

# Dampak perubahan penutup lahan terhadap nilai jasa ekosistem di Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta

Prima Widayani<sup>1</sup>, Huwaida Nur Salsabila<sup>1</sup>, Agatha Andriantari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Magister Penginderaan Jauh, Departemen Sains Informasi Geografi, Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada

<sup>2</sup>Kartografi dan Penginderaan Jauh, Departemen Sains Informasi Geografi, Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada

Email koresponden: primawidayani@ugm.ac.id

Submit: 2022-10-05 Direvisi: 2022-10-17 Accepted: 2023-01-09

©2023 Fakultas Geografi UGM dan Ikatan Geograf Indonesia (IGI)

**Abstrak.** Perubahan penutup lahan di suatu wilayah adalah sebuah keniscayaan, kondisi ini juga terjadi di Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta. Pada dasarnya penutup lahan merupakan bagian dari ekosistem yang bisa dihitung nilai jasa ekosistemnya. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan penutup lahan dan menganalisis dampak perubahan penutup lahan terhadap nilai jasa ekosistem di Kabupaten Sleman pada tahun 1991, 2001, 2013 dan 2022. Data utama yang digunakan adalah Citra Satelit Landsat 5 tahun 1991, Landsat 7 tahun 2001, Landsat 8 tahun 2013 dan Landsat 9 tahun 2022. Klasifikasi multispektral *supervised* dengan algoritma *maksimum likelihood* digunakan untuk mendapatkan data penutup lahan. Berdasarkan hasil klasifikasi penutup lahan selama kurun waktu 31 tahun, lahan terbangun memiliki nilai *landcover dynamic index* (K) paling tinggi yaitu 4,5%. Penutup lahan yang paling stabil hanya sedikit mengalami perubahan adalah tubuh air dan lahan pertanian. Perubahan penutup lahan memiliki dampak terhadap nilai jasa ekosistem dengan nilai elastisitas sebesar 0,4% dari tahun 1991-2022.

**Kata kunci:** Landsat, nilai jasa ekosistem, perubahan penutup lahan

**Abstract.** Landcover change in an area are a necessity, this condition also occurs in Sleman Regency, Special Region of Yogyakarta. Basically, landcover are part of an ecosystem whose value for ecosystem services can be calculated. This study aims to make landcover maps and analyze the impact of landcover change on the ecosystem services value in Sleman Regency in 1991, 2001, 2013 and 2022. This study uses data from Landsat 5 Satellite Imagery in 1991, Landsat 7 in 2001, Landsat 8 in 2013 and Landsat 9 in 2022. Supervised multispectral classification with maximum likelihood algorithm is used to obtain landcover data. Based on the results of the classification of landcover over a period of 31 years, the built-up land has the highest landcover dynamic index (K) of 4.5%. The most stable landcover with little change is water bodies and agricultural land. Landcover change have an impact on the ecosystem services value as indicated by the elasticity value of 0.4% from 1991-2022.

**Keywords:** ecosystem services value, landsat, landcover change

## PENDAHULUAN

Menurut UU RI No 37 tahun 2014, lahan adalah bagian daratan dari permukaan bumi sebagai suatu lingkungan baik yang meliputi tanah beserta segenap faktor yang mempengaruhi penggunaannya seperti iklim, relief, aspek geologi, dan hidrologi yang terbentuk secara alami maupun akibat pengaruh manusia. Penutup lahan merupakan permukaan fisik suatu lahan (Pauleit et al., 2005) dan lahan dapat dimanfaatkan oleh manusia. Ada banyak faktor yang memengaruhi pemanfaatan suatu lahan antara lain faktor fisik lahan, unsur biotik, iklim, sosial, ekonomi dan budaya (Peng et al., 2021). Pemanfaatan suatu lahan akan berdampak positif bagi manusia apabila lahan digunakan sesuai dengan daya dukung lahannya, namun sebaliknya jika pemanfaatan lahan dilakukan tanpa melihat kemampuan dan kesesuaian lahannya, maka dapat menimbulkan dampak yang tidak diinginkan atau bencana (Majeed et al., 2021).

Aktivitas manusia dalam mengelola lahan juga merupakan perwujudan dari hubungan timbal balik antara manusia dengan lingkungan dan akan membentuk suatu

sistem yang disebut ekosistem (MA, 2005). Ekosistem juga dapat dimaknai sebagai tatanan utuh menyeluruh yang terjadi antar unsur lingkungan hidup yang saling memengaruhi. Seperti diketahui bahwa ekosistem tersusun atas komponen abiotik (udara, tanah, air, sumber energi) dan komponen biotik yang terdiri dari organisme (tumbuhan, hewan, manusia dan pengurai) (MA, 2005). Manusia (komponen biotik ekosistem) dapat memengaruhi kondisi suatu lahan (komponen abiotik ekosistem) dan lahan juga dapat memengaruhi kondisi manusia, sehingga terdapat hubungan antara ekosistem dengan penutup lahan (Wang et al., 2020). Ekosistem tidak hanya menyediakan bahan mentah tetapi juga memiliki fungsi sebagai pengatur iklim, mengurangi polusi, melestarikan sumber air, menjaga kualitas tanah, mencegah erosi, banjir dan kebakaran. Semua produk dan jasa ekosistem secara kolektif disebut sebagai jasa ekosistem (Zhao et al., 2021).

Nilai jasa ekosistem (ESV) mengacu pada berbagai manfaat yang diperoleh manusia dari ekosistem. Nilai jasa ekosistem memberikan pelayanan dalam penyediaan makanan dan air, layanan hiburan dan budaya dalam memberikan

manfaat spiritual, rekreasi dan dukungan dalam menjaga kondisi kehidupan di bumi dalam hal siklus nutrisi (Hasan *et al.*, 2021). Ini dapat digunakan sebagai indikator penting yang digunakan untuk menghitung produk domestik bruto hijau (GGDP), yang juga dapat digunakan sebagai perspektif visual untuk mengukur status pembangunan berkelanjutan suatu daerah.

Penutup lahan di suatu wilayah akan mengalami perubahan seiring dengan berjalannya waktu. Perubahan penutup lahan dapat terjadi karena bertambahnya jumlah penduduk, meningkatnya kebutuhan manusia serta adanya program pembangunan di suatu wilayah (Li *et al.*, 2017). Perubahan penutup lahan yang terjadi akan berpengaruh pula terhadap kondisi suatu ekosistem. Manusia mendapatkan manfaat dari suatu ekosistem berupa sumberdaya alam dan proses di dalam ekosistem, manfaat inilah yang disebut dengan Jasa Ekosistem (MEA, 2005). Perubahan penutup lahan berpengaruh terhadap nilai jasa ekosistem (Wang *et al.*, 2020; Estoque dan Murayama, 2012; Rahman dan Szabo, 2021). Estoque dan Murayama (2012) meneliti dampak potensial dari perubahan penutup lahan pada jasa ekosistem kota Baguio, Filipina, dan mengamati penurunan yang substansial di nilai jasa ekosistem /*Ecosystem Service Values* (ESV) akibat perubahan lahan pertanian dan hutan menjadi kawasan terbangun.

Perubahan penutup lahan dapat diketahui dengan menggunakan data penginderaan jauh multitemporal. Data penginderaan jauh menyajikan kondisi permukaan bumi termasuk penutup lahannya. Penggunaan data penginderaan jauh dapat memberi manfaat untuk melakukan monitoring perubahan penutup lahan dengan cepat sehingga dapat dihitung dampaknya terhadap perubahan nilai jasa ekosistem (Rahman dan Szabo, 2021). Data penginderaan jauh yang dapat digunakan untuk monitoring perubahan penutup lahan salah satunya adalah Citra Satelit Landsat. Secara spasial citra tersebut memiliki resolusi 30 x 30 meter sehingga dapat digunakan untuk memetakan penutup lahan dalam skala menengah (Wang *et al.* 2021). Secara temporal, Citra Landsat merekam wilayah yang sama dalam kurun waktu 16 hari sekali, sehingga memungkinkan untuk menyajikan perubahan penutup lahan dari waktu ke waktu (Garcia *et al.* 2022). Monitoring perubahan penutup lahan dibutuhkan di semua wilayah, terutama daerah yang memiliki laju pertumbuhan penduduk tinggi dan laju pembangunan cepat. Wilayah di Indonesia yang berkembang dengan cepat salah satunya adalah Kabupaten Sleman di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (Martono dan Andriani, 2021)

Kabupaten Sleman merupakan kabupaten di Provinsi DIY yang setiap tahunnya mengalami pertumbuhan jumlah penduduk. Pada tahun 2016-2020 terjadi pertumbuhan jumlah penduduk sebesar 36.132 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk dari tahun 2010-2019 sebesar 1,22% (BPS DIY, 2022). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Astuti dan Lukito (2020), telah terjadi perubahan penggunaan lahan dari lahan pertanian menjadi non pertanian dari tahun 2012 sampai dengan 2018 sebesar 5.733 Ha. Menurut penelitian Martanto dan Andriani (2021), di Kabupaten Sleman pada tahun 2019 terjadi konversi penggunaan lahan sebesar 9.810,06 Ha/th

Di Kabupaten Sleman juga banyak terdapat Perguruan Tinggi, berdasarkan data dari BPS pada tahun 2016 terdapat 41 Perguruan Tinggi sehingga tiap tahunnya akan ada mahasiswa baru yang datang ke Kabupaten Sleman. Kondisi ini memicu perubahan penutup lahan dari lahan pertanian menjadi lahan

terbangun (BPS, 2016). Wilayah Kabupaten Sleman yang didominasi oleh daerah vulkan Merapi memiliki keindahan alam yang banyak dimanfaatkan untuk pariwisata baik wisata alam, kuliner dan wisata lainnya. Pusat perbelanjaan (mall) dan jasa perhotelan juga banyak berdiri sejak tahun 2015 (BPS, 2016). Perubahan penutupan lahan yang tidak terkendali dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Oleh karena itu perlu dimonitoring perubahan penutup lahan serta penilaian jasa ekosistemnya salah satunya untuk mendukung penataan ruang yang memperhatikan kelestarian lingkungan (Munajati, 2022). Berdasarkan kondisi tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai dampak perubahan penutup lahan terhadap nilai jasa ekosistem di Kabupaten Sleman Provinsi DIY.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini berlokasi di Kabupaten Sleman Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Kabupaten Sleman secara geografis berada pada koordinat 110° 33' 00" dan 110° 13' 00" Bujur Timur, 7° 34' 51" dan 7° 47' 30" Lintang Selatan. Di sebelah utara Kabupaten Sleman berbatasan dengan Kabupaten Boyolali Provinsi Jawa Tengah, di sebelah selatan berbatasan dengan Kota Yogyakarta, Kabupaten Bantul, Kabupaten Gunung Kidul Provinsi DIY, di sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Magelang Provinsi Jawa Tengah dan Kabupaten Kulon Progo Provinsi DIY serta di sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Klaten Provinsi Jawa Tengah. Kabupaten Sleman dipilih menjadi lokasi penelitian karena memiliki ekosistem yang beraneka antara lain: (1) Ekosistem Alami terdiri dari : ekosistem sungai, ekosistem hutan pegunungan dan padang rumput ; (2) Ekosistem Buatan terdiri dari : ekosistem sawah, ekosistem tegalan, ekosistem kebun campuran, ekosistem kolam, ekosistem perkotaan dan ekosistem pedesaan. Kabupaten Sleman memiliki kondisi tanah yang subur karena sebagian wilayahnya merupakan bagian dari Gunung Merapi. Memiliki udara sejuk dengan iklim gunung yang mendukung kegiatan pertanian, pariwisata dan permukiman. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1.

## Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan data time series Citra Satelit Landsat 5, Landsat 7, Landsat 8 dan Landsat 9 tahun perekaman 1991, 2001, 2013, dan 2022 yang diperoleh dari United State Geological Survey (USGS) official website (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) untuk mendapatkan data penutup lahan. Peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1 : 25.000 dari Badan Informasi Geospasial untuk menentukan batas administrasi dan koreksi geometri citra. Alat yang digunakan berupa GPS untuk menentukan koordinat di lapangan pada saat uji akurasi interpretasi citra.

## Pengolahan Citra Landsat

Citra satelit Landsat yang digunakan adalah citra Landsat 5, Landsat 7 ETM+ dan Landsat 8 OLI dan Landsat 9. Pada produk Citra Landsat 5 dan 7 perlu dilakukan koreksi geometri sedangkan pada produk Citra Landsat 8 dan 9 tidak diperlukan koreksi geometri. Koreksi radiometri diberlakukan untuk semua produk citra. Nilai piksel pada citra asli masih berupa nilai digital (DN) dan nilai DN ini belum mencerminkan karakteristik permukaan bumi yang sebenarnya karena adanya efek atmosfer dan sudut matahari. Radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan

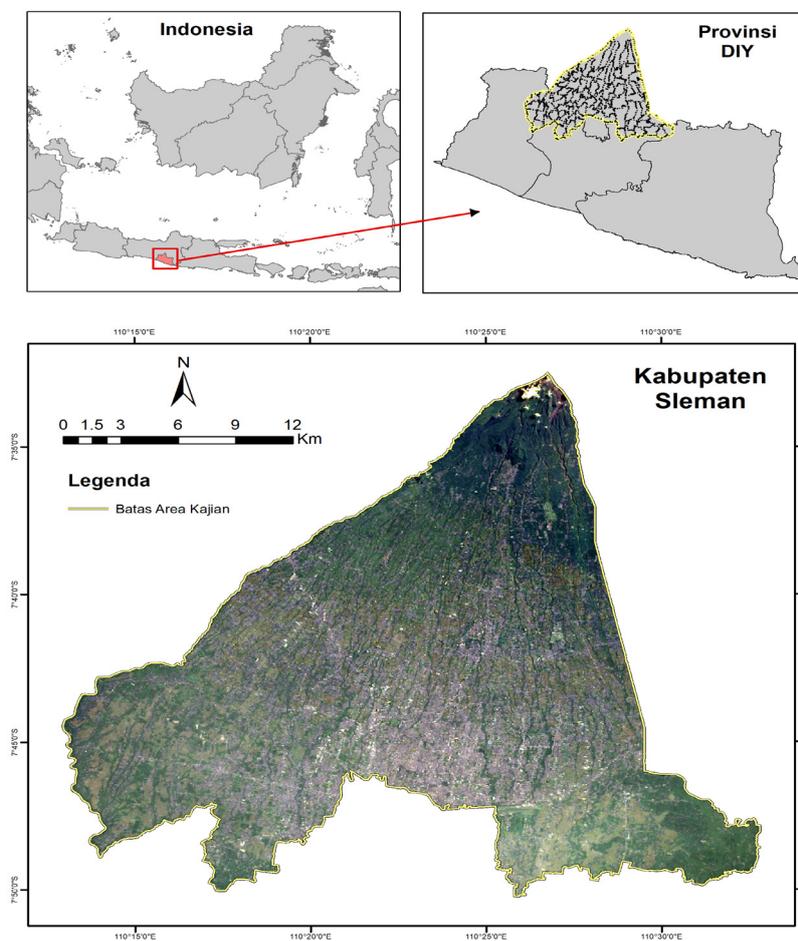
dari fitur di permukaan bumi dipengaruhi oleh distorsi karena sensor, matahari, atmosfer, dan efek topografi. Dengan demikian, sensor satelit tidak menerima sinyal pantul yang sebenarnya dari permukaan bumi (Gemitzi *et al.* 2016). Oleh karena itu, pra-pemrosesan diperlukan untuk meminimalkan efek ini. Tabel 1 dibawah ini merupakan data citra satelit yang digunakan.

### Klasifikasi Multispektral

Klasifikasi multispektral *supervised* digunakan untuk memperoleh data penutup lahan. Pada penelitian ini digunakan algoritma *Maksimum Likelihood*, algoritma ini digunakan karena secara statistik paling mapan dibandingkan dengan algoritma klasifikasi *supervised* yang lain. Tabel 2 dibawah ini merupakan klasifikasi penutup lahan yang digunakan.

Tabel 1. Citra satelit yang digunakan sebagai sumber data penelitian

Satelite	Tanggal Perekaman	Resolusi Spasial
Landsat 5 TM	31 Agustus 1991	30 m
Landsat 7 ETM	28 April 2001	30 m
Landsat 8 OLI TIRS	24 Juni 2013	30 m
Landsat 9 OLI TIRS	22 April 2022	30 m



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Tabel 2. Klasifikasi penutup lahan

Tipe penutup lahan	Diskripsi Penggunaan Lahan
Lahan terbangun	Permukiman kota, permukiman desa perdagangan, jasa, industri, transportasi, dan bangunan lain.
Tubuh Air	Sungai, kolam, waduk, danau, lahan basah
Vegetasi	Pohon, hutan campuran, vegetasi alami, kebun, taman kota.
Lahan terbuka	Lahan terbuka, area tambang, hamparan pasir pantai, lahan terbuka lainnya.
Lahan pertanian	Sawah, pertanian lahan kering, perkebunan.

**Uji akurasi hasil interpretasi**

Uji akurasi dimaksudkan untuk menghitung akurasi hasil klasifikasi multispektral. Uji akurasi dapat dilakukan dengan cara membandingkan hasil klasifikasi multispektral dengan data di lapangan atau dapat juga menggunakan citra satelit yang memiliki resolusi lebih tinggi dari Citra Landsat. Penentuan sampel lapangan menggunakan metode *stratified random sampling*, stratanya merupakan kelas-kelas penutup lahan, kemudian diambil secara random dan diusahakan menyebar di semua lokasi penelitian.

**Pembuatan peta perubahan penutup lahan**

Peta penutup lahan yang telah dihasilkan, selanjutnya akan dilakukan overlay untuk mengetahui perubahan penutup lahannya. Perubahan penutup lahan akan dilihat dalam kurun waktu 31 tahun yaitu diawali tahun 1991, 2001, 2013 dan 2022

**Perhitungan *landcover dynamic index* (K%)**

Setelah diperoleh data penutup lahan dari tahun 1991-2022, selanjutnya akan dihitung *landcover dynamic index* dengan menggunakan formula sebagai berikut (Hao et al., 2012):

$$K = \frac{A_j - A_i}{A_i} \times \frac{1}{T} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

- Dimana :
- K = *lancover dynamic index*
  - A<sub>j</sub> = penutup lahan awal
  - A<sub>i</sub> = penutup lahan akhir
  - T = periode waktu

**Perhitungan nilai jasa ekosistem /Ecosystem Service Values (ESV)**

Nilai jasa ekosistem dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut (Li et al.,2007) :

$$ESV = \sum(A_k \times VC_k) \dots\dots\dots(2)$$

- Dimana :
- ESV = nilai jasa ekosistem total
  - A<sub>k</sub> = Luas (ha)
  - VC<sub>k</sub> = *Value Coefficient* ( tabel 3)
  - k = tipe penutup lahan

*Ecosystem Service Value Coefficient* diperoleh dari beberapa riset terdahulu yang dilakukan oleh Hao et al 2002; Li et al 2007; Rahman and Szabó 2021 di wilayah tropis dan subtropis.

Perubahan nilai jasa ekosistem, dihitung berdasarkan perbedaan antara perkiraan ESV untuk setiap kategori penutup lahan untuk tahun 1991, 2001, 2013, dan 2022. Tingkat perubahan ESV dihitung menggunakan persamaan berikut (Kreuter et al., 2001):

$$ESV_{cr} = \frac{ESV_j - ESV_i}{ESV_i} \times \frac{1}{T} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

- Dimana :
- ESV<sub>cr</sub> = tingkat perubahan ESV tahunan untuk satu jenis penutup lahan
  - ESV<sub>i</sub> = nilai jasa ekosistem awal
  - ESV<sub>j</sub> = nilai jasa ekosistem akhir
  - T = periode tahun

Elastisitas menggambarkan seberapa baik satu variabel merespon dalam kaitannya dengan perubahan dalam variabel lain. Untuk memahami bagaimana total ESV berubah karena perubahan penutup lahan, perlu menghitung elastisitas ESV. Perhitungannya menggunakan formula sebagai berikut (Lin et al., 2018):

$$EEL = \left| \frac{ESV_j - ESV_i}{ESV_i} \times \frac{1}{T} \times 100\% \right| \dots\dots\dots(5)$$

$$LTP = \left| \frac{\sum_{i=1}^n \Delta LCA_i}{\sum_{i=1}^n LCA_i} \times \frac{1}{T} \times 100\% \right| \dots\dots\dots(6)$$

- Dimana :
- EEL = elastisitas total ESV dalam kaitannya dengan perubahan penutup lahan
  - ESV<sub>i</sub> = nilai jasa ekosistem awal
  - ESV<sub>j</sub> = nilai jasa ekosistem akhir
  - T = periode waktu
  - LTP = persentase transisi lahan (tingkat perubahan penutup lahan )
  - LCA<sub>i</sub> = perubahan penutup lahan kategori I selama periode tertentu
  - LCA<sub>i</sub> = luasan penutup lahan

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data penutup lahan di Kabupaten Sleman periode tahun 1991, 2001, 2013 dan 2022 diperoleh dari hasil klasifikasi multispektral *supervised* dengan menggunakan algoritma *Maksimum Likelihood*. Klasifikasi penutup lahan yang digunakan mengikuti acuan pada tabel 2. Uji akurasi

Tabel 3. Koefisien nilai jasa ekosistem (Rp/ha/th) (Hao et al 2002; Li et al 2007; Rahman and Szabó 2021)

Tipe penutup lahan	Ekuivalen dengan Bioma/ekosistem	<i>Ecosystem Service Value Coefficient</i> (US \$/ha/th)	<i>Ecosystem Service Value Coefficient</i> (Rp/ha/th)
Lahan pertanian	Cropland	92	1.318.084
Tubuh air	Wetland	14,785	211.490.020
Hutan dan vegetasi	Tropical forest	2007	28.844.604
Lahan terbangun	Urban	0	0
Lahan terbuka	Desert	0	0

Keterangan : 1 US \$= Rp. 14.326,00

dilakukan dengan mengambil sampel di lapangan sebanyak 118 sampel dengan menggunakan metode *stratified random sampling*. Uji akurasi hasil klasifikasi multispektral untuk citra tahun 2022 diperoleh besaran akurasi 85%. Tantangan dalam penggunaan citra satelit untuk memperoleh data penutup lahan adalah kualitas perekaman citra. Meskipun tiap 16 hari sekali citra Landsat meliputi daerah yang sama tetapi tidak sesalu menghasilkan liputan yang bersih dan bebas awan. Kondisi ini memang lazim dijumpai di wilayah tropis. Data citra Landsat yang digunakan dalam penelitian ini sudah dipilih yang sedikit liputan awannya dan bahkan diusahakan benar-benar bersih.

Distribusi spasial dan tren perubahan penutup lahan selama kurun waktu 31 tahun mulai tahun 1991 hingga 2022 disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Pada tahun 1991 lahan terbangun terlihat memusat di wilayah Kecamatan Depok, Mlati dan Gamping, dimana kecamatan tersebut berbatasan langsung dengan kota Yogyakarta. Pada tahun 2013 perkembangan permukiman mulai menyebar ke segala arah dan tidak hanya di pinggiran jalan-jalan besar di Kabupaten Sleman. Pada tahun 2022 makin meluas ke segala arah dan disetiap kecamatan mengalami peningkatan luas permukiman. Penutup lahan yang berupa lahan terbuka pada tahun 1991 terlihat di wilayah puncak Gunung Merapi dan juga di wilayah Kecamatan Brebah dan Prambanan. Lahan terbuka mengalami penurunan luas dan sebagian besar beralih fungsi menjadi lahan terbangun.

Di Kabupaten Sleman terdapat kawasan Taman Nasional Merapi dimana penutup lahannya didominasi oleh vegetasi, oleh karena itu penutup lahan vegetasi tidak banyak berubah dari sisi luasannya. Lahan pertanian tersebar merata di wilayah Kabupaten Sleman dan terlihat luasannya stabil. Luas masing-

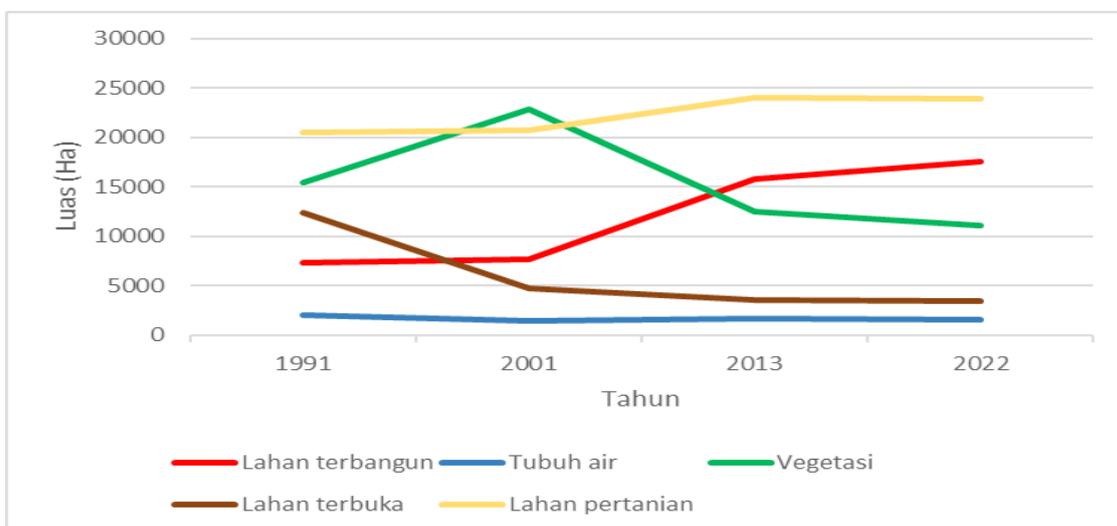
masing penutup lahan pada tahun 1991, 2001, 2013 dan 2022 dapat dilihat pada Tabel 4. Pada gambar 2 menunjukkan kenaikan luas lahan terbangun terutama mulai tahun 2001 sampai 2022. Penurunan luas terlihat pada penutup lahan lahan terbuka dan vegetasi. Luas tubuh air hanya sedikit mengalami perubahan, sehingga pada gambar 2 tidak terlihat perbedaannya.

Perubahan penutup lahan dapat juga dilihat nilai index dinamisnya (K%). Nilai K secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 5. Nilai negatif menunjukkan adanya penurunan sedangkan nilai positif menunjukkan peningkatan. Secara umum tubuh air, vegetasi dan lahan terbuka mengalami penurunan dalam kurun waktu tahun 1991-2022, sementara lahan terbangun mengalami kenaikan yang signifikan hingga mencapai 4,53% dari tahun 1991 hingga 2022. Lahan pertanian terlihat mengalami penambahan dari tahun 1991 hingga 2022 sebesar 0,54%. Peningkatan lahan pertanian ini merupakan salah satu upaya menindaklanjuti UU No 41 tahun 2009 tentang perlindungan lahan pertanian berkelanjutan (PLP2B).

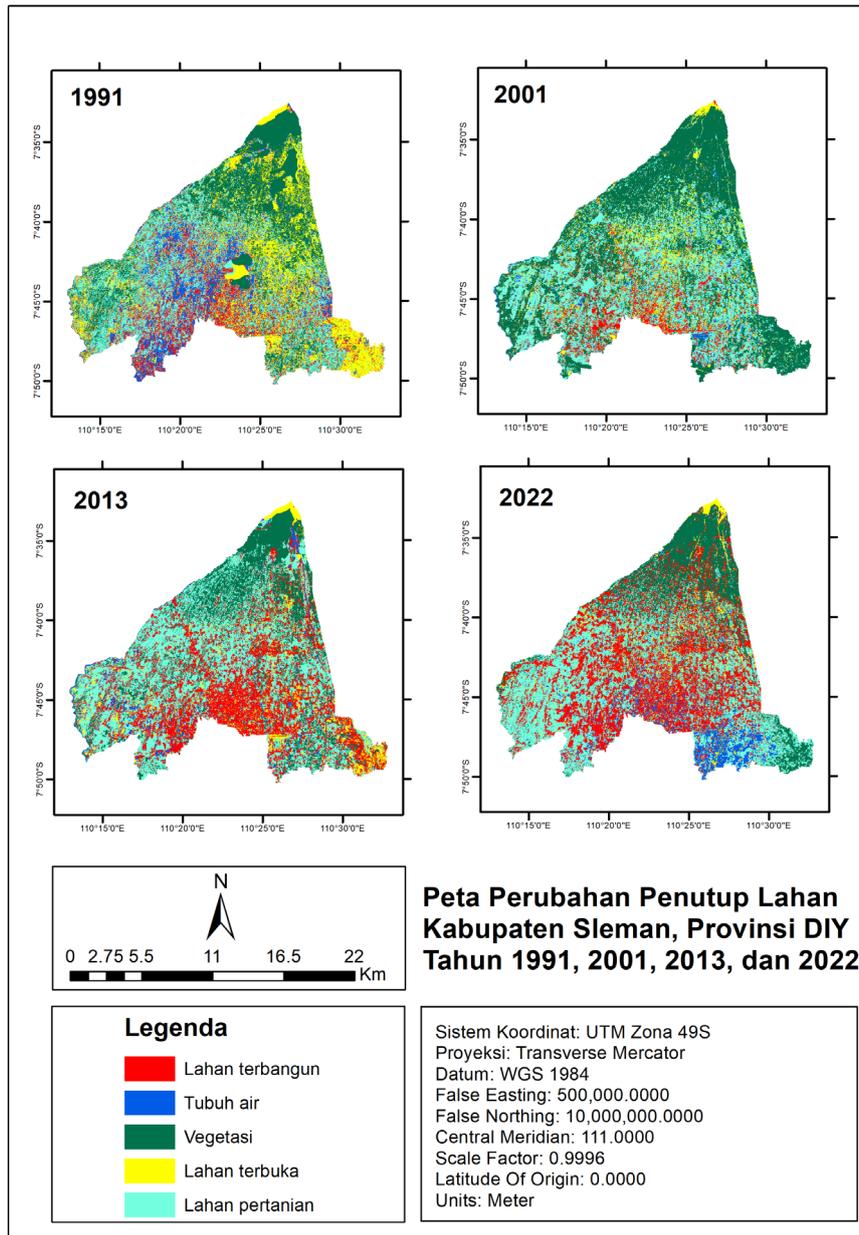
Nilai jasa ekosisten (ESV) dihitung berdasarkan persamaan 2. Berdasarkan hasil perhitungan estimasi nilai jasa ekosistem total pada tahun 1991 sebesar Rp.892.491.164.839,- kemudian mengalami peningkatan pada tahun 2001 sebesar Rp.997.660.396.076,- selanjutnya mengalami penurunan di tahun 2013 sebesar Rp.746.192.422.470,- dan 2022 sebesar Rp.684.946.447.070,-. Nilai jasa ekosistem tinggi dimiliki oleh penutup lahan tubuh air dan vegetasi sedangkan lahan terbuka dan lahan terbangun tidak memiliki nilai jasa ekosistem. Secara umum nilai jasa ekosistem untuk vegetasi mengalami penurunan seiring meningkatnya peningkatan tutupan lahan terbangun. Estimasi nilai jasa ekosistem keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 4. Luas penutup lahan tahun 1991,2001,2013 dan 2022

Tahun	Lahan terbangun	Tubuh air	Vegetasi	Lahan terbuka	Lahan pertanian
	Dalam (Ha)				
1991	7321	1990	15414	12358	20492
2001	7664	1464	22903	4753	20791
2013	15754	1665	12567	3561	24029
2022	17609	1580	11068	3392	23925



Gambar 2. Grafik luas penutup lahan tahun 1991, 2001, 2013 dan 2022



Gambar 3. Peta penutup lahan tahun 1991,2001,2013 dan 2013 hasil klasifikasi multispektral Citra Satelit Landsat

Tabel 5. *Dynamic Index* (K) (%) perubahan penggunaan lahan tahun 1991-2022

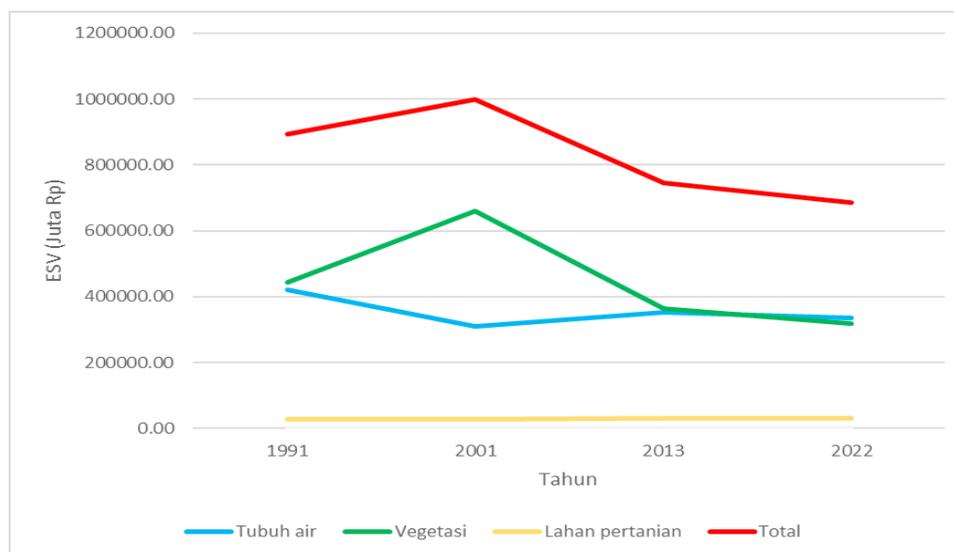
Penutup lahan	1991-2001	2001-2013	2013-2022	1991-2022
Lahan terbangun	0,005	0,088	0,013	4,533
Tubuh air	-0,026	0,011	-0,006	-0,665
Vegetasi	0,049	-0,038	-0,013	-0,910
Lahan terbuka	-0,062	-0,021	-0,005	-2,340
Lahan pertanian	0,001	0,013	0,000	0,540

Tabel 6. Nilai jasa ekosistem (ESV) tiap penutup lahan

Penutup lahan	1991	2001	2013	2022
Lahan terbangun	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0
Tubuh air	Rp420.865.139,800	Rp309.627.865.089	Rp352.027.925.725	Rp334.154.231.600
Vegetasi	Rp444.615.847.711	Rp660.627.965.412	Rp362.492.766.431	Rp319.257.055.770
Lahan terbuka	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0
Lahan pertanian	Rp27.010.177.328	Rp27.404.565.575	Rp31.671.732.314	Rp31.535.159.700
Total	Rp892.491.164.839	Rp997.660.396.076	Rp746.192.424.470	Rp684.946.447.070

Tabel 7. Tingkat perubahan nilai jasa ekosistem (ESVcr %) untuk setiap penutup lahan

Penutup lahan	1991-2001	2001-2013	2013-2022	1991-2022
Lahan terbangun	0	0	0	0
Tubuh air	-2,6	1,1	-0,6	-0,7
Vegetasi	4,9	-3,8	-1,3	-0,9
Lahan terbuka	0	0	0	0
Lahan pertanian	0.1	1.3	0	0.5
Total	0.024	-0.013	-0.019	-0.010



Gambar 4. Tren nilai jasa ekosistem (ESV dalam juta rupiah)

Tabel 7 menunjukkan persentase perubahan nilai jasa ekosistem untuk setiap penutup lahan selama periode tahun 1991-2022. Kenaikan tertinggi terjadi pada penutup lahan vegetasi pada kurun waktu tahun 1991 hingga 2001 yaitu sebesar 4,9% namun pada kurun waktu tahun 2001 hingga 2013 mengalami penurunan sebesar 3,8%. Tubuh air pada kurun waktu tahun 1991 hingga 2001 mengalami penurunan sebesar 2,6%. Pada kurun waktu tahun 1991 hingga 2022 terjadi penurunan lahan pertanian sebesar 0,5%.

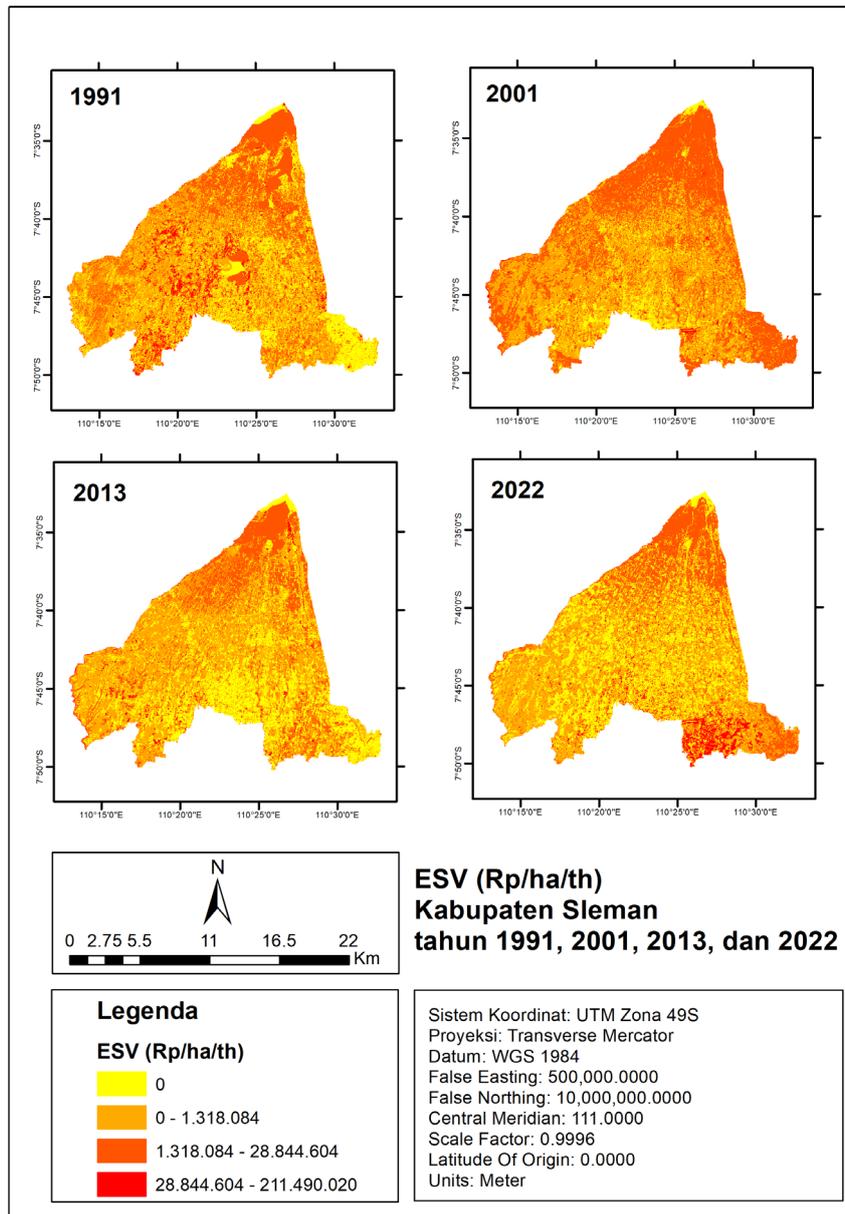
Distribusi spasial nilai jasa ekosistem untuk tahun 1991, 2001, 2013 dan 2022 dapat dilihat pada gambar 5. Secara keseluruhan wilayah utara Kabupaten Sleman yang merupakan Taman Nasional Merapi memiliki nilai jasa ekosistem tinggi dibandingkan wilayah lainnya. Kondisi ini terus berlangsung dari tahun 1991 hingga tahun 2022. Pada peta ESV tahun 1991 terlihat wilayah yang memiliki nilai jasa ekosistem Rp. 1.318.084,- hingga Rp 211.490.020 tersebar merata. Kontribusi persebaran vegetasi dan tubuh air yang merata menjadikan nilai jasa ekosistem dengan nilai tinggi tahun 1991 juga tersebar merata. Peta ESV ini dibuat berdasarkan persebaran tutupan lahannya. Pada tahun 2021 kelas dengan nilai koefisien ESV tinggi mulai berkurang hingga pada tahun 2013 sampai 2022 dominasi warna kuning yang menunjukkan nilai jasa ekosistem 0 untuk lahan terbangun.

Secara garis besar di Kabupaten Sleman terdiri dari ekosistem hutan hujan tropis, ekosistem pertanian, ekosistem perairan dan ekosistem buatan (permukiman). Nilai jasa ekosistem tinggi pada wilayah hutan hujan tropis dan ekosistem perairan. Perubahan penutup lahan yang terjadi di Kabupaten Sleman disebabkan adanya peningkatan jumlah penduduk, sehingga kebutuhan lahan untuk tempat tinggalpun

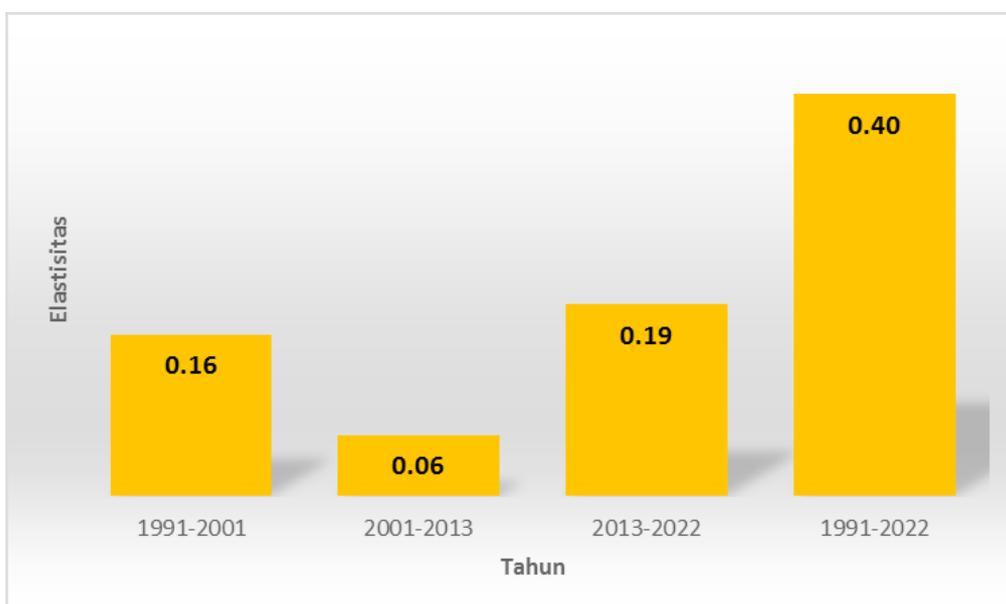
menjadi meningkat. Menurut BPS Kabupaten Sleman, jumlah penduduk pada tahun 2020 berjumlah 1.125.804 jiwa dan pada tahun 2021 naik menjadi 1.136.474 jiwa Kabupaten Sleman merupakan wilayah yang digemari oleh masyarakat Yogyakarta dan sekitarnya untuk membangun tempat tinggal karena udaranya dan kondisi airnya bersih. Inilah yang menyebabkan nilai jasa ekosistem menurun dari tahun 1991 hingga tahun 2022, akibat adanya alih fungsi lahan.

Nilai elastisitas digunakan untuk mengetahui pengaruh dari perubahan penutup lahan terhadap nilai jasa ekosistem.. Gambar 6 menunjukkan bahwa elastisitas nilai jasa ekosistem (ESV) dalam menanggapi perubahan penutup lahan adalah 0,16%, 0,06%, 0,19% dan 0,4% pada tahun 1991-2001, 2001-2013 dan 1991-2022. Elastisitas menggambarkan bahwa 1% transisi penutup lahan akan menghasilkan rata-rata 0,16%, 0,06%, 0,19% dan 0,4% perubahan total ESV selama kurun waktu tahun 1991 hingga tahun 2022. Pada gambar 6 terlihat ada penurunan nilai elastisitas dari tahun 1991 ke tahun 2013 kemudian mengalami peningkatan lagi dari tahun 2013 ke tahun 2022. Kondisi ini terjadi karena laju penambahan lahan terbangun semakin naik dan mengalih fungsi lahan vegetasi.

Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Li *et al* (2007) yang dilakukan di wilayah Pingbian Country China, bahwa pada periode 1973 hingga 2004 mengalami perubahan penutup lahan dari hutan ke lahan pertanian dan terbangun. Kondisi ini juga terjadi di Kabupaten Sleman, berdasarkan penelitian ini terjadi perubahan tutupan lahan dari vegetasi menjadi lahan pertanian dan lahan terbangun. Hal ini tentunya akan menurunkan nilai jasa ekosistem di kedua wilayah tersebut dalam kurun waktu 31 tahun. Elastisitas nilai jasa ekosistem di Kabupaten Sleman selama kurun waktu 31



Gambar 5. Peta nilai jasa ekosistem (ESV) dalam Rp/ha/tahun di Kabupaten Sleman tahun 1991, 2001, 2013 dan 2022



Gambar 6. Elastisitas Nilai Jasa Ekosistem

tahun sebesar 0,4%, kondisi ini hampir sama di wilayah Dhaka Bangladesh berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rahman, M.M. & Szabó, G. (2021), bahwa dalam kurun waktu 30 tahun elastisitas nilai jasa ekosistemnya sebesar 0,33%. Penyebab penurunan jasa ekosistem di Kabupaten Sleman disebabkan alih fungsi lahan dari vegetasi dan tubuh air menjadi lahan terbangun.

Penggunaan citra satelit Landsat sangat membantu di dalam pemetaan penutup lahan secara temporal dan menjadi sumber utama dalam penilaian jasa ekosistem. Dari hasil interpretasi citra terlihat perubahan tutupan lahan di Kabupaten Sleman selama kurun waktu 31 tahun. Pertambahan lahan terbangun dari tahun 1991 sampai tahun 2022 terlihat menonjol dengan *nilai landcover dynamic index* sebesar 4,53%. Hasan *et al* (2020), melakukan penelitian nilai jasa ekosistem di Guangdong, Hong Kong, and Macao in South China, dari hasil penelitian tersebut diperoleh nilai *landcover dynamic index* untuk lahan terbangun sebesar 8,41% dua kali lipat dengan yang terjadi di Kabupaten Sleman. Jika dilihat dari luas wilayahnya, Kabupaten Sleman memiliki luas 574,8 Km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk 1.136.474 jiwa sedangkan Guangdong, Hong Kong, and Macao sebesar 196,342 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk 10.000 Jiwa. Berdasarkan fakta ini, Kabupaten Sleman dinilai lebih terkendali untuk alih fungsi lahan dari lahan non terbangun menjadi lahan terbangun dibandingkan dengan di wilayah Guangdong, Hong Kong, and Macao. Meskipun alih fungsi lahan dari lahan non terbangun menjadi lahan terbangun di Kabupaten Sleman masih terkendali, namun perlu terus dilakukan upaya pemantauan mengingat tetap ada peningkatan jumlah lahan terbangun di setiap tahunnya. Hal ini diperkuat dengan adanya penelitian yang dilakukan oleh Subkhi, W.B. & Mardiansjah, F.H. (2019), bahwa Kabupaten Sleman mendapatkan tekanan (urbanisasi) terus-menerus sehingga kawasan perkotaan kabupaten terus meluas dan bertambah. Kondisi tersebut dapat dilihat pada perkembangan pesat pada kecamatan-kecamatan yang berbatasan langsung dengan Kota Yogyakarta maupun satu kecamatan setelahnya, diantaranya adalah Kecamatan Depok, Mlati, Gamping, Godean, Sleman, Ngaglik, Ngemplak dan Tempel. Kondisi ini juga memicu kenaikan harga lahan di wilayah Kabupaten Sleman, terutama kecamatan yang terlihat naik secara signifikan tutupan lahan terbangunnya seperti Kecamatan Depok, Mlati, Sleman dan Ngaglik. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Banarsyadhimi, U.R.A.M.F & Rahardjo, N. (2014), harga lahan di kecamatan Mlati tertinggi pada tahun 2014 berkisar Rp 6.250.000,00/m<sup>2</sup> dan pada tahun 2022 telah naik menjadi Rp.11.000.000,00/m<sup>2</sup>. Di wilayah Kecamatan Depok terutama lokasi yang berbatasan langsung dengan kota Yogyakarta, harga tanah tahun 2019 berkisar Rp.7.000.000,00/m<sup>2</sup> dan pada tahun 2022 telah naik menjadi Rp.9.000.000,00/m<sup>2</sup>. Berdasarkan fakta ini perubahan nilai jasa ekosistem dari lahan non terbangun menjadi lahan terbangun juga berdampak pada kenaikan harga lahan.

Perubahan penutup lahan memiliki pengaruh terhadap perubahan nilai jasa ekosistem suatu wilayah. Perhitungan nilai jasa ekosistem diperlukan karena dapat membantu masyarakat menganalisis manfaat yang ditawarkan dan ditentukan oleh ekosistem dan tindakan mana yang menguntungkan secara ekonomi (Windayati R, *et al* 2022). Oleh karena itu dibutuhkan monitoring secara berkala perubahan penutup lahan agar perubahan nilai jasa ekosistem dapat diketahui dan tindakan yang bertujuan untuk pemeliharaan ekosistem penting suatu wilayah dapat dilakukan.

## KESIMPULAN

Citra satelit Landsat memiliki keunggulan dalam hal perolehannya dan resolusi temporalnya sehingga memudahkan dalam melakukan monitoring penutup lahan suatu daerah. Berdasarkan hasil klasifikasi multispektral diperoleh informasi penutup lahan di Kabupaten Sleman pada tahun 2019, 2001, 2013 dan 2022. Perubahan penutup lahan selama 31 tahun didominasi oleh perubahan dari lahan bervegetasi ke lahan terbangun. Luas lahan terbangun dari tahun 1991 sebesar 7.321 Ha dan tahun 2022 sebesar 17.609 Ha. Nilai total jasa ekosistem mengalami penurunan pada tahun 1991 sebesar Rp. 892.491.164.839 dan tahun 2022 sebesar Rp684.946.447.070. Perubahan penutup lahan memiliki pengaruh terhadap perubahan nilai jasa ekosistem sebesar 0,4% dari tahun 1991 hingga tahun 2022.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada yang telah memberikan Hibah Mandiri Dosen Tahun 2022 sebagai sumber pendanaan riset ini. Kepada U.S. Geological Survey (USGS) and NASA yang telah menyediakan citra satelit Landsat sebagai data utama riset ini.

## KONTRIBUSI PENULIS

**Penulis Pertama** mendisain metode penelitian, analisis data, dan membuat naskah publikasi; **Penulis Kedua** koreksi awan dan interpretasi citra; dan **Penulis Ketiga** mengolah data citra dan membuat peta.

## DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, F.A. & Lukito, H. (2020). Perubahan Penggunaan Lahan di Kawasan Keamanan dan Ketahanan Pangan di Kabupaten Sleman. *Jurnal Geografi* 17(2)1-6.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman. (2016). *Kabupaten Sleman Dalam Angka*. Badan Pusat Statistik. Kabupaten Sleman. Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. (2021). *Data Penduduk Yogyakarta*. Diakses pada 10 Maret 2022 dari <https://yogyakarta.bps.go.id/>.
- Banarsyadhimi, U.R.A.M.F & Rahardjo, N. (2014). *Perbandingan Harga Lahan Di Pasaran Dengan Harga Lahan NJOP Secara Spasial Di Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman*. (Skripsi S1). Yogyakarta: S1 UGM.
- Estoque, R.C. & Murayama, Y. (2012). Examining the potential impact of land use/cover changes on the ecosystem services of Baguio city, the Philippines: A scenario-based analysis. *Applied Geography*, 35, 316–326.
- Gemitzi, A., Koutsias, N., & Lakshmi, V. (2020). *Advanced Environmental Monitoring with Remote Sensing Time Series Data and R*. CRC Press Taylor & Francis Group. Broken Sound Parkway.
- Garcia, K.A. Moreno, P.D. Dominguez, R.S. Garcia, A.J.R. & Chavezd. (2022). Remote Sensing for the Assessment of Ecosystem Services Provided by Urban Vegetation: A Review of The Methods Applied. *Urban Forestry & Urban Greening*.74. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127636>.
- Hao, F., Lai, X., Ouyang, W., Xu, Y., Wei, O., & Song, K. (2002). Effects of Land Use Changes on the Ecosystem Service Values of a Reclamation Farm in Northeast China. *Environmental Management*, 50, 888–899. doi:10.1007/s00267-012-9923-5.
- Hasan S.S., Zhen L, Miah M.G., Ahamed T, Samie A. (2020). Impact of Land Use Change on Ecosystem Services: A Review. *Environmental Development*, 34 p.#100527, 10.1016/j.envdev.2020.100527.

- Kreuter, U.P., Harris, H.G., Matlock, M.D., & Lacey, R. (2001). Change in Ecosystem Service Values in the San Antonio Area Texas. *Ecological Economic*. 39(3), 333–346. doi: 10.1016/S0921-8009(01)00250-6.
- Li, R.Q., Dong, M., Cui, J.Y., Zhang, L.L., Cui, Q.G., & He, W.M. (2007). Quantification of the Impact of Land-Use Changes on Ecosystem Services: A Case Study in Pingbian County China. *Environmental Monitoring Assess.* 128, 503–510. doi:10.1007/s10661-006-9344-0.
- Li, J.I., Zhang, Y., Qin, Q., & Yan, Y. (2017). Investigating the Impact of Human Activity on Land Use/Cover Change in China's Lijiang River Basin from the Perspective of Flow and Type of Population. *Sustainability*. 9, 383. doi:10.3390/su9030383.
- Lin, X., Xu, M., Cao, C., Singh, R.P., Chen, W., & Ju, H. (2018). Land-use/Land-Cover Changes and Their Influence on the Ecosystem in Chengdu City, China During the Period of 1992–2018. *Sustainability*. 10, 3580. doi:10.3390/su10103580.
- Majeed, M., Tariq, A., Anwar, M.M., Khan, A.M., Arshad, F., Mumtaz, F., Farhan, M., Zhang, L., Zafar, A., & Aziz, M. (2021). Monitoring of Land Use–Land Cover Change and Potential Causal Factors of Climate Change in Jhelum District, Punjab, Pakistan, through GIS and Multi Temporal Satellite Data. *Land*. 10, 1026. <https://doi.org/10.3390/land10101026>.
- Martono, R. & Andriani, V. (2021). *Arahan Penggunaan Lahan di Kabupaten Sleman Indonesia*. Paper dipresentasikan pada FIT ISI Smart Surveyors in The New Normal Area. Semarang. Prosiding FIT ISI Vol 1, 2021 (187-193).
- Millennium Ecosystem Assessment (MA). (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Munajati, S.L. (2022) *Dampak Perubahan Penutupan Lahan Terhadap Fungsi Jasa Ekosistem di Kabupaten Bogor: Pendekatan Kelembagaan*. (Disertasi S3), Bogor: S3 IPB.
- Pauleit S, Ennos R, Golding Y. 2005. Modeling The Environmental Impacts of Urban Land Use And Land Cover Change-a Study in Merseyside, UK. *Landscape and Urban Planning*. 71: 295-310. doi:10.1016/j.landurbplan.2004.03.009.
- Pemerintah Indonesia. (2009). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan Nomor 41 Tahun 2009*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 149. Sekretariat Negara Jakarta.
- Pemerintah Indonesia. (2014). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2014 Tentang Konservasi Tanah dan Air*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 299. Sekretariat Negara Jakarta.
- Peng, Y., Yang, F., Zhu, L., Li, R., Wu, C., & Chen, D. (2021). Comparative Analysis of the Factors Influencing Land Use Change for Emerging Industry and Traditional Industry: A Case Study of Shenzhen City, China. *Land*. 10, 575. <https://doi.org/10.3390/land10060575>.
- Rahman, M.M. & Szabó, G. (2021). Impact of Land Use and Land Cover Changes on Urban Ecosystem Service Value in Dhaka, Bangladesh. *Land*, 10, 793. <https://doi.org/10.3390/land10080793>.
- Subkhi, W.B. & Mardiansjah, F.H. (2019). Pertumbuhan dan Perkembangan Kawasan Perkotaan di Kabupaten: Studi Kasus Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 7(2), 105-120. <http://dx.doi.org/10.14710/jwl.7.2.105-120>.
- Wang, L., Chena, C., Xieb, F., Hub, Z., Zhang, Z., Xinyu, H.C., & Chue, H.Y. (2021). Estimation of The Value of Regional Ecosystem Services of an Archipelago Using Satellite Remote Sensing Technology: A Case Study of Zhoushan Archipelago, China. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 105, 102616.
- Wang Zhiyin., Cao Jiansheng., Chunyu Zhu., & Yang Hui. (2020). The Impact of Land Use Change on Ecosystem Service Value in the Upstream of Xiong'an New Area. *Sustainability*. 12, 5707. doi:10.3390/su12145707.
- Windayati, R., Mutaqin, B.W., Marfai, M.A., Pangaribowo, E., Helmi, M., dan Rindarjono, M.G. (2022). Assessment of Coral-Reef Ecosystem Services in West Buleleng Conservation Zone, Bali, Indonesia. *Journal of Coastal Conservation*. 26:43. <https://doi.org/10.1007/s11852-022-00890-3>.
- Zhai, Y. & Wen L. (2022) Evaluation and Change Analysis of Ecosystem Service Value of China's Northeast Tiger-Leopard National Park Based on Big Data Land Use Change. *Journal Computational Intelligence and Neuroscience*. <https://doi.org/10.1155/2022/6270731>.
- Zhao X, Wang J, Su J, Sun W (2021) Ecosystem Service Value Evaluation Method in A Complex Ecological Environment: A case study of Gansu Province, China. *PLoS ONE* 16(2): e0240272. <https://doi.org/10.1371>.