkat instansi dan Pemerintah Daerah Provinsi Sulawesi Tengah. Dari hasil diskusi dengan pihak Pertamina-EP yang selanjutnya dituangkan pada digitalisasi peta citra diperoleh bahwa luasan lahan untuk kegiatan Eksplorasi Tambang Migas yang masuk kawasan SM Bakiriang adalah seluas 4,20 Ha (0,03%).

4. Perubahan Penggunaan Lahan Kawasan

Besarnya angka perubahan atau penyimpangan jenis dan luas penggunaan lahan di Kawasan SM Bakiriang dilakukan melalui metode ALUCT dengan menggunakan peta penggunaan lahan tahun 1997 yang merupakan Peta Landsat yang dikeluarkan oleh Bakosurtanal Tahun 2001 (lihat Gambar 6) dan peta penggunaan lahan tahun 2012 yang merupakan peta hasil digitalisasi dari Foto Citra *Quickbird* Tahun 2012 (lihat Gambar 5) sebagaimana diuraikan pada Tabel 2.

Berdasarkan uraian Tabel 2, terlihat bahwa jenis penggunaan lahan di Kawasan SM Bakiriang pada tahun 1997 hanya dikategorikan menjadi 12 (enam) jenis, yaitu : Permukiman, Kebun Campuran, Kebun, Tegalan/Ladang, Padang Rumput/Semak, Hutan Belukar, Hutan Lebat, Hutan Rawa, Saluran Irigasi, Sungai, Danau/Rawan, dan Jalan. Sementara penggunaan lahan pada

tahun 2012 dapat ditambahkan 6 (enam) kategori lagi, yaitu : Kebun Kelapa Sawit, Tanah Terbuka, Tebangan Liar, Pasir Pantai, Penangkaran Maleo, dan Lokasi Sumur Sukamaju-1 Blok Matindok.



Gambar 6. Jenis dan Luas Penggunaan Lahan Di Dalam Kawasan Suaka Margasatwa Bakiriang Tahun 1997 (Sumber: Peneliti, 2012)

Masuknya keenam kategori ini didasari oleh hasil pemantauan langsung di lapangan dengan memanfaatkan bantuan foto citra yang didukung oleh alat bantu GPS dalam menentukan letak/posisi penggunaan lahan tersebut pada peta yang tersedia. Selain itu, juga dilakukan wawancara mendalam (*depth interview*) terhadap tokoh-tokoh masyarakat setempat, terutama untuk kategori penggunaan lahan sebagai kebun kelapa sawit, lokasi sumur Sukamaju-1 dan tempat penangkaran Maleo, yang selanjutnya dilakukan *cross check* atau konfirmasi dengan instansi-instansi terkait untuk mendapatkan informasi yang seimbang.

Penyimpangan luasan penggunaan lahan yang terjadi dapat dibedakan dalam 2 (dua) kategori, yaitu berkurangnya luas penggunaan lahan di satu sisi dan bertambahnya luas penggunaan lahan di sisi lainnya. Berkurangnya luas penggunaan lahan terjadi pada Kebun Campuran, Tegalan/Ladang, Padang Rumput/Semak, dan Hutan Lebat. Dari pengurangan luas penggunaan lahan tersebut terlihat bahwa Hutan Lebat merupakan penggunaan lahan yang luasnya berkurang sangat signifikan dari 9.721,80 Ha pada kondisi tahun 1997 menjadi 7.246,92 Ha pada tahun 2012 atau mengalami pengurangan luas sebesar 2.474,88 Ha (20,39%). Sementara bertambahnya luas penggunaan lahan terjadi di hampir sebagian besar jenis penggunaan lahan dan yang sangat signifikan terjadi untuk penggunaan lahan Hutan Belukar (14,12%), Kebun (11,90%), dan Kebun Kelapa Sawit (4,38%) yang selanjutnya diikuti oleh penambahan luas penggunaan lahan lainnya, seperti : tanah terbuka, jalan, tebangan liar, dan

permukiman (lihat Gambar 7).

Tabel 2. Penyimpangan Jenis dan Luas Penggunaan Lahan Di Dalam Kawasan SM Bakiriang Tahun 1997 - 2012

| No. | Jenis Penggunaan Lahan | Luas Tahun 1997 (Ha) | Luas Tahun 2012 (Ha) | Penyimpangan | |
|---------------|-------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------|--------------|
| | | | | Luas (Ha) | % |
| 1. | Permukiman | 8,08 | 13,85 | 5,77 | 0,05 |
| 2. | Kebun campuran | 242,91 | 66,67 | (176,24) | (1,45) |
| 3. | Kebun | 272,29 | 1.717,47 | 1.445,18 | 11,90 |
| 4. | Tegalan/Ladang | 775,97 | 22,18 | (753,79) | (6,21) |
| 5. | Padang rumput/semak | 565,90 | 134,99 | (430,91) | (3,55) |
| 6. | Hutan belukar | 237,22 | 1.951,42 | 1.714,20 | 14,12 |
| 7. | Hutan lebat | 9.721,80 | 7.246,92 | (2.474,88) | (20,39) |
| 8. | Hutan Rawa | 20,53 | 20,53 | - | - |
| 9. | Saluran | 1,21 | 1,21 | - | - |
| 10. | Sungai | 286,75 | 286,75 | - | - |
| 11. | Danau/rawa | 1,90 | 1,90 | - | - |
| 12. | Jalan | 5,89 | 19,00 | 13,11 | 0,11 |
| 13. | Kelapa sawit | - | 532,06 | 532,06 | 4,38 |
| 14. | Tanah terbuka | - | 105,92 | 105,92 | 0,87 |
| 15. | Tebangan liar | - | 8,88 | 8,88 | 0,07 |
| 16. | Pasir pantai | - | 5,64 | 5,64 | 0,05 |
| 17. | Penangkaran Maleo | - | 0,86 | 0,86 | 0,01 |
| 18. | Blok Matindok, Smr Sukamaju-1 | - | 4,20 | 4,20 | 0,03 |
| Jumlah | | 12.140,45 | 12.140,45 | 3.835,82 | 31,59 |

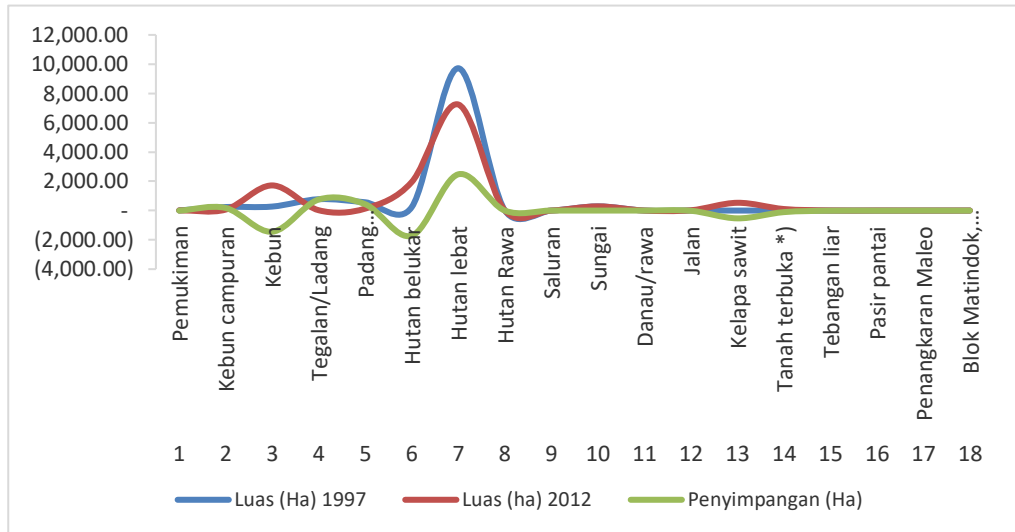
Sumber : Peta Landsat Tahun 1997 dan Hasil Analisis/Digitalisasi Foto Citra Quickbird 2012

Selain itu, fenomena yang juga cukup menarik perhatian dalam hasil temuan pemantauan ini adalah masuknya kawasan perkebunan Kelapa Sawit, Lokasi pengoboran Sumur Sukamaju-1 pada Blok Matindok, dan permukiman warga Dusun Sinorang dan Tumpu Jaya II berserta kebunnya di dalam kawasan SM Bakiriang yang luasannya terdeliniasi secara jelas sebagaimana terlihat pada Peta Penggunaan Lahan Tahun 2012. Kondisi ini tentunya akan sangat berpengaruh terhadap batas deliniasi dan fungsi kawasan SM Bakiriang itu sendiri, terutama terkait dengan jalur jelajah satwa Burung Maleo yang dijadikan siklus kehidupannya. Oleh karena itu, keberadaan kawasan konservasi ini kiranya perlu mendapat perhatian yang serius oleh segenap pihak terkait bila ingin tetap mempertahankan keberlanjutannya.

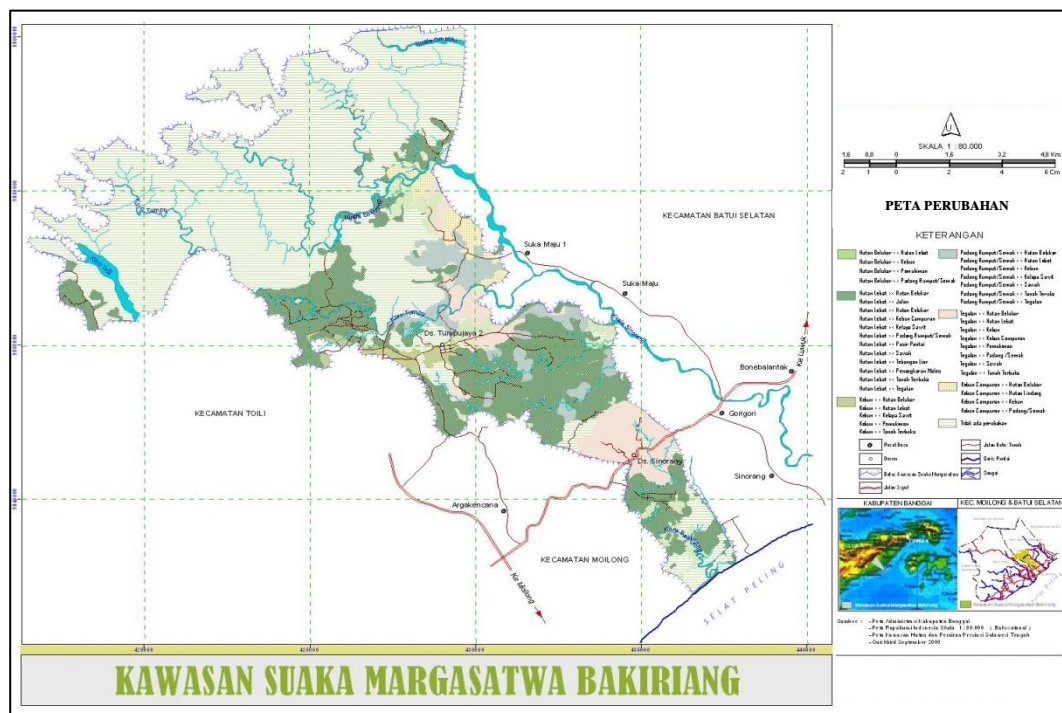
Berdasarkan hasil pemetaan dan tabulasi penggunaan lahan tahun 2012 di dalam Kawasan SM Bakiriang maka secara umum kondisi penggunaan lahan dapat dikategorikan menjadi 2 (dua) kelompok, yaitu Kelompok Suaka dan Kelompok Non-Suaka. Kelompok Suaka adalah kelompok penggunaan lahan yang terdiri atas : hutan belukar, hutan lebat, hutan rawa, padang rumput/semak, danau/rawa, sungai, pasir pantai, dan penangkaran Maleo, yang masih memiliki luas 9.649,01 Ha (79,48%). Sementara Kelompok Non-Suaka adalah kelompok

Ali Amar Akbar, Adam Malik, Sulbadana, Rudy Gosal; Analisis Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Keberlangsungan Fungsi Kawasan Hutan Suaka Margasatwa Bakiriang

penggunaan lahan yang terdiri atas : permukiman, kebun, kebun campuran, tegalan/ladang, kebun kelapa sawit, tanah terbuka, tebangan liar, saluran irigasi, jalan, dan sumur migas Sukamaju-1 (Blok Matindok) dengan luas 2.491,44 Ha (20,52%) (lihat Gambar 8 dan 9).

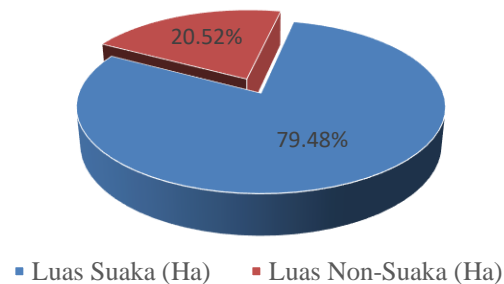


Gambar 7. Penyimpangan Jenis dan Luas Penggunaan Lahan di Kawasan SM Bakiriang



Gambar 8. Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 1997 ke Tahun 2012

Kolompok Hutan Suaka dan Non-Suaka



Gambar 9. Prosentase Luas Kelompok Hutan Suaka dan Non-Suaka di Kawasan SM Bakiriang

Beberapa fenomena sebagai indikasi permasalahan yang mengakibatkan terjadinya perubahan terhadap penggunaan lahan di Kawasan SM Bakiriang, antara lain : adanya perbedaan pandangan dan pengakuan atas tanah adat Bakiriang, terjadinya perambahan hutan, pencurian kayu dan rotan, penggembalaan liar, minimnya sarana dan tenaga pengamanan, pemukiman dalam kawasan, terjadinya tumpang tindih pemanfaatan lahan serta ketidakjelasan batas deliniasi kawasan. Hal ini pun disebabkan oleh beberapa hal, antara lain : kurangnya sosialisasi dan kejelasan tata batas kawasan, belum adanya koordinasi, lemahnya monitoring dan evaluasi, belum tersedianya data dan informasi yang valid, desakan sosial ekonomi masyarakat akibat pertumbuhan penduduk yang relatif tinggi, belum adanya kajian dan perencanaan lanjutan, serta belum optimalnya pemberdayaan masyarakat.

PEMBAHASAN

Meningkatnya laju pembangunan di dorong oleh semakin meningkatnya pertumbuhan penduduk akan berdampak pada semakin meningkatnya tingkat kebutuhan lahan sehingga terjadi konversi lahan. Kegiatan konversi ini menyebabkan pengrusakan habitat, fragmentasi, pergantian spesies yang sensitif terhadap spesies migrasi serta degradasi habitat aqutik dan forestrik. Jika hal ini terus berlangsung maka keanekaragaman hayati terancam punah. Kemerosotan keanekaragaman hayati adalah susutnya keanekaragaman hayati dalam luasan, kondisi atau produktivitas yang berkelanjutan dari ekosistem dan susutnya jumlah, distribusi atau pemanfaatan berkelanjutan dari populasi jenis dan kepunahannya. Pengelolaan lahan berpengaruh terhadap kebutuhan keanekaragaman hayati (14).

Lahan adalah suatu lingkungan fisik yang meliputi tanah, iklim, relief, hidrologi, dan vegetasi, dimana faktor-faktor tersebut mempengaruhi potensi penggunaannya. Termasuk di dalamnya adalah akibat-akibat kegiatan manusia, baik pada masa lalu maupun sekarang, seperti reklamasi daerah-daerah pantai, penebangan hutan, dan akibat-akibat yang merugikan seperti erosi dan akumulasi garam (5).

Definisi mengenai penggunaan lahan (*land use*) dan penutupan lahan (*land cover*) pada hakekatnya berbeda walaupun sama-sama menggambarkan keadaan

fisik permukaan bumi. Lillesand dan Kiefer mendefinisikan penggunaan lahan berhubungan dengan kegiatan manusia pada suatu bidang lahan, sedangkan penutupan lahan lebih merupakan perwujudan fisik *obyek-obyek* yang menutupi lahan tanpa mempersoalkan kegiatan manusia terhadap *obyek-obyek* tersebut (12). Sebagai contoh pada penggunaan lahan untuk permukiman yang terdiri atas permukiman, rerumputan, dan pepohonan.

Penggunaan lahan berkaitan dengan aktivitas manusia yang secara langsung berhubungan dengan lahan dimana terjadi penggunaan dan pemanfaatan lahan, sumberdaya yang ada serta menyebabkan dampak pada lahan sedangkan penutupan lahan berhubungan dengan vegetasi (alami atau ditanam) atau konstruksi oleh manusia yang menutupi permukaan tanah (15). Penggunaan Lahan adalah segala macam bentuk campur tangan manusia secara tetap maupun berkala terhadap sumber daya alam dan sumber daya buatan yang secara keseluruhan disebut "lahan" dengan maksud untuk memenuhi kebutuhan hidup baik berupa kebendaan atau kejiwaan atau keduanya (16).

Perubahan penggunaan lahan adalah perubahan penggunaan atau aktivitas terhadap suatu lahan yang berbeda dari aktivitas sebelumnya, baik untuk tujuan komersial maupun industri (17). Sementara menurut Muiz (18), perubahan penggunaan lahan diartikan sebagai suatu proses perubahan dari penggunaan lahan sebelumnya ke penggunaan lain yang dapat bersifat permanen maupun sementara dan merupakan konsekuensi logis dari adanya pertumbuhan dan transformasi perubahan struktur social ekonomi masyarakat yang sedang berkembang baik untuk tujuan komersial maupun industri.

Perubahan penggunaan lahan dan penutupan lahan pada umumnya dapat diamati dengan menggunakan data spasial dari peta penggunaan lahan dan penutupan lahan dari titik tahun yang berbeda. Data penginderaan jauh seperti citra satelit, radar, dan foto udara sangat berguna dalam pengamatan perubahan penggunaan lahan. Satelit penginderaan jarak jauh, bersamaan dengan sistem informasi geografis (SIG), telah banyak diterapkan dan diakui sebagai alat yang ampuh dan efektif dalam mendeteksi penggunaan lahan dan perubahan tutupan lahan (19); (20); (21); (22); (23); (24); (25); (26); dan (27).

Pemodelan perubahan penggunaan lahan merupakan salah satu cara untuk memahami dan menjelaskan dinamika perubahan penggunaan lahan. Analisis aspek biofisik dan sosial, dapat diintegrasikan dengan menggunakan perkembangan model. Perubahan penggunaan lahan sangat berkaitan dengan perubahan ekologi (28). Model penggunaan lahan dan proses perubahan tutupan lahan terbagi menjadi dua kelompok, yaitu: model berbasis transisi berbasis regresi dan berbasis spasial (29); (30), dan (31).

Beberapa kajian yang telah dilakukan menunjukkan perubahan penggunaan lahan-penutupan lahan merupakan hal penting penyebab hilangnya biodiversitas (32); (33); (34); (35); dan (36). Hilangnya habitat merupakan salah satu faktor penting penyebab terjadinya krisis global biodiversity (37). Perubahan penggunaan lahan-penutupan lahan dan hubungan hilangnya habitat merupakan sebuah konsekuensi dari proses alamiah dan kegiatan manusia. Beberapa studi mengindikasikan rata-rata tingginya perubahan penggunaan lahan-tutupan lahan

sejak tahun 1970an berhubungan dengan tingginya rata-rata pertumbuhan populasi manusia, intensifikasi penggunaan lahan dan hilangnya habitat alami (33).

Dampak perubahan penggunaan lahan sebagaimana yang dikemukakan oleh para peneliti di atas kini juga terjadi di Kawasan SM Bakiriang. Temuan hasil penelitian mengindikasikan bahwa kawasan ini telah mengalami penyimpangan dan degradasi yang cukup signifikan, baik yang terkait dengan faktor fisik lingkungan maupun faktor sosial ekonomi masyarakat. Selain itu, pemanfaatan kawasan juga menunjukkan adanya indikasi perubahan dan penyimpangan fungsi kawasan yang dinilai masyarakat tidak cocok lagi dengan kondisi sekarang, karena penggunaan lahan sudah relatif besar terjadi peralihan peruntukannya, serta semakin langkanya keberadaan flora dan fauna endemik sebagai potensi dan karakteristik suaka margasatwa untuk dimanfaatkan sesuai dengan fungsinya kawasan SM Bakiriang tersebut.

D. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan

Penggunaan lahan di Kawasan SM Bakiriang telah mengalami perubahan atau pergeseran yang cukup signifikan yakni 20,52% yang dikategorikan sebagai Kelompok Non-Suaka dan 79,48% yang masih dapat dikategorikan sebagai Kelompok Suaka, namun tersebar secara parsial di dalam kawasan.

Selain itu, kondisi flora endemik saat ini relatif tergolong rusak dan telah banyak mengalami perubahan dan pengurangan dari kondisi sebelumnya, terutama di lokasi-lokasi yang telah dijadikan lahan permukiman, perkebunan dan perambahan hutan. Sementara untuk jenis faunanya telah banyak mengalami kepunahan ataupun bermigrasi ke tempat lain, terutama jenis satwa Burung Maleo.

Rekomendasi

Olehnya, disarankan perlunya sosialisasi, partisipasi dan koordinasi terhadap semua pihak terkait (*stakeholders*) dalam hal mensinergikan kegiatan perencanaan, pemanfaatan dan pengendalian pemanfaatan ruang pada Kawasan SM Bakiriang, perlunya studi dan kajian mendasar terhadap keberadaan dan kelangsungan hidup flora dan fauna untuk merevitalisasi fungsi kawasan sebagai suaka margasatwa, serta melakukan penguatan dan pemberdayaan warga di sekitar kawasan dengan mempertimbangkan konsekuensi faktor keamanan, sosial ekonomi dan budaya, politis, hukum dan kebijakan lokal setempat, agar dapat berfungsi sesuai peran yang diembannya serta memberikan dampak (*multiplier effect*) bagi keberlangsungan hidup masyarakat disekitar kawasan maupun masyarakat dan pemerintah Sulawesi Tengah pada umumnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada semua pihak yang telah terlibat dalam pelaksanaan penelitian ini, terutama kepada masyarakat yang tinggal di sekitar Kawasan SM Bakiriang, Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) Provinsi Sulawesi Tengah dan Pemerintah Daerah Kabupaten Banggai yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama penelitian ini dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990. Konservasi Keanekaragaman Hayati dan Ekosistemnya. Indonesia; 1990.
- Amar Akbar Ali. Pemantauan Pemanfaatan Ruang Kawasan Suaka Margasatwa Bakiriang di Kabupaten Banggai. Palu; 2012.
- BKSDA. Potensi Sumber Daya Alam Kawasan Suaka Margasatwa Bakiriang. Palu; 2001.
- Munibah K, Sitorus SRP, Rustiadi E, Gandasasmita K, Hartrisari. Dampak perubahan penggunaan lahan terhadap erosi di DAS Cidanau , Banten. *J Tanah dan Iklim*. 2010;(32):55–69.
- Hardjowigeno S dan W. Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tataguna Tanah. Bogor: Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor; 2001.
- Muller MR, Middleton J. A Markov model of land-use change dynamics in the Niagara Region, Ontario, Canada. *Landsc Ecol*. 1994;9(2):151–7.
- Vanderveer LR DH. Differential land use change as the result of the construction of the Keystone Reservoir. In: *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science* 56. 1976. p. 153–8.
- Ye B, Bai Z. Simulating land use/cover changes of Nenjiang County based on CA-Markov model. In: *IFIP International Federation for Information Processing*. 2008. p. 321–9.
- Poska A, Sepp E, Veski S, Koppel K. Using quantitative pollen-based land-cover estimations and a spatial CA_Markov model to reconstruct the development of cultural landscape at Rõuge, South Estonia. In: *Vegetation History and Archaeobotany*. 2008. p. 527–41.
- Nielsen AA, Conradsen K, Simpson JJ. Multivariate alteration detection (MAD) and MAF postprocessing in multispectral, bitemporal image data: New approaches to change detection studies. *Remote Sens Environ*. 1998;64(1):1–19.
- Sutanto. *Penginderaan Jauh Jilid I*. 1986.
- Lillesand, T.M. dan RWK. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press; 1997.
- Dewi S and Ekadinata A. *Analysis of Land Use and Cover Trajectory (ALUCT)*. World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office. 2010;
- Surni; Baja, Sumbangan; Arsyad U. Dinamika perubahan penggunaan lahan, penutupan lahan terhadap hilangnya biodiversitas di DAS Tallo, Sulawesi Selatan. *Pros Semin Nas Masy BIODIVERSITAS Indones*. 2015;1(5):1050–5.
- Baja S. *Perencanaan Tata Guna Lahan dalam Perencanaan Pengembangan Wilayah*. Yogyakarta: Penerbit Andi; 2012.
- Vink APA. Development of Land Use in Advancing Agriculture. In: *Land Use in Advancing Agriculture [Internet]*. 1975. p. 327–69. Available from: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-66049-8_6
- Munibah, Khursatul, Asdar Iswati dan BT. *Pemetaan Partisipatif Batas Kepemilikan Lahan Timbul/Daratan Baru yang Diverifikasi Dengan Data Penginderaan Jauh Hiperspektral*. 2008.
- Muiz A. *Analisis perubahan penggunaan lahan di kabupaten sukabumi*. Institut

Pertanian Bogor; 2009.

- Ehlers, M., Jadcowski, M. A., Howard RR and, Brostuen DE. Application of SPOT data for regional growth analysis and local planning. *Photogramm Eng Remote Sens* 56. 1990;175–80.
- Meaille R, Wald L. Using geographical information system and satellite imagery within a numerical simulation of regional urban growth. *Int J Geogr Inf Syst.* 1990;4(4):445–56.
- Treitz P, Howarth P, Gong P. Application of satellite and GIS technologies for land-cover and land-se mapping at the rural-urban fringe: a case study. Vol. 58, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing.* 1992. p. 439–48.
- Westmore S, Stow DA. Category identification of changed land-use polygons in an integrated image processing/geographic information system. *Photogrammetric Eng Remote Sens.* 1992;(58):1593–9.
- Harris PM, Ventura SJ. The integration of geographic data with remotely sensed imagery to improve classification in an urban area [Internet]. Vol. 61, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing.* 1995. p. 993–8. Available from:<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0029532172&partnerID=tZOtx3y1>
- Yeh AG-O, Li X. Urban growth management in the Pearl river delta: An integrated remote sensing and GIS approach. *ITC J [Internet].* 1996;(1):77–85. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0030461876&partnerID=tZOtx3y1>
- Yeh AG, Li X. An integrated remote sensing and GIS approach in the monitoring and evaluation of rapid urban growth for sustainable development in the Pearl River Delta, China. *Int Plan Stud [Internet].* 1997;2(2):193–210. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13563479708721678>
- Yeh AG-O, Li X. Economic Development and Agricultural Land Loss in the Pearl River Delta, China. *Habitat Int [Internet].* 1999;23(3):373–90. Available from:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0197397599000132%5Cnhttp://www.sciencedirect.com/science/article/B6V9H-3WMK5JJ-5/2/f1baed1acbcd0c33e9a4f430104e4dfa%5Cnhttp://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0033198162&partnerID=tZOtx3y1>
- Weng Q. A remote sensing – GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhujiang Delta , China. *Int J Remote Sens.* 2001;22(10):1999–2014.
- Veldkamp a. Modelling land use change and environmental impact. *J Environ Manage [Internet].* 2004;72(1–2):1–3. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2004.04.004>
- Baker WL. A review of models of landscape change. *Landsc Ecol.* 1989;2(2):111–33.
- Lambin EF. Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions. *Prog Phys Geogr [Internet].* 1997;21(3):375–93. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/030913339702100303>
- Theobald DM, Hobbs NT. Forecasting Rural Land-use Change: A Comparison of Regression- and Spatial Transition-based Models. Vol. 2, *Geographical and*

- Environmental Modelling. 1998. p. 65–82.
- Scanlon BR, Reedy RC, Stonestrom DA, Prudic DE, Dennehy KF. Impact of land use and land cover change on groundwater recharge and quality in the southwestern US. *Glob Chang Biol*. 2005;11(10):1577–93.
- Falcucci A, Maiorano L, Boitani L. Changes in land-use/land-cover patterns in Italy and their implications for biodiversity conservation. *Landsc Ecol*. 2007;22(4):617–31.
- Milanova EV TN. Land-Use And Land-Cover Change Study In The Transboundary Zone Of Russia - Norway. In: *Man in the Landscape Across Frontiers - Igu-LUCC Central Europe Conference* [Internet]. 2007. Available from: www.cz/geografie/vzgr/monografie/man_in_the_landscape/12milanova.pdf
- Matsa M MK. An assessment of the land use and land cover changes in Shurugwi District, Midlands Province, Zimbabwe. *Ethiop J Environ Study Manag* [Internet]. 2011;4(2). Available from: <http://dx.doi.org/10.4314/ejesm.v4i2.10>
- Yadav PK, Kapoor M, Sarma K. Land Use Land Cover Mapping, Change Detection and Conflict Analysis of Nagzira-Navegaon Corridor, Central India Using Geospatial Technology. *Int J Remote Sens GIS* [Internet]. 2012;1(2):90–8. Available from: www.rpublishing.org
- Sala OE, Chapin FS, Iii, Armesto JJ, Berlow E, Bloomfield J, et al. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* (80-) [Internet]. 2000;287(5459):1770–4. Available from: <http://science.sciencemag.org/content/287/5459/1770>
<http://science.sciencemag.org/content/287/5459/1770.short>
<http://science.sciencemag.org/content/sci/287/5459/1770.full.pdf>
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10710299>.