

**EVALUASI TUTUPAN LAHAN PASCA PENETAPAN KAWASAN
TAMAN BURU MASIGIT KAREUMBI (TBMK) BERBASIS SISTEM
INFORMASI GEOGRAFIS**

*Evaluation of Land Cover After the Determination of Taman Buru Masigit
Kareumbi (TBMK) Based on Geographic Information System*

Fahriza Luth¹⁾, Rian Susila²⁾, Raizal Fahmi Solihat³⁾, Kilana Pasecha⁴⁾

^{1),2),3),4)} *Fakultas Kehutanan Universitas Winaya Mukti*

Jalan Raya Bandung Sumedang KM. 29 Tanjungsari Sumedang 45362;

rhiezone75@yahoo.com

Diterima 30 Agustus 2022/Disetujui 26 September 2022

ABSTRACT

Masigit Kareumbi Hunting Park (Taman Buru Masigit Kareumbi or TBMK) is a conservation forest that can be used to accommodate game tourism with 12.42070 ha area. In 1998, PT. Prima Multi Sarana (PMS) was given permission to conduct pine resin extraction in 2005 in TBMK area of PT. PMS; however they disobeyed the code of conduct by taking away the wood forest products (Hasil Hutan Kayu or HHK) causing forest damage that leading to the change of land cover in TBMK area. The object of research is to find out how much change of land cover in TBMK after the hunting park establishment, and the factors that affect the change. The method of research by spatial data with SIG system and Snowball Sampling technique in getting respondents' samples. The result showed that TBMK in Cimanggung Administrative Area had 468,66 ha land cover change in each closing type area from 1997 to 2017. The factors that cause the change of land cover in TBMK are the misuse of permission by PT. PMS, farmers activities in the area, unsettled area border, the lack of area guard and the socialization for the villagers, and the weakness of law enforcement.

Key words : *Evaluation, Forest, Kareumbi, Land cover.*

PENDAHULUAN

Taman Buru Gunung Masigit Kareumbi (TBMK) ditunjuk menjadi taman buru berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pertanian No. 29/Kpts/Um/5/1976 pada tanggal 15 Mei 1976, dan ditetapkan menjadi taman buru Berdasarkan Surat

Keputusan Menteri Kehutanan No. 298/Kpts/-II/98 pada tanggal 27 februari 1998. TBMK ini berada di tiga wilayah administratif yaitu Kabupaten Bandung, Kabupaten Sumedang, Kabupaten Garut dengan luas 12.420,70 ha.

Pada tahun 1998 PT. Prima Multijasa Sarana (PMS) diberikan ijin pengusahaan penyadapan getah pinus di kawasan TBMK seluas 7.560,72 ha dan Perum Perhutani seluas 4809,98. Kemudian pada tahun 2005 pengelolaan TBMK dipegang sepenuhnya oleh Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) Jawa Barat setelah dicabutnya ijin pengusahaan penyadapan getah pohon pinus PT. PMS karena melanggar ketentuan yang tertera dalam ijin pengusahaan tersebut, yaitu dengan melakukan pemungutan Hasil Hutan Kayu (HHK) sehingga terjadi perubahan usaha yang dilakukan oleh PT PMS (Utami, 2017).

Dampak dari permasalahan adanya perubahan pengelolaan kawasan yang tidak sesuai dengan ijin pengusahaan yaitu terhadap kondisi tutupan lahan di kawasan TBMK. Keadaan tersebut berpengaruh juga terhadap fungsi kawasan dimana sebagian kawasan hutan TBMK merupakan hulu Sub DAS Citarik sebagai wilayah prioritas penanganan dalam pengelolaan DAS Citarum. Karena itu kawasan hutan TBMK merupakan kawasan hutan yang memiliki fungsi penting bagi kelestarian ekosistem baik ekosistem hutan maupun ekosistem sungai.

Mengingat pentingnya menjaga dan mempertahankan kualitas kawasan hutan TBMK agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya, maka harus dilakukan evaluasi lahan dengan tujuan untuk mengetahui berapa besar perubahan tutupan lahan pasca penetapan kawasan guna melakukan upaya peningkatan kualitas kawasan. Menurut Sunderlin (2012) perubahan tutupan lahan dapat dihitung berdasarkan perbandingan gambar satelit (citra digital) atas liputan lahan pada dua atau lebih liputan tahun yang berbeda, serta dengan melakukan penciptaan gambar (tekstur, warna, dan ketajaman) yang sama. Sedangkan Jensen (2007) menyatakan bahwa teknologi penginderaan jauh menyediakan data tutupan lahan yang up-to-date, berkualitas, efisien dan relatif murah dan dengan cakupan wilayah luas untuk upaya inventarisasi dan monitoring perubahan tutupan lahan secara efektif. *Food and Agriculture Organization* (FAO) telah mengadopsi teknologi penginderaan jauh dalam melakukan *Forest Resources Assessment* sejak tahun 1990an (FAO, 2007). Hal ini ditegaskan oleh Lu *et al.* (2004) yang menyatakan bahwa monitoring perubahan tutupan lahan merupakan salah satu aplikasi utama teknologi deteksi perubahan (*change detection*) penginderaan jauh.

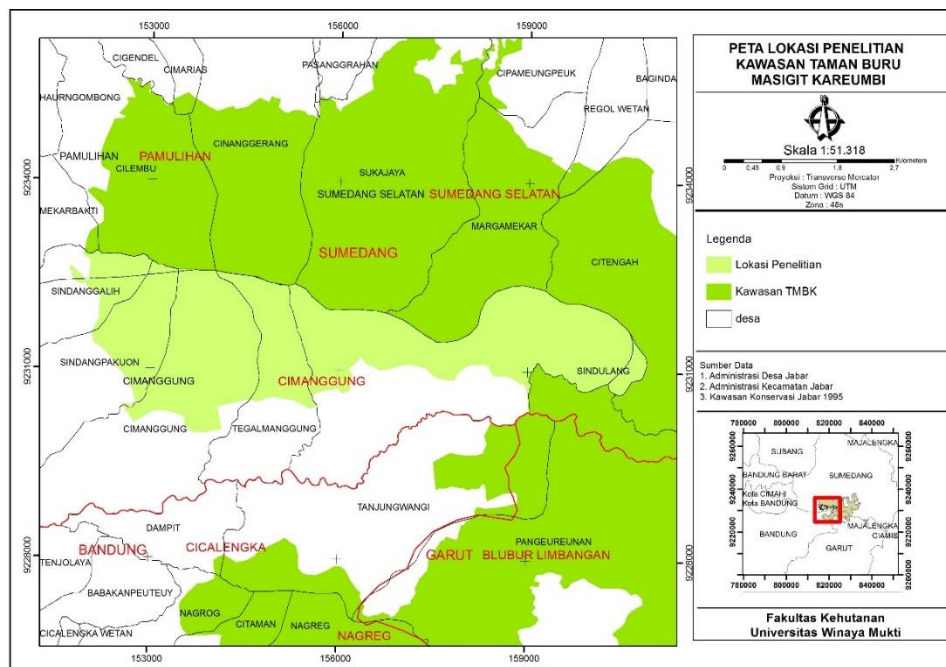
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar perubahan tutupan lahan di TBMK pasca penetapan kawasan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai bahan informasi bagi pemangku kepentingan mengenai kondisi tutupan lahan kawasan TBMK di wilayah administratif Kecamatan Cimanggung Kabupaten Sumedang pasca penetapan kawasan, sehingga dapat membantu

menentukan arah kebijakan berikutnya dalam upaya melestarikan keberadaan hutan tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan TBMK yang berada di wilayah administratif Kecamatan Cimanggung Kabupaten Sumedang (Gambar 1) selama 2 bulan, yaitu bulan November-Desember 2017.

Alat yang digunakan yaitu alat tulis, teropong binokuler, kamera, kompas, peta kawasan, *Global Positioning System* (GPS), alat rekam, *Software Arc.GIS 10.3*, *Software Microsoft office* dan Peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1:5.000. Wijaya (2015) menggunakan data citra dan GIS untuk mendeteksi perubahan penggunaan lahan di wilayah Metropolitan Bandung. Objek dalam penelitian ini adalah kawasan hutan Taman Buru Masigit Kareumbi yang berada di wilayah administratif Kecamatan Cimanggung Kabupaten Sumedang.



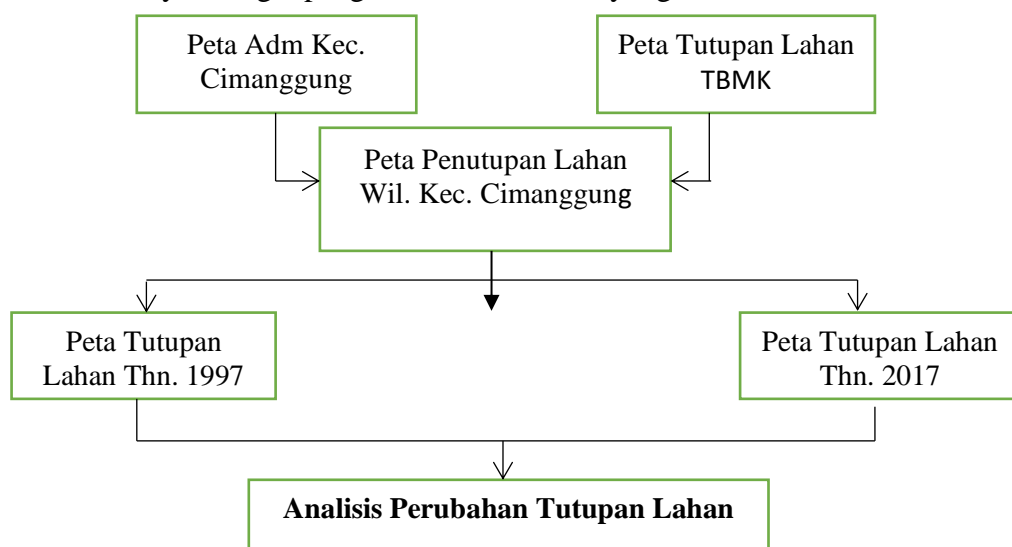
Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Penelitian dilakukan menggunakan metode survey lapangan dan pengolahan data spasial. Survey lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi kawasan yang sebenarnya dan untuk memperoleh koordinat-koordinat lokasi yang akan dianalisa. Pada penelitian ini teknik yang digunakan adalah teknik penginderaan jauh dengan menggunakan citra landsat 8 OLI tahun liputan tahun 1997 dan tahun 2017. Septiani *et. al.* (2019) menyatakan bahwa citra Landsat 8 OLI memiliki keunggulan, seperti

cakupan perekaman wilayah permukaan bumi yang lebih luas, resolusi spasial, temporal dan radiometrik yang baik, perbedaan warnapada setiap keadaan muka bumi, dan memiliki perbedaan panjang gelombang untuk identifikasi permukaan bumi.

Data spasial dalam Sistem Informasi Geografis dipermentasikan dalam dua format yaitu vektor dan raster. Data spasial format vektor pada penelitian ini berupa peta hasil rekontruksi batas kawasan di TBMK Kecamatan Cimanggung, Kabupaten Sumedang yang selanjutnya dikonversi menjadi peta digital melalui proses *screen digitizing* dengan menggunakan seperangkat laptop dengan software Arc.GIS 10,3. Pattilouw *et al.* (2019) menyatakan bahwa hasil analisis digital pada citra tahun 1990, 2000, 2006, 2011 dan 2015 merupakan data dalam bentuk raster yang kemudian diubah dalam bentuk vektor dan dilakukan overlay untuk menilai perubahan penutup lahan melalui analisis spasial pada SIG.

Peta hasil digitasi kemudian digunakan sebagai acuan wilayah penelitian serta acuan untuk koreksi geometrik pada saat pengolahan citra landast. Data spasial lainnya adalah peta digital RBI, data GPS berupa titik GCP (*Ground control Point*) dan titik ikat di lapangan, data ini merupakan data yang menyatakan posisi objek dipermukaan bumi dalam bentuk titik yang diketahui koordinatnya. Pemeriksaan lapangan ini dilakukan untuk mencocokkan hasil interpretasi citra yang telah dilakukan dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Pada saat pemeriksaan lapangan ini setiap kelas yang didapatkan melalui proses klasifikasi dari interpretasi citra disesuaikan langsung dengan objek yang ada dilapangan. Objek di lapangan diambil fotonya sebagai penguat dari klasifikasi yang telah dibuat.



Gambar 2. Alur proses pembuatan peta analisis perubahan tutupan lahan

Pengolahan data spasial dilakukan melalui tahapan sebagai berikut :

1. Perubahan Format

Citra satelit landsat 8 (OLI) yang telah di unduh memiliki format data dalam bentuk GeoTiff/ .TIFF, sehingga perlu dilakukan perubahan format ke dalam bentuk *Image/ .img*.

2. Perbaikan Citra (*Image Restoration*)

Perbaikan Citra dilakukan terhadap data citra satelit, yang dimaksudkan untuk menghilangkan kesalahan-kesalahan radiometrik dan geometrik yang terdapat pada data citra satelit tersebut. Hal pertama yang perlu dilakukan dalam koreksi geometrik adalah penentuan tipe proyeksi dan sistem koordinat yang digunakan untuk mempermudah dalam proses pengintegrasian data-data selama penelitian. Perbaikan distorsi geometrik dapat dilakukan dengan mengambil titik-titik ikat lapangan yang bersifat permanen.

3. Pemotongan Citra (*Subset Image*)

Pemotongan citra dilakukan dengan memotong wilayah yang menjadi obyek penelitian, dimana Peta Hasil Rekonstruksi Batas Kawasan Hutan TBMK yang berada di wilayah Administratif Kec, Cimanggung hasil digitasi (peta digital) dapat disajikan acuan pemotongan citra.

4. Klasifikasi Citra (*Image Classification*)

Persiapan yang harus dilakukan sebelum melakukan pengklasifikasian adalah menetapkan kelas-kelas spektral yang terliput oleh citra satelit, Pembagian kelas klasifikasi dibatasi menurut kebutuhan pengklasifikasian. Teknik pengklasifikasian penutupan lahan yang digunakan adalah dengan cara interpretasi visual meliputi tahapan sebagai berikut :

- a. Pengenalan pola-pola spektral yang ditampilkan oleh citra yang telah terkoreksi melalui *Georeferencing*.
- b. Pemilihan daerah (*area of interest*) yang di identifikasikan sebagai satu tipe penutupan lahan berdasarkan pola-pola *spektral* yang ditampilkan oleh citra landsat.
- c. Proses *interpretasi* citra secara visual berdasarkan pola-pola *spektral* yang telah ditetapkan pada saat proses pemilihan daerah.
- d. Pengecekan lapangan pada daerah terpilih yang mewakili seluruh kelas penutupan lahan yang telah ditentukan.

Uji ketelitian interpretasi dilakukan melalui tiga tahap, yaitu :

1. Melakukan pengecekan lapangan yang telah dipilih dari setiap bentuk penutupan lahan.
2. Membuat tabel hasil pengecekan lapangan pada setiap bentuk penutupan lahan yang telah dipilih dan membandingkan dengan hasil interpretasi.
3. Menilai kecocokan hasil interpretasi setiap citra dengan peta referensi atau citra landsat pada daerah yang sama dengan waktu yang sama.

Analisis data tutupan lahan dilakukan secara deskriptif berdasarkan perbandingan tutupan lahan kawasan TBMK yang berada di wilayah administrasi Cimanggung Kabupaten Sumedang pada tahun 1997 dan tahun 2017.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Klasifikasi Penutupan Lahan Pada Lokasi Penelitian

Menurut Jaya (2010) klasifikasi penutupan lahan merupakan upaya pengelompokan berbagai jenis penutup lahan ke dalam suatu kesamaan sesuai dengan sistem tertentu. Klasifikasi penutup lahan digunakan sebagai pedoman atau acuan dalam proses interpretasi citra penginderaan jauh untuk tujuan penutup lahan. Banyak sistem klasifikasi penutupan lahan yang telah dikembangkan, yang dilatarbelakangi oleh kepentingan tertentu

Menurut Adnyana (2011), penelitian mengelompokkan penggunaan lahan menjadi tujuh kategori, masing-masing adalah hutan, semak/belukar, kebun campuran, pemukiman, sawah, tegalan, dan lahan terbuka, sedangkan secara umum pada lokasi penelitian diklasifikasikan ke dalam enam tipe tutupan lahan yaitu : 1 hutan, (2) kebun (3) Tanah ladang/tegalan (4) sawah tadah hujan (5) pemukiman (6) Belukar/semak. Penafsiran citra dilakukan secara visual pada layar komputer (*on screen digitizing*) dengan skala digitasi minimal yang digunakan adalah 1:5.000. Hasil akhir penafsiran tutupan lahan diuji keakuratannya dengan melakukan pengecekan lapangan. Klasifikasi lahan di lokasi penelitian baik pada tahun 1997 maupun 2017 terdiri dari 6 tipe tutupan lahan, yaitu hutan, kebun, tanah ladang/tegalan, sawah tadah hujan, pemukiman, belukar/semak.

Pemeriksaan Lapangan (*Ground Check*)

Data *ground check* lapangan merupakan data primer fisik lapangan dengan cara pengambilan titik-titik GCP (*Ground Control Point*) langsung dilapangan. Pengambilan titik-titik ini GCP dilakukan dengan memakai GPS (*Global Positioning System*), yang berguna sebagai titik koreksi dari hasil analisis interpretasi citra satelit dan peta topografi yang dibuat. Pengambilan titik GCP untuk koreksi diambil yang telah ditentukan yang mewakili setiap kelas tutupan lahan.

Titik GCP berguna sebagai patokan koreksi untuk hasil interpretasi penutupan lahan dari citra satelit. Bila terdapat ketidaksesuaian antara peta dan hasil interpretasi citra satelit dengan hasil data lapangan, maka perlu ada koreksi dengan berpatokan pada hasil pengukuran lapangan (titik-titik GCP). Jika terdapat ketidaksesuaian antara hasil interpretasi citra satelit tentang tutupan lahan dengan keadaan sebenarnya di lapangan maka perlu dilakukan koreksi dengan mendigitasi

ulang kelas penutupan lahan. Data GCP hasil Ground Check di lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada tipe tutupan hutan dominasi vegetasi terdiri dari tingkat pohon. Tipe tutupan kebun dan ladang terdiri dari tanaman pertanian masyarakat sekitar. Sawah tadah hujan terdiri dari padi, sedangkan belukar/semak lahan yang masih belum dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar dan pemukiman merupakan pemukiman masyarakat sekitar.

Tabel 1. Data *Ground Control Point* lokasi penelitian

No	Tipe Tutupan Lahan	X	Y
1	Hutan	9231154S	816803E
2	Kebun	9230832S	815204E
3	Tanah Ladang/Tegalan	9230585S	819346E
4	Sawah Tadah Hujan	9230051S	816524E
5	Pemukiman	9232162S	815065E
6	Belukar/Semak	9230237S	817205E

Tutupan Lahan Tahun 1997

Penutupan lahan lokasi penelitian tahun 1997 diperoleh dari hasil interpretasi citra landsat 8 OLI dengan waktu liputan tahun 1997. Data tutupan lahan pada tahun 1997 terdiri dari hutan, kebun, tegalan, sawah, pemukiman, dan semak belukar dengan presentase hutan merupakan yang paling luas mencapai 58,4% (Tabel 2) dan Gambar 3a.

Tabel 2. Kondisi tutupan lahan kawasan TBMK tahun 1997.

No	Keterangan	Tahun 1997	
		Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Hutan	746,9	58,4
3	Kebun	372,50	29,1
2	Tanah Ladang/Tegalan	24,11	1,8
5	Sawah Tadah Hujan	21,15	1,6
5	Pemukiman	0,95	0,07
6	Belukar/Semak	112,73	8,8
	Jumlah	1.278,34	100

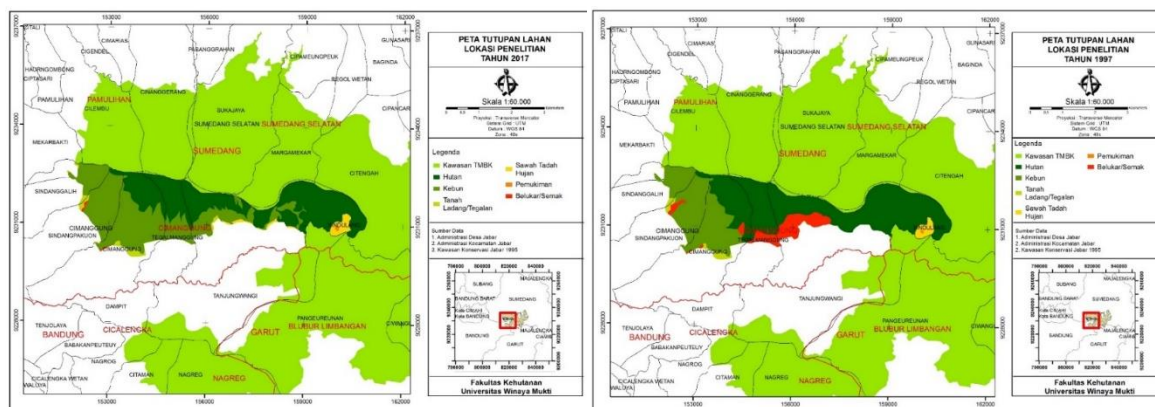
Tutupan Lahan Tahun 2017

Tutupan lahan tahun 2017 pada lokasi penelitian diperoleh dari hasil interpretasi citra landsat 8 OLI dengan waktu liputan tahun 2017 (Tabel 3 dan Gambar 3b). Pada Tabel 3 dapat terlihat bahwa hasil interpretasi pada citra landsat

tahun 2017 kawasan hutan TBMK menginformasikan bahwa tipe tutupan lahan yang memiliki areal paling luas adalah tipe hutan dengan luas 621,85 Ha atau sebesar 48,6% dari luas areal lokasi penelitian. Sedangkan tutupan lahan kebun memiliki luas urutan kedua setelah hutan, yaitu seluas 589,18 Ha atau 46,1% dari areal lokasi penelitian. Adapun semak belukar merupakan kawasan bekas hutan lahan kering yang telah tumbuh kembali atau kawasan dengan dominasi vegetasi rendah (alami).

Tabel 3. Kondisi tutupan lahan kawasan TBK tahun 2017.

No	Keterangan	Tahun 2017	
		Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Hutan	621,85	48,6
2	Kebun	589,18	46,0
3	Tanah Ladang/Tegalan	28,97	2,2
4	Sawah Tadah Hujan	33,54	2,6
5	Pemukiman	1,35	0,1
6	Belukar/Semak	3,45	0,2
Jumlah		1.278,34	100



Gambar 3. a) Peta tutupan lahan TBMK tahun 1997; b) Peta tutupan lahan TBMK tahun 2017

Perubahan Tutupan Lahan

Perubahan tutupan lahan dalam monitoring lingkungan merupakan salah satu hal yang terpenting dan menjadi perhatian utama yang harus dilakukan sebagai bentuk dalam memahami mekanisme perubahan dan modeling dampak perubahan bagi lingkungan dan ekosistemnya pada skala yang berbeda (William *et al.*, 1994). Hasil klasifikasi citra landsat tahun 1997 dan 2017 di kawasan TBMK wilayah administratif Kecamatan Cimanggung mengalami perubahan tutupan lahan pada setiap tipe tutupan lahannya (Tabel 4). Pasca penetapan kawasan TBMK dari tahun

1997 sampai dengan 2017 telah terjadi peningkatan dan penurunan luas areal tutupan lahan di dalamnya. Perubahan penutupan lahan pada tahun 1997 sampai dengan 2017 dapat dianalisis secara visual dengan melihat peta perbandingan dari kedua tahun tersebut.

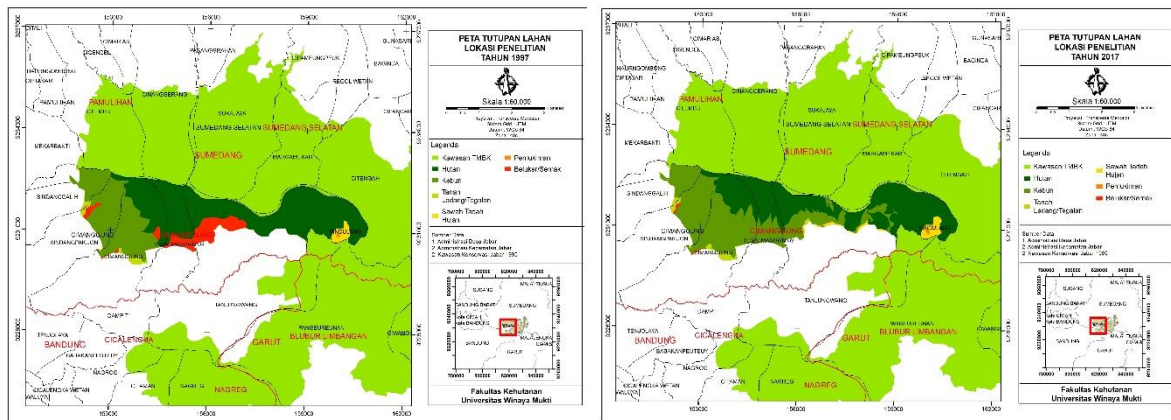
Tabel 4. Perubahan tutupan lahan antara tahun 1997 sampai 2017.

No	Tipe Tutupan Lahan	Tahun		Perubahan (Ha)	% perubahan tiap tipe tutupan	Perubahan Tutupan Lahan
		1997 (Ha)	2017 (Ha)			
1	Hutan	746,90	621,85	125,05	16,74	Kebun & belukar/se mak, tanah ladang/teg alan
2	Kebun	372,50	589,18	216,68	58,17	-
3	Tanah Ladang/Tegalan	24,11	28,97	4,86	20,15	-
4	Sawah Tadah Hujan	21,15	33,54	12,39	58,58	-
5	Pemukiman	0,95	1,35	0,4	42,10	-
6	Belukar/Semak	112,73	3,45	109,28	96,93	Kebun
	Jumlah	1.278,34	1.278,34	468,66	36,66	

Tabel 4 menjelaskan bahwa terdapat perubahan yang paling besar yaitu belukar/semak sebanyak 96,93 dan paling kecil perubahannya terjadi pada tanah ladang/tegalan sebesar 20,15%. Hal ini menyebabkan tipe tutupan hutan berkurang. Berkurangnya tipe tutupan hutan ini disebabkan meningkatnya tipe tutupan kebun, belukar/semak dan tanah ladang/tegalan. Kondisi ini menggambarkan bahwa perubahan tutupan lahan kawasan hutan TMBK disebabkan aktifitas masyarakat, diantaranya melakukan kegiatan berkebun di dalam kawasan hutan TMBK. Kondisi ini dapat diartikan juga telah terjadi degradasi hutan yang dikonversi menjadi lahan pertanian, sehingga tutupan vegetasi hutan perlu ditingkatkan. Peta perbandingan tutupan lahan antara tahun 1997 dan tahun 2017 dapat dilihat pada Gambar 4.

Perubahan tutupan lahan yang terjadi pada kawasan TMBK Wilayah Administratif Kecamatan Cimanggung dari tahun 1997 sampai dengan tahun 2017 adalah sebesar 468,66 hektar. Kondisi ini dikhawatirkan dapat mengganggu dan merusak ekosistem kawasan TMBK. Perubahan tutupan lahan yang tidak terkendali dan tanpa tindakan konservasi tanah dan air akan menyebabkan terjadinya erosi. Erosi yang terjadi dapat menyebabkan degradasi lahan, yang akhirnya menyebabkan menurunnya produktivitas lahan (Adnyana, 2011). Komul (2021) menambahkan bahwa perubahan tutupan lahan yang disebabkan alih fungsi lahan

untuk berbagai kepentingan akan menjadi ancaman serius bagi keberlangsungan kehidupan manusia maupun ekosistem jika kebijakan tersebut diterapkan pada kawasan hutan lindung. Bila kondisi tersebut dibiarkan dan berkembang terus tanpa adanya upaya rehabilitasi lahan dan konservasi tanah maka dikawatirkan akan sangat berpotensi dalam meningkatkan percepatan laju erosi.



Gambar 4. Peta perubahan tutupan lahan antara tahun 1997 sampai tahun 2017

Kegiatan manusia yang paling berpengaruh terhadap erosi adalah cara-cara manusia dalam memanfaatkan sumberdaya lahan. Setiap tipe tutupan lahan akan mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap besarnya erosi yang terjadi, tipe lahan hutan di kawasan TBMK didominasi oleh tipe tutupan lahan jenis kebun. Kondisi tutupan lahan yang masih seperti ini akan berdampak negatif terhadap lingkungan.

Kondisi pemanfaatan lahan TBMK pasca penetapan Kawasan ini sebagai Taman Buru diperkirakan selain adanya kegiatan masyarakat yang tidak terkontrol juga hal ini dapat diartikan bahwa lemahnya kebijakan dan aturan pada pengelolaan Kawasan tersebut. Selain itu masih belum maksimalnya sosialisasi kepada masyarakat mengenai aturan dan kebijakan mengenai status Kawasan dan Batasan pemanfaatannya.

Pengelolaan kawasan TBMK seharusnya menjadi perhatian banyak pihak dikarenakan fungsinya sebagai penyangga kehidupan manusia dan juga tempat pelestarian keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya. Namun masih ada permasalahan dalam pengelolaan kawasan yang sebenarnya sudah ada banyak pihak yang memiliki peran dalam pengelolaan kawasan tersebut. Hal ini harus segera ditindak dengan penguatan aturan dan kebijakan yang ada serta sosialisasi mengenai kebijakan dan Batasan pemanfaatan Kawasan kepada masyarakat sekitar dan para pihak yang terlibat.

KESIMPULAN

Hasil interpretasi citra tutupan lahan tahun 1997 dan 2017 Untuk kawasan hutan telah terjadi penurunan luasan dari tahun 1997 seluas 746,9 Ha (58,4 % dari total luas lokasi penelitian) menjadi tinggal 621,85 Ha (48,6%) pada tahun 2017. Laju pengurangan kawasan hutan dari tahun 1997 sampai tahun 2017 sebesar 125,05 Ha, dimana jenis tutupan lahan tipe hutan berubah menjadi kebun, belukar/semak dan ladang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana. (2011). Peningkatan kualitas tanah dalam mewujudkan produktivitas lahan pertanian secara berkelanjutan. *Bumi Lestari Journal Off Environment*. Universitas Udayana. Bali.
- FAO. (2007). Global Forest Resources Assessment 2010. Working Papers 141. Rome.
- Jaya, I.N.S. (2010). Analisis Citra Digital : Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam. IPB Press. Bogor. 195 hal.
- Jensen, J. R. (2007). Remote Sensing of the Environment Second Edition Pearson Prentice Hall.
- Komul, Yulianus Dominggus. Merlin Renny Sitanala. 2021. Perubahan Luas Tutupan Lahan Pada Areal Hutan Lindung Gunung Sirimau Kota Ambon. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 5(1), 68-77.
- Lu, D., P. Mausel, E. Brondizio, E. Moran. (2004). Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 25(12), 2365 – 2407.
- Pattilouw I. R, Mardiatmoho. G, Puturuhu F. (2019). Analisis Perubahan Tutupan Lahan Hutan Di Iuphkh-Ha Pt. Gema Hutan Lestari Kabupaten Buru Provinsi Maluku. *Jurnal Hutan Pulau-pulau Kecil*, 3(2), 127 – 135.
- Septiani, R., Citra, I. P. A., & Nugraha, A.S. (2019). Perbandingan Metode Supervised Classification dan Unsupervised Classification terhadap Penutup Lahan di Kabupaten Buleleng. *Jurnal Geografi*, 16(2), 90–96.
- Sunderlin WD dan Ida Aju PR. (2012). Laju dan Penyebab Deforestasi diIndonesia; Penelaahan Kerancuan dan Penyelesaiannya. Bogor (ID): CIFOR.
- Utami, Sawitri Budi, and Ramadhan Pancasilawan. Kolaborasi dalam Pengelolaan Kawasan Konservasi Taman Buru Gunung Masigit Kareumbi Provinsi Jawa Barat. (2017). *Jurnal Manajemen Pelayanan Publik* 1(1).
- Wijaya, N., 2015. Geoplanning. *Journal of Geomatics and Planning*, 2(2), 82-92.