

# ANALISIS SPASIAL PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DALAM KAITANNYA DENGAN PENATAAN ZONASI KAWASAN TAMAN NASIONAL GUNUNG HALIMUN-SALAK

*(Spatial Analysis of Landuse Change in Relation to Zoning Plan  
at Gunung Halimun-Salak National Park)*

**Muhamad Ilyas<sup>1</sup>, Khursatul Munibah<sup>2</sup>, dan Omo Rusdiana<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Ilmu Perencanaan Wilayah Sekolah Pascasarjana IPB

<sup>2</sup>Departemen ITSL Fakultas Pertanian IPB

<sup>3</sup>Departemen Silvikultur Fakultas Kehutanan IPB

Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

E-mail :ilyas.tnds@gmail.com

Diterima (received): 18 Desember 2013; Direvisi (revised): 20 Januari 2014; Disetujui untuk dipublikasikan (accepted): 3 Maret 2014

## ABSTRAK

Taman Nasional Gunung Halimun-Salak (TNGHS) merupakan salah satu taman nasional yang memiliki ekosistem hutan hujan tropis terluas di Pulau Jawa. Berbagai kegiatan pemanfaatan lahan oleh masyarakat di dalam wilayah kelola TNGHS yang tidak sesuai dengan rencana zonasi TNGHS akan menyebabkan terganggunya ekosistem hutan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis perubahan penggunaan lahan periode 2000-2010 dan faktor yang mempengaruhi perubahannya, serta untuk memprediksi penggunaan lahan tahun 2026 menggunakan model spasial perubahan penggunaan lahan dan merumuskan arahan penggunaan lahan di kawasan TNGHS. Simulasi perubahan penggunaan lahan berdasarkan pada faktor yang mempengaruhinya dilakukan dengan menggunakan model Conversion of Land Use and its Effects at Small Regional Extent (CLUE-S). Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama periode 2000-2010, penggunaan lahan yang mengalami penurunan luas adalah hutan sebesar 5,55%. Penggunaan lahan yang mengalami peningkatan luas adalah ladang 2,21%, sawah 1,46%, semak 0,63%, lahan terbangun 0,34%, kebun campuran 0,60%, dan kebun teh 0,32%. Faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan dari hutan menjadi non-hutan adalah kepadatan penduduk. Model CLUE-S yang disimulasikan memiliki ketelitian sebesar 88,53%. Arahan penggunaan lahan di kawasan TNGHS dalam penelitian ini adalah kebijakan restorasi hutan pada zona rehabilitasi, zona rimba, dan zona inti yang dapat mengurangi ketidaksesuaian penggunaan lahan dengan zonasi pada tahun 2026 menjadi 9,23%.

**Kata Kunci:** perubahan penggunaan lahan, model spasial, CLUE-S, Sistem Informasi Geografis, Taman Nasional Gunung Halimun-Salak

## ABSTRACT

Gunung Halimun-Salak National Park (GHSNP) is the largest tropical rain forest ecosystem in Java. A variety of landuse activities by communities that does not comply with the zoning plan of GHSNP will cause degradation of the forest ecosystem. This study aims to analyze landuse changes during the period of 2000-2010 and the driving factors of the landuse changes, and to predict the use of land in 2026 using spatial models of landuse change to formulate directives refinement for the landuse planning of GHSNP. Simulation of the landuse change based on its driving factors was carried out using the Conversion of Landuse and its Effects at Small Regional Extent (CLUE-S) model. The results show that there were changes in the landuse during the 2000-2010 periods. The most extensive landuse decline was forest that decreased by 5.5%. On the other hand, the landuse that extensively increased was cultivated land that increased by 2.21%, consisted of rice field that increased by 1.46%, bush that increased by 0.63%, mixed vegetation that increased by 0.60% and tea plantation that increased by 0.32%. The driving factor of the landuse changes from forest to non-forest was density population. CLUE-S prediction produced an accuracy of 88.53%. The policy of the directive landuse of the TNGHS region selected based on this study was the forest restoration on rehabilitation zones, forest zone, and core zone that could reduce the un-suitability landuse plan in the year 2026 by 9.23%.

**Keywords:** landuse change, spatial model, CLUE-S, Geographical Information System, Gunung Halimun-Salak National Park.

## PENDAHULUAN

Taman Nasional Gunung Halimun-Salak memiliki luas 113.357 ha berdasarkan Surat Penunjukan Menteri Kehutanan No.175/Kpts-II/2003. Saat ini TNGHS merupakan taman nasional yang memiliki ekosistem hutan hujan tropis terluas di pulau Jawa (BTNGHS, 2006). Ekosistem TNGHS berperan penting sebagai pengatur tata air dan iklim mikro, konservasi hidupan liar, tempat penelitian, pendidikan lingkungan, kegiatan ekowisata, dan pelestarian budaya setempat.

Berbagai bentuk pemanfaatan sumber daya alam di kawasan TNGHS umumnya telah berlangsung sejak sebelum ditetapkan kawasan tersebut sebagai taman nasional. Berdasarkan hasil studi yang dilakukan Prasetyo & Setiawan (2006) diperkirakan terjadi deforestasi kawasan Taman Nasional Gunung Halimun-Salak seluas 21.586,1 ha (25,68%) pada periode 1989-2004.

Penyusunan zonasi TNGHS dilakukan berdasarkan pada Permenhut No.56/Menhut-II/2006 tentang Pedoman Zonasi Taman Nasional, terdiri atas zona inti, zona rimba, zona pemanfaatan, zona rehabilitasi, zona khusus, zona tradisional, zona budaya, dan *enclave* (BTNGHS, 2007). Berbagai kegiatan pemanfaatan penggunaan lahan oleh masyarakat di wilayah kelola TNGHS yang tidak sesuai dengan rencana zonasi TNGHS akan menyebabkan terganggunya ekosistem hutan.

Perubahan penggunaan lahan dapat diprediksi secara kuantitatif dengan memasukkan faktor-faktor fisik, sosial, ekonomi, dan kebijakan (Munibah *dkk.*, 2010). Prediksi perubahan penggunaan lahan dapat dianalisis melalui pendekatan model berbasis spasial, salah satunya adalah CLUE-S. Model CLUE-S ini merupakan gabungan dari pemodelan empiris, analisis spasial dan model dinamis.

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji perubahan penggunaan lahan di kawasan TNGHS serta faktor-faktor yang mempengaruhinya dan prediksi perubahan penggunaan lahan di masa yang akan datang. Tujuan lain yang ingin dicapai adalah untuk mendapatkan skenario dan arahan perencanaan penggunaan lahan di TNGHS terkait dengan penataan zonasi Kawasan TNGHS.

## METODE

Penelitian berlokasi di kawasan TNGHS yang secara administrasi terletak di Kabupaten Bogor, Sukabumi dan Lebak. Penelitian ini dilaksanakan mulai 13 Agustus 2013 sampai 15 November 2013.

Bahan yang akan digunakan adalah citra Landsat tahun 2000 dan 2010, citra *Quickbird* tahun 2010, peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), peta administrasi, peta jenis tanah, peta geologi, peta elevasi, peta kelerengan, peta curah hujan, dan data Potensi Desa Kabupaten Bogor, Sukabumi, dan Lebak tahun 2000 dan 2010. Sedangkan alat

yang digunakan adalah *receiver* GPS, kamera digital, dan seperangkat komputer yang dilengkapi dengan *software*: ERDAS Imagine, CLUE-S, 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.

## Analisis Perubahan Penggunaan Lahan

Analisis perubahan penggunaan lahan dilakukan dengan melakukan analisis citra Landsat tahun 2000 dan 2010. 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 1:25.000, 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) (Sutanto 1986; Lillesand & Kiefer, 1990). Kombinasi saluran citra Landsat yang digunakan adalah 543 (RGB) karena memiliki informasi terbaik dalam identifikasi penggunaan lahan.

Analisis perubahan penggunaan lahan dilakukan melalui proses tumpang susun (*overlay*) antara peta penggunaan lahan tahun 2000 dan 2010 yang akan menghasilkan matriks perubahan penggunaan lahan.

## Pengujian Hasil Interpretasi

Uji hasil interpretasi dilakukan untuk mengetahui akurasi dari interpretasi. Pengambilan titik uji dilakukan dengan metode *Stratified Random Sampling*. Titik uji ditentukan sebanyak 150 titik. Pengujian nilai klasifikasi diharapkan mendapatkan nilai *Overall Accuracy* di atas 85% (Jensen, 1996).

## Analisis Faktor Perubahan Penggunaan Lahan

Perubahan penggunaan lahan yang dianalisis yaitu perubahan penggunaan lahan hutan menjadi non-hutan periode tahun 2000-2010. Analisis

regresi logistik biner dilakukan dengan metode *forward stepwise*, yaitu dengan melakukan pemodelan melalui regresi berulang dan mempertahankan variabel yang mempunyai pengaruh signifikan.

Hasil regresi logistik diuji ketepatannya melalui metode ROC (*Relative Operating Characteristic*) dengan nilai antara 0,5-1,0. Nilai 1,0 mengindikasikan hasil perhitungan tepat sempurna, sedangkan nilai 0,5 mengindikasikan bahwa hasil tersebut karena pengaruh acak saja (Pontius & Schneider, 2001).

Variabel tidak bebas yang digunakan adalah perubahan penggunaan lahan hutan menjadi non-hutan. Variabel bebas yang digunakan adalah kepadatan penduduk, kepadatan tenaga kerja pertanian, formasi geologi, jenis tanah, elevasi, kemiringan lereng, curah hujan, jarak ke jalan, jarak ke pusat kota, jarak ke kota terdekat dan jarak ke sungai. Persamaan regresi logistik yang digunakan seperti yang tersaji pada **Persamaan 1**.

$$\text{Log} \left[ \frac{P_i}{1-P_i} \right] = \beta_o + \beta_1 X_{12} + \beta_2 X_{21} + \dots + \beta_n X_{ni} \dots \dots \dots (1)$$

dengan:

- $P_i$  = Nilai peluang untuk peubah tetap ke-1
- $\beta_o$  = konstanta
- $\beta_{1-n}$  = Nilai koefisien untuk peubah bebas ke-1 sampai n
- $X_{1-n,1}$  = Peubah bebas ke-1 sampai n, pada peubah tetap ke-1
- n = Jumlah variabel
- $X_1$  = Kepadatan penduduk
- $X_1$  = Kepadatan tenaga kerja pertanian
- $X_3$  = Formasi geologi
- $X_4$  = Jenis tanah
- $X_5$  = Elevasi
- $X_6$  = Kemiringan lereng
- $X_7$  = Curah hujan
- $X_8$  = Jarak ke jalan
- $X_9$  = Jarak ke pusat kota
- $X_{10}$  = Jarak ke kota terdekat
- $X_{11}$  = Jarak ke kota sungai

**Penyusunan Model Spasial Penggunaan Lahan**

Penyusunan model spasial dibangun menggunakan perangkat lunak CLUE-S dengan keluaran model berupa peta penggunaan lahan tahun 2010 dan 2026. Model spasial disusun dalam 2 tahap, yaitu model tahun 2000 dan 2010. Model tahun 2000 digunakan sebagai validasi model dan model tahun 2010 digunakan untuk memprediksi penggunaan lahan tahun 2026.

Model spasial perubahan penggunaan lahan dilakukan dalam format data raster. CLUE-S adalah model spasial perubahan penggunaan lahan yang ditujukan untuk wilayah kecil (*small region*) dengan ukuran raster lebih kecil dari 1.000 x 1.000 m (Verburg *et al.*, 2002). Ukuran raster yang dianalisis

adalah 100 x 100 m memiliki jumlah baris sebanyak 422 dan jumlah kolom sebanyak 629.

Data input yang digunakan dalam penyusunan model adalah penggunaan lahan awal, kebutuhan penggunaan lahan (*landuse demand*), alokasi penggunaan lahan tiap sel, pengaturan konversi jenis penggunaan lahan (*landuse type specific conversion setting*), kebijakan spasial (*spatial policies*) dan pembatasan area (*restriction area*).

**Kebutuhan Penggunaan Lahan**

Laju perubahan lahan per tahun didapatkan dari perubahan penggunaan lahan tahun 2000 sampai dengan tahun 2010. Perhitungan kebutuhan penggunaan lahan untuk prediksi di masa yang akan datang dilakukan selama 16 tahun ke depan, yaitu dari tahun 2010 hingga 2026 dengan berbagai skenario.

**Alokasi Penggunaan Lahan Tiap Sel**

Nilai alokasi sel untuk tiap jenis penggunaan lahan didapatkan dari hasil regresi logistik biner dari tiap jenis penggunaan lahan. Variabel tidak bebas yang digunakan adalah tiap jenis penggunaan lahan, yaitu badan air, hutan, kebun campuran, kebun teh, ladang, lahan terbangun, sawah, dan semak. Sedangkan variabel bebas yang digunakan adalah kepadatan penduduk, kepadatan tenaga kerja pertanian, formasi geologi, jenis tanah, elevasi, kemiringan lereng, curah hujan, jarak ke jalan, jarak ke pusat kota, jarak ke kota terdekat, dan jarak sungai.

**Pengaturan Konversi Jenis Penggunaan Lahan**

Pengaturan konversi jenis penggunaan lahan dibagi atas 2 jenis, yaitu elastisitas konversi (*conversion elasticity*) dan matriks konversi (*conversion matrix*). Elastisitas konversi adalah nilai peluang penggunaan lahan dapat berubah. Penetapan nilai elastisitas didapatkan dari model CLUE-S yang pernah dilakukan dan disesuaikan dengan kondisi wilayah TNGHS. Nilai elastisitas berada antara 0 dan 1.

Matriks konversi adalah nilai yang menunjukkan suatu jenis penggunaan lahan boleh berubah menjadi penggunaan lahan lainnya. Nilai matriks konversi adalah angka 0 dan 1. Angka 1 menunjukkan konversi boleh terjadi sedangkan 0 adalah konversi tidak boleh terjadi.

**Kebijakan Spasial dan Pembatasan Area**

Kebijakan spasial dan pembatasan area merupakan kebijakan terkait dengan area spesifik yang akan direstorasi/direklamasi/direhabilitasi dan juga terkait dengan wilayah mana yang tidak diijinkan untuk dikonversi. Penggunaan kebijakan spasial dan pembatasan area dilakukan untuk simulasi prediksi penggunaan lahan dengan

beberapa skenario dan hasilnya digunakan untuk merumuskan arahan rencana penggunaan lahan.

**Pelaksanaan Simulasi Model**

Simulasi model menggunakan CLUE-S berbasis pada *cellular automata*. Simulasi berasal dari penggunaan lahan awal sebagai acuan lokasi penggunaan lahan. Luas probabilitistik kemudian dihitung oleh model berdasarkan nilai koefisien regresi logistik dan dibandingkan dengan luas kebutuhan penggunaan lahan. Tahap berikutnya dalam simulasi model adalah mengecek apakah adanya batasan kebijakan dan lokasi spesifik penggunaan lahan di areal tertentu.

Tahap perubahan penggunaan lahan didasarkan pada matriks konversi. Apabila luas alokasi sesuai dengan kebutuhan penggunaan lahan, maka simulasi dapat dilanjutkan dan menghasilkan peta penggunaan lahan per tahun sampai pada akhir tahun yang ditentukan. Nilai elastisitas dan matriks konversi model tahun 2000 digunakan pada model tahun 2010 untuk melakukan prediksi penggunaan lahan tahun 2026.

**Validasi Model**

Validasi model dilakukan dengan membandingkan penggunaan lahan tahun 2010 hasil simulasi dengan penggunaan lahan tahun 2010 aktual. Akurasi model diharapkan mencapai nilai paling sedikit 85%.

**Arahan Rencana Penggunaan Lahan di Kawasan TNGHS**

Arahan rencana penggunaan lahan dirumuskan melalui metode tumpang susun (*overlay*) antara peta prediksi penggunaan lahan yang akan datang hasil pemodelan spasial dengan peta zonasi kawasan TNGHS.

Hasil kesesuaian dibagi menjadi 3 kelas, yaitu (1) sesuai, (2) lahan yang masih memungkinkan berubah jenis penggunaan lahan, dan (3) tidak sesuai zonasi. Hasil analisis kesesuaian penggunaan lahan yang mempunyai ketidaksesuaian terkecil dengan zonasi akan dijadikan sebagai dasar pertimbangan untuk merumuskan arahan penggunaan lahan.

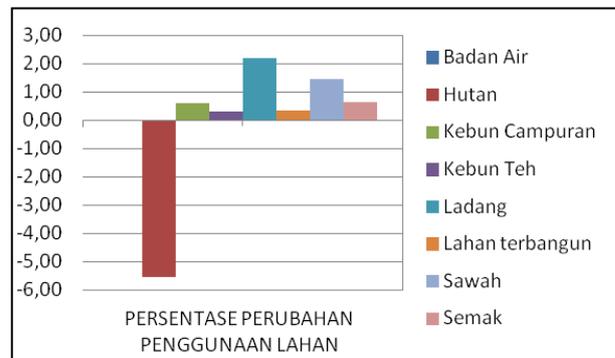
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Perubahan Penggunaan Lahan**

Luas perubahan penggunaan lahan di kawasan TNGHS tahun 2000-2010 disajikan pada **Tabel 1**. Hutan pada tahun 2000 memiliki luas sebesar 71.621 ha atau 63,43% dari luas wilayah kawasan TNGHS. Pada tahun 2010 luas hutan berkurang 6.272 ha menjadi 65.349 ha atau sekitar 5,55%. Perubahan hutan terbesar terjadi pada zona rehabilitasi menjadi semak, kebun campuran, ladang dan sawah. Kebun campuran pada tahun

2000 memiliki luas 10.180 ha atau sekitar 9,02% dari luas wilayah kawasan TNGHS.

Pada tahun 2010 luas kebun campuran bertambah 676 ha menjadi 10.865 ha atau sekitar 9,61%. Peningkatan kebun campuran sebagian besar terjadi pada zona rehabilitasi dan zona khusus dengan mengkonversi semak dan ladang. Kebun teh pada tahun 2000 memiliki luas sebesar 1.624 ha atau sekitar 1,44% dari luas wilayah kawasan TNGHS. Pada tahun 2010 luas penggunaan lahan kebun teh bertambah 363 ha menjadi 1.987 ha atau 1,76%. Kebun teh merupakan milik swasta dan berada pada areal enclave di luar kawasan TNGHS. Ladang pada tahun 2000 memiliki luas sebesar 7.259 ha atau sekitar 6,43% dari luas wilayah kawasan TNGHS. Pada tahun 2010 luas penggunaan ladang bertambah 2.494 ha menjadi 9.753 ha atau 8,64%. **Gambar 1** menunjukkan grafik perubahan penggunaan lahan periode tahun 2000-2010.



**Gambar 1.** Grafik perubahan penggunaan lahan TNGHS periode 2000-2010.

Peningkatan ladang sebagian besar terjadi pada zona rehabilitasi dan zona khusus. Lahan terbangun pada tahun 2000 memiliki luas sebesar 657 ha atau sekitar 0,58% dari luas kawasan TNGHS. Pada tahun 2010 luas lahan terbangun bertambah 383 ha menjadi 1.040 ha atau sekitar 0,92%. Peningkatan lahan terbangun sebagian besar terjadi pada zona khusus merupakan akibat dari bertambahnya jumlah penduduk yang memerlukan pemukiman dan lahan untuk aktivitas urban lainnya.

Sawah pada tahun 2000 memiliki luas sebesar 7.129 ha atau sekitar 6,31% dari luas kawasan TNGHS. Pada tahun 2010 luas sawah bertambah 1.643 ha menjadi 8.772 ha atau sekitar 7,77%. Peningkatan luas sawah sebagian besar terjadi pada *enclave*, zona khusus dan zona rehabilitasi. Peningkatan sawah diduga karena peningkatan jumlah penduduk yang bermata pencaharian sebagai petani.

Semak pada tahun 2000 memiliki luas sebesar 14.273 ha atau sekitar 12,64% dari luas kawasan TNGHS. Pada tahun 2010 luas semak bertambah 713 ha menjadi 14.986 ha atau sekitar 13,27%. Peningkatan luas terjadi pada zona rehabilitasi yang diduga karena adanya penebangan pohon dan perambahan kawasan hutan.

### Uji Hasil Interpretasi

Akurasi hasil klasifikasi pada citra Landsat resolusi 30 m, nilai *overall accuracy* yang didapatkan sebesar 90,00% dan *kappa accuracy* mencapai 87,83%. Hal ini menunjukkan bahwa dengan metode *Stratified Random Sampling*, hasil interpretasi tutupan penggunaan lahan di kawasan TNGHS memiliki ketelitian 90%.

### Faktor Perubahan Penggunaan Lahan

Jumlah perubahan penggunaan lahan hutan menjadi non-hutan adalah 8.497 ha dari keseluruhan 112.912 ha. Berdasarkan **Tabel 2**, variabel yang memiliki nilai koefisien ( $\beta$ ) terbesar dan bernilai positif yaitu variabel kepadatan penduduk. Hal ini menunjukkan kemungkinan terjadinya perubahan lahan hutan menjadi non-hutan berada pada lokasi dengan kepadatan penduduk yang tinggi. Hal ini senada dengan penelitian Yatap (2008) yang menyatakan bahwa

perubahan penutupan lahan di TNGHS dipengaruhi oleh beberapa peubah sosial ekonomi yang pengaruhnya sangat dominan yaitu kepadatan penduduk, laju pertumbuhan penduduk, luas kepemilikan lahan, perluasan permukiman, dan perluasan lahan pertanian. Nilai akurasi hasil regresi logistik didapatkan sebesar 0,643. Hal ini berarti bahwa variabel bebas tersebut secara statistik dapat menjadi faktor yang mempengaruhi perubahan lahan hutan menjadi non-hutan, sebesar 64,3%.

### Model Spasial Perubahan Penggunaan Lahan

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 (Veldkamp & Verburg, 2004).

**Tabel 1.** Matriks perubahan penggunaan lahan tahun 2000-2010.

Penggunaan Lahan Tahun 2000 (ha)	Penggunaan Lahan Tahun 2010 (ha)								
	Badan Air	Hutan	Kebun Campuran	Kebun Teh	Ladang	Lahan Terbangun	Sawah	Semak	Jumlah
Badan Air	169								169
Hutan		63.124	1.723	53	1.432	55	540	4.694	71.621
Kebun Campuran		946	5.964	82	1.115	89	710	1.274	10.180
Kebun Teh				1.534	25	16	30	19	1.624
Ladang		213	884	96	3.708	91	947	1.320	7.259
Lahan terbangun						657			657
Sawah			285		725	75	5.722	322	7.129
Semak		1.065	1.999	222	2.748	60	822	7.357	14.273
<b>Jumlah</b>	<b>169</b>	<b>65.349</b>	<b>10.856</b>	<b>1.987</b>	<b>9.753</b>	<b>1.040</b>	<b>8.772</b>	<b>14.986</b>	<b>112.912</b>

Sumber: Hasil analisis (2013).

**Tabel 2.** Faktor yang mempengaruhi penggunaan lahan hutan menjadi non-hutan.

Variabel Bebas	B	Sig.	Exp ( $\beta$ )
Kepadatan penduduk	<b>0,485</b>	0,005	<b>1,624</b>
Kepadatan Tenaga Pertanian	-0,626	0,000	0,535
Formasi geologi	0,052	0,009	1,053
Jenis tanah			
Elevasi	-0,234	0,000	0,792
Kemiringan Lereng	0,137	0,001	1,147
Curah hujan	0,194	0,000	1,214
Jarak ke jalan	-0,410	0,000	0,664
Jarak ke pusat kota			
Jarak ke kota terdekat	-0,075	0,031	0,928
Jarak ke sungai			
Konstanta	-1,648	0,000	0,192
Akurasi ROC	0,643		

Sumber: Hasil analisis (2013).

Simulasi model CLUE-S dilakukan untuk memprediksi penggunaan lahan tahun 2010 (model 1) dan penggunaan lahan tahun 2026 (model 2) menggunakan data yang bervariasi. Model 1 menggunakan data kebutuhan penggunaan lahan tahun 2000-2010, alokasi penggunaan lahan tiap sel tahun 2000, elastisitas konversi, matriks konversi tahun 2000 dan kebijakan spasial tidak ada pembatasan area.

Model 2 menggunakan data kebutuhan penggunaan lahan tahun 2010-2026, alokasi penggunaan lahan tiap sel tahun 2010, elastisitas konversi dan matriks konversi tahun 2000 dan kebijakan spasial yang terdiri atas empat skenario.

**Penggunaan Lahan Hasil Prediksi Tahun 2010**

Pemodelan menggunakan model CLUE-S menghasilkan peta penggunaan lahan per tahun sesuai data kebutuhan penggunaan lahan. Prediksi penggunaan lahan tahun 2010 perlu dilakukan untuk memvalidasi model yang digunakan. Validasi model dilakukan dengan membandingkan penggunaan lahan tahun 2010 hasil simulasi dengan penggunaan lahan tahun 2010 aktual. Akurasi model diharapkan mencapai nilai paling sedikit 85% (Jensen,1996).

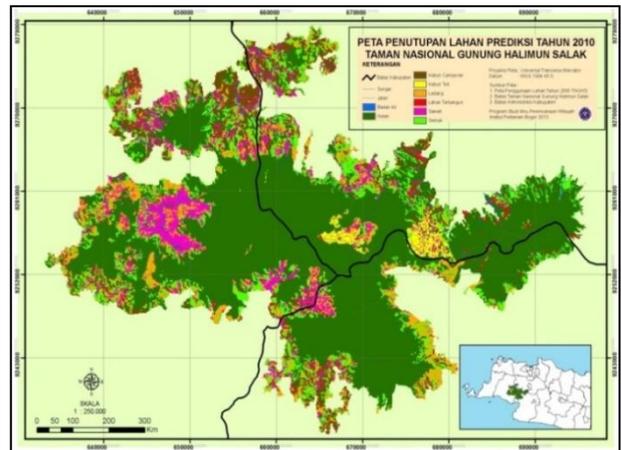
Peta penggunaan lahan tahun 2010 hasil prediksi dibandingkan dengan peta penggunaan lahan tahun 2010 aktual, seperti yang tersaji pada **Gambar 2** dan **Gambar 3**, mempunyai nilai sel *overall accuracy* sebesar 88,53%, dan nilai *Kappa accuracy* sebesar 82,58%. Hal ini berarti bahwa model dapat digunakan untuk memprediksi penggunaan lahan pada tahun 2026 dengan akurasi 88,53%, nilai ini sudah memenuhi syarat seperti yang dikemukakan oleh Jensen (1996).

Penggunaan lahan prediksi tahun 2026 menggunakan data kebutuhan penggunaan lahan tahun 2010-2026, kesesuaian penggunaan lahan tahun 2010, elastisitas konversi dan matriks konversi tahun 2000 dan kebijakan spasial yang terdiri atas 4 skenario. Berdasarkan hasil prediksi, perubahan penggunaan lahan tahun 2026 diprediksikan dengan berbagai skenario.

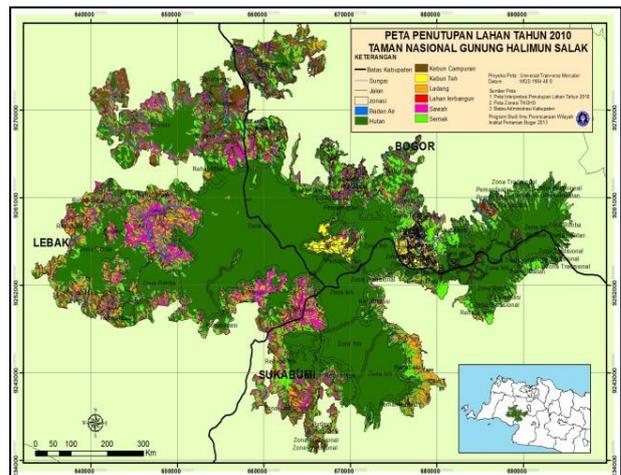
Kondisi saat ini disajikan pada **Gambar 4**. Prediksi dilakukan dengan asumsi adanya pembatasan area pada zona inti dan zona rimba disertai dengan luasan kebun teh sama dengan luas pada tahun 2010. Pada kondisi ini, perubahan hutan terbesar terjadi pada zona rehabilitasi, zona khusus, zona pemanfaatan, zona tradisional dan *enclave*. Hal ini dikarenakan faktor dekat dengan jarak ke jalan yang melewati zona tersebut. Sebagian besar hutan tersebut terkonversi menjadi ladang, kebun campuran, sawah, dan semak.

Penggunaan lahan kebun campuran dan lahan terbangun mengalami peningkatan pada zona khusus dan zona rehabilitasi. Peningkatan ladang dan sawah terjadi pada zona rehabilitasi, zona khusus dan *enclave*. Peningkatan semak terbesar terjadi pada zona rehabilitasi dan zona pemanfaatan. Hal ini dikarenakan faktor

peningkatan kepadatan tenaga kerja pertanian dan dekat dengan jalan yang melewati zona-zona tersebut.



**Gambar 2.** Penggunaan lahan prediksi tahun 2010.



**Gambar 3.** Penggunaan lahan tahun 2010.

Skenario 1 disajikan pada **Gambar 5**. Pada skenario 1, prediksi dilakukan dengan adanya rehabilitasi pada penggunaan lahan semak di zona rehabilitasi sebesar 500 ha/tahun dengan asumsi pembatasan area pada zona inti, zona rimba, dan kebun teh tetap. Pada skenario ini, perubahan hutan terbesar terjadi pada zona rehabilitasi dan zona khusus. Hal ini dikarenakan faktor kepadatan penduduk, peningkatan kepadatan tenaga kerja pertanian dan dekat dengan jalan yang melewati zona rehabilitasi dan zona khusus. Laju perubahan hutan menjadi penggunaan lahan lainnya terjadi lebih cepat dibandingkan dengan laju rehabilitasi semak menjadi hutan pada zona rehabilitasi. Penggunaan lahan kebun campuran berdasarkan skenario 1 mengalami peningkatan pada zona rehabilitasi dan zona khusus. Peningkatan ladang terbesar terjadi pada zona rehabilitasi, zona khusus, dan *enclave*. Lahan terbangun dan sawah mengalami peningkatan terbesar di zona rehabilitasi dan zona khusus.

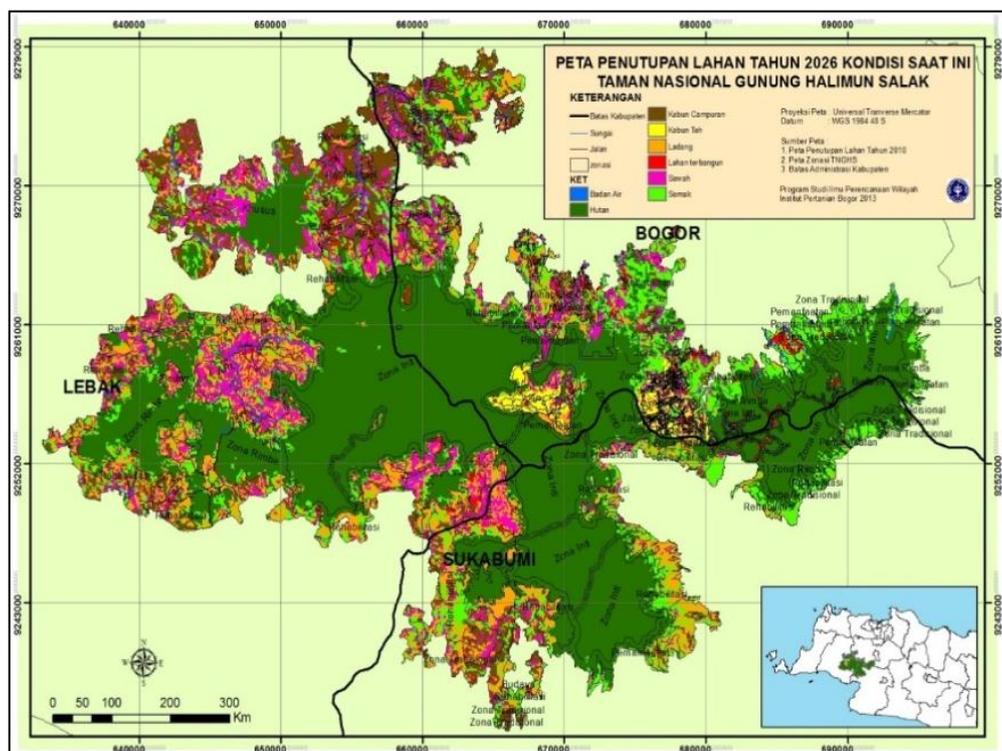
Skenario 2 disajikan pada **Gambar 6**. Pada skenario 2, prediksi dilakukan dengan merestorasi penggunaan lahan kebun campuran, ladang, dan sawah menjadi hutan pada zona rehabilitasi

dengan disertai pembatasan area pada zona inti, zona rimba, dan kebun teh tetap. Pada skenario ini terjadi peningkatan penggunaan lahan hutan dan lahan terbangun terjadi pada zona rehabilitasi, zona khusus, dan *enclave*. Semak mengalami peningkatan terbesar terjadi pada zona rehabilitasi dan zona khusus. Penggunaan lahan kebun campuran mengalami penurunan pada zona rehabilitasi, zona khusus, dan zona *enclave*. Penurunan luas ladang terbesar terjadi pada zona rehabilitasi dan zona khusus. Penurunan luas sawah terbesar terjadi pada zona rehabilitasi, zona khusus, dan zona tradisional. Peningkatan luas lahan hutan yang diikuti dengan penurunan ladang, kebun campuran, dan sawah sebagian besar terjadi di zona rehabilitasi dan zona khusus. Hal ini dikarenakan adanya restorasi hutan dari penggunaan lahan kebun campuran, ladang dan sawah pada zona-zona tersebut.

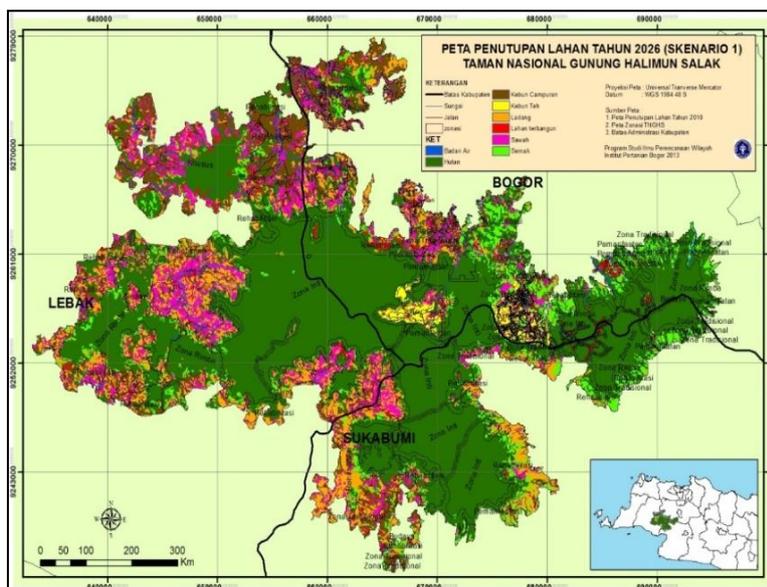
Skenario 3 disajikan pada **Gambar 7**. Pada skenario 3, prediksi dilakukan dengan merestorasi penggunaan lahan kebun campuran, ladang, sawah dan semak menjadi hutan pada zona inti, zona rimba dan zona rehabilitasi dan kebun teh tetap. Pada skenario ini, penurunan luas hutan terbesar terjadi pada zona rehabilitasi, zona khusus, zona pemanfaatan dan zona tradisional. Sebagian besar hutan tersebut terkonversi menjadi ladang, sawah, kebun campuran dan semak. Penggunaan lahan kebun campuran, ladang dan lahan terbangun mengalami peningkatan luas pada zona khusus dan zona rehabilitasi. Lahan terbangun mengalami peningkatan terbesar di zona

rehabilitasi dan zona khusus. Peningkatan sawah terjadi pada zona rehabilitasi, zona khusus dan zona pemanfaatan. Peningkatan semak terbesar terjadi pada zona rehabilitasi. Penurunan lahan hutan dan peningkatan ladang, sawah dan semak sebagian besar terjadi di zona rehabilitasi, zona khusus dan zona pemanfaatan. Hal dikarenakan faktor dekat jarak dengan ke jalan yang melewati zona-zona tersebut.

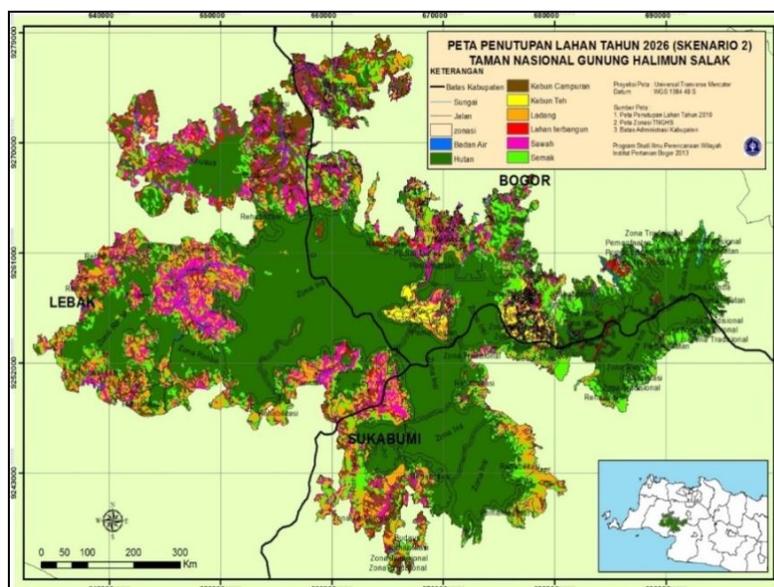
Secara umum, berdasarkan simulasi hasil prediksi diatas, zona rehabilitasi, zona khusus, dan *enclave* merupakan wilayah dengan perubahan penggunaan lahan yang dinamis. Hal ini ditandai dengan adanya penurunan luas hutan dan diikuti dengan peningkatan penggunaan kebun campuran, ladang, sawah dan lahan terbangun. Faktor utama yang mempengaruhi perubahan tersebut antara lain: kepadatan penduduk, kepadatan tenaga pertanian dan jarak ke jalan. Hal ini senada dengan Kurniawan (2012) yang menyatakan faktor yang mempengaruhi perubahan penutupan lahan hutan menjadi lahan pertanian di Kabupaten Sukabumi adalah kepadatan tenaga kerja pertanian, jenis tanah, formasi geologi, elevasi, lereng, curah hujan, jarak ke jalan, jarak ke pusat kota, jarak ke kota terdekat, dan jarak ke sungai. Selain itu, status kawasan berupa zona rehabilitasi, zona khusus dan *enclave* mempengaruhi perubahan penggunaannya. Hal ini ditandai dengan kondisi tutupan lahan aktual tahun 2010 yang didominasi oleh tutupan lahan kebun campuran, ladang, sawah, dan semak.



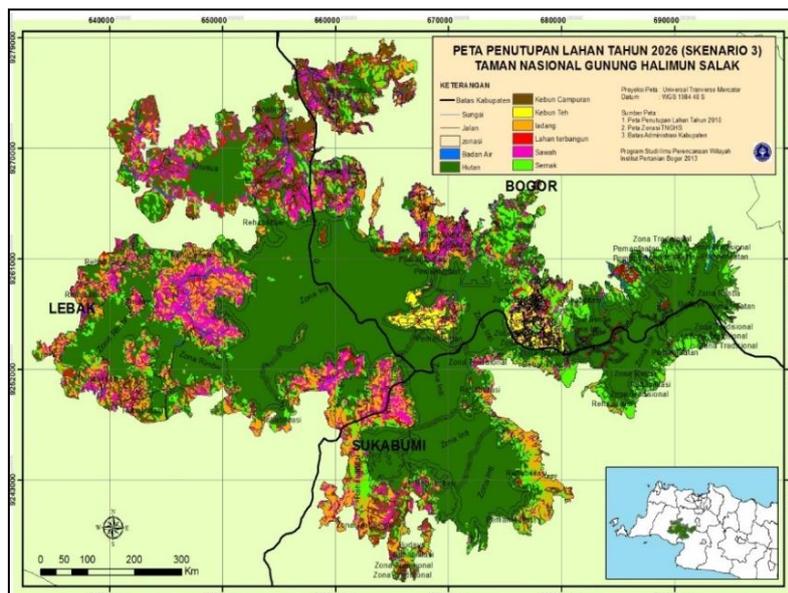
**Gambar 4.** Penggunaan lahan prediksi tahun 2026 (kondisi saat ini).



Gambar 5. Penggunaan lahan prediksi tahun 2026 (Skenario 1).



Gambar 6. Penggunaan lahan prediksi tahun 2026 (Skenario 2).



Gambar 7. Penggunaan lahan prediksi tahun 2026 (Skenario 3).

**Arahan Penggunaan Lahan Kawasan TNGHS**

Perbandingan kesesuaian hasil simulasi dengan peta zonasi tertera pada **Tabel 3**. Berdasarkan hasil prediksi penggunaan lahan tahun 2026, didapatkan bahwa skenario 3 memiliki nilai ketidaksesuaian terkecil apabila dibandingkan dengan zonasi, yaitu sebesar 9,23%. Hasil perbandingan terkecil kedua, yaitu prediksi penggunaan lahan dengan skenario 2 sebesar 10,37% dan terkecil ketiga, yaitu skenario 1 sebesar 18,00%. Berdasarkan hasil perbandingan tersebut, skenario yang paling tinggi dalam mengurangi ketidaksesuaian penggunaan lahan dengan zonasi adalah skenario 3, yaitu upaya restorasi hutan pada zona inti, rimba, dan rehabilitasi dengan mengkonversi kebun campuran, ladang, sawah, dan semak pada lahan tersebut. Dengan skenario ini menunjukkan adanya peningkatan penggunaan lahan hutan khususnya pada zona rehabilitasi sebesar 9.884 ha, zona khusus sebesar 6.329 ha, dan zona pemanfaatan sebesar 900 ha. Peningkatan luas penggunaan lahan hutan berasal dari kebun campuran, ladang, sawah dan semak yang berada pada zona inti, zona rimba, dan zona rehabilitasi.

Upaya restorasi hutan pada penggunaan lahan kebun campuran, ladang, dan sawah memerlukan biaya dan usaha yang sangat besar, hal ini sangat terkait dengan kehidupan sosial ekonomi masyarakat. Selain itu, status kawasan TNGHS yang merupakan perluasan dari kawasan sebelumnya (eks-Perhutani) akan menimbulkan konflik dengan masyarakat terkait dengan penggunaan lahan kebun campuran, ladang, dan sawah yang telah ada sebelumnya. Dari segi ekologi, upaya restorasi hutan memberikan dampak positif bagi kawasan TNGHS. Strategi lain yang dilakukan dalam upaya ini adalah melaksanakan Pengelolaan Hutan Badan Masyarakat (PHBM) dengan cara melakukan tumpangsari pada areal yang akan dihutankan kembali tersebut.

Kebijakan lain yang dapat dilakukan oleh Balai TNGHS adalah skenario 1 yaitu melakukan rehabilitasi pada zona rehabilitasi setiap tahun yang diikuti dengan pengamanan secara ketat pada zona inti dan rimba. Kebijakan ini lebih realistis untuk dilakukan dan memungkinkan untuk meningkatkan nilai kesesuaian terhadap zonasi.

**Tabel 3.** Perbandingan hasil kesesuaian lahan hasil prediksi dengan zonasi.

Penggunaan Lahan Hasil Skenario Tahun 2026	Kesesuaian Penggunaan Lahan dengan Zonasi (%)		
	Sesuai	Memungkinkan Berubah Jenis Penggunaan Lahannya	Tidak Sesuai
Kondisi Saat ini	73,70	8,12	18,18
Skenario 1	76,35	5,65	18,00
Skenario 2	83,60	6,03	10,37
Skenario 3	85,70	5,07	9,23

Sumber: Hasil analisis, 2013.

**KESIMPULAN**

Penggunaan lahan yang mengalami penurunan luas di kawasan TNGHS selama periode 2000-2010 adalah hutan sebesar 5,5%, yang diikuti oleh peningkatan penggunaan lahan kawasan kebun campuran, ladang, sawah, dan semak.

Variabel kepadatan penduduk merupakan faktor yang mempengaruhi terjadinya perubahan lahan hutan menjadi non-hutan. Hasil prediksi tahun 2026 menunjukkan adanya peningkatan luas penggunaan lahan hutan pada skenario 2 dan 3 dan peningkatan kebun campuran, ladang, sawah dan semak meningkat pada skenario 1 dan kondisi saat ini. Model CLUE-S yang disimulasikan dalam penelitian ini memiliki ketelitian sebesar 88,53%.

Arahan penggunaan lahan di kawasan TNGHS adalah kebijakan restorasi hutan pada zona rehabilitasi, zona rimba, dan zona inti yang dapat mengurangi ketidaksesuaian penggunaan lahan dengan zonasi pada tahun 2026 menjadi 9,23%.

Penambahan variabel lain masih diperlukan dengan mempertimbangkan aspek pengelolaan kawasan untuk melakukan prediksi penggunaan lahan. Model yang dikembangkan perlu diteliti lebih lanjut dengan melakukan perbandingan antar-model perubahan penggunaan lahan lain yang berkembang saat ini, sehingga dapat diketahui model yang paling baik.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih disampaikan pada Dekanat dan Civitas Akademika Jurusan Ilmu Perencanaan Wilayah Sekolah Pascasarjana IPB yang telah membantu kelancaran penelitian.

**DAFTAR PUSTAKA**

BTNGHS (Balai Taman Nasional Gunung Halimun Salak). (2006). *Rencana Pengelolaan Lima Tahunan (Jangka Menengah)*. Balai Taman Nasional Gunung Halimun-Salak. Sukabumi.

BTNGHS (Balai Taman Nasional Gunung Halimun Salak). (2007). *Rencana Pengelolaan Taman Nasional Gunung Halimun Salak periode 2000-2026*. JICA-TNGHS, Kabandungan. Balai Taman Nasional Gunung Halimun Salak (BTNGHS). Sukabumi.

Jensen, J.R. (1996). *Introductory digital image processing a remote sensing Perspective*. 2<sup>nd</sup> Edition. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.

Kurniawan. (2012). *Pemodelan Spasial Perubahan Penggunaan Lahan dalam Kaitannya dengan Perencanaan Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sukabumi*. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Lillesand, M.T. & Kiefer, R.W. (1990). *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Terjemahan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Munibah, K., S. R. P. Sitorus, E. Rustiadi, K. Gandasasmita, & H. Hartrisari. (2010). Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Erosi di DAS Cidanau, Banten. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 32:55-69.

- Peraturan Menteri Kehutanan No. P56/Menhut-II/2006 tentang Pedoman Zonasi Taman Nasional.
- Peraturan Menteri Kehutanan No. P67/Menhut-II/2006 tentang Kriteria dan Standar Inventarisasi Hutan.
- Pontius, R. G., & Schneider, L. C. (2001). Land-cover change model validation by an ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 85(1), 239-248.
- Prasetyo, L.B. & Y. Setiawan. (2006). Landuse and Land Cover Change Gunung Halimun-Salak National Park 1989-2004. JICA and Ministry of Forestry Indonesia: Management Plan Project. Jakarta.
- Sutanto.(1986). *Penginderaan Jauh Jilid I*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Veldkamp, A., & Verburg, P. H. (2004). Modelling land use change and environmental impact. *Journal of Environmental Management*. 72(1):1-3.
- Verburg, P. H., Soepboer, W., Veldkamp, A., Limpiada, R., Espaldon, V., & Mastura, S. S. (2002). Modeling the spatial dynamics of regional land use: the CLUE-S model. *Environmental management*, 30(3), 391-405.
- Yatap, H. (2008). Pengaruh peubah sosial ekonomi terhadap perubahan penggunaan penggunaan dan penutupan lahan di *Taman Nasional Gunung Halimun-Salak*. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.